

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»
Федеральная инновационная площадка
Институт механизации и технического сервиса
Кафедра общинженерных дисциплин



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ
БАЗЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Посвящается памяти д.т.н., профессора
Мартьянова Анатолия Петровича*

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ (НАЦИОНАЛЬНОЙ)
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Казань – 2022

УДК 631.3:637.1
ББК40.7

Печатается
по решению Ученого совета
Казанского государственного аграрного университета
№ 43 от 13 декабря 2022 г.

Все права защищены. Ни одна часть данной публикации не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая электронное и фотокопирование, без предварительного письменного разрешения владельца авторских прав. За достоверность информации в опубликованных материалах ответственность несут авторы публикаций.

Редакционная коллегия:

д.т.н., профессор, Валиев А.Р., д.т.н., профессор, профессор РАН Зиганшин Б.Г., к.т.н., доцент Дмитриев А.В., д.т.н., Калимуллин М.Н., к.т.н., доцент Медведев В.М., к.т.н., доцент Пикмуллин Г.В., к.т.н., доцент Вагизов Т.Н., д.т.н., доцент Яхин С.М.

Технический секретарь: к.т.н., доцент Вагизов Т.Н.

На конференции приняли участие учёные из России по вопросам механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, технического сервиса в АПК и правовых и экономических аспектов развития АПК.

Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса / Научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мартынова А.П. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2022. – 828 с.

© Казанский государственный аграрный университет, 2022
© Валиев А.Р., Зиганшин Б.Г., Дмитриев А.В., Калимуллин М.Н.,
Медведев В.М., Пикмуллин Г.В., Яхин С.М., Вагизов Т.Н.



Зиганшин Булат Гусманович

Первый проректор - проректор по научной работе и цифровой трансформации Казанского государственного аграрного университета, д.т.н., профессор, профессор РАН

Мартьянов Анатолий Петрович был выдающимся учёным и педагогом, научная деятельность которого посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям по разработке параметров устойчивости, колебании и прочности деталей, узлов и агрегатов сельскохозяйственных машин, определяющих их работоспособность и долговечность.

Его трудовая и научная деятельность неразрывно связана с Казанским сельскохозяйственным институтом, ныне Казанским государственным аграрным университетом, с 1962 года.

Его идеи и разработки были внедрены в производство и в учебный процесс, которые успешно применяются при разработке новых машин и механизмов. Им опубликовано свыше 120 научных и учебно-методических работ, издана монография, получено более 45 авторских свидетельств и патентов на изобретение. Под его научным руководством выполнены и защищены 2 кандидатских диссертации. Большую научную работу Анатолий Петрович активно сочетал с педагогической деятельностью, проводя на высоком уровне занятия со студентами. Мартьянов Анатолий Петрович неизменно пользовался авторитетом и заслуженным уважением со стороны студентов, своих коллег и сотрудников университета.

Он прожил достойную жизнь, был истинным интеллигентом, человеком огромной эрудиции. Светлая память об этом замечательном человеке и истинном подвижнике навсегда сохранится в сердцах его близких, друзей, коллег и учеников.

Осталось его богатейшее научное наследие, ученики, которые продолжают дело своего наставника.

Яхин Сергей Мирбатович
 Доктор технических наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань
jcm61@mail.ru

Пикмуллин Геннадий Васильевич
 Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
pikmullin@mail.ru

Нурмиев Азат Ахиарович
 Старший преподаватель
Казанский государственный аграрный университет, Казань
azat-nurmiev@mail.ru

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРА А.П. МАРТЬЯНОВА

Аннотация. В статье рассматривается научное направление профессора Мартьянова А.П. – «Теоретические и экспериментальные исследования по разработке параметров устойчивости, колебании и прочности деталей, узлов и агрегатов сельскохозяйственных машин, определяющих их работоспособность и долговечность.

Также А.П. Мартьянов активно занимался научно-исследовательской и изобретательской деятельностью, а также его исследования нашли продолжения в патентах его последователей.

Ключевые слова: научное направление, решаемые задачи, изобретательская деятельность.

Yakhin Sergey Mirbatovich
 Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
jcm61@mail.ru

Pikmullin Gennady Vasilyevich,
 Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
pikmullin@mail.ru

Nurmiev Azat Ahiarovich
 Senior lecturer
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
azat-nurmiev@mail.ru

PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE RESULTS OF SCIENTIFIC ACTIVITIES OF PROFESSOR A.P. MARTYANOV

Abstract. The article discusses the scientific direction of Professor A.P. Martyanov – "Theoretical and experimental research on the development of stability parameters, vibration and strength of parts, assemblies and aggregates of agricultural machines that determine their performance and durability. Also, A.P. Martyanov was actively engaged in research and inventive activities, as well as his research was continued in the patents of his followers.

Keywords: scientific direction, tasks to be solved, inventive activity.

Мартьянов Анатолий Петрович (рис.1) – (21.03.1935 г - 13.10.2011 г.), доктор технических наук, профессор, родился в деревне Степное Коровино, Порецкого района Чувашской АССР. В 1959 году участвовал в освоении целинных и залежных земель в Казахстане. В 1958-1962 гг. учился на факультете механизации сельского хозяйства КСХИ им. М. Горького. В 1962г.- ассистент кафедры «Сопротивление материалов и технология конструкционных материалов». В 1965 г. поступил в аспирантуру Московского инженерно-строительного института им. В.В.Куйбышева, в 1968 году защитил диссертацию. В 1968 – 1972гг. в Карагандинском политехническом институте – старший преподаватель, доцент и заместитель декана по вечерне и заочной форме обучения.

В 1972 г. избран на должность доцента кафедры «Сопротивление материалов и ТКМ» Казанского СХИ. С 1977 г. по 2010 г.г. заведовал кафедрой «Сопротивление материалов и ТКМ». С 1986 по 1993гг работал проректором по учебной работе института. В 1991 г. Высшей Аттестационной Комиссией СССР было присвоено ученое звание профессора кафедры.



Рисунок 1 - Доктор технических наук, профессор
Мартьянов Анатолий Петрович

Автор более 120 научных трудов по фундаментальной науке, опубликованных в международных, центральных изданиях, имеет патенты на изобретения. В 2004 году защитил докторскую диссертацию. Подготовил 2 кандидатов наук.

«Заслуженный работник сельского хозяйства РТ», «Почетный работник Высшего Профессионального образования РФ», награжден медалями «Ветеран труда» и «В память 1000-летия Казани».

Научное направление профессора Мартянова А.П. – «Теоретические и экспериментальные исследования по разработке параметров устойчивости, колебании и прочности деталей, узлов и агрегатов сельскохозяйственных машин, определяющих их работоспособность и долговечность.

Решаемые задачи:

1. Исследование устойчивости валов с равными изгибными жесткостями при сложном нагружении.

2. Разработка методики расчета на устойчивость стержней ступенчатого изменения жесткости, статически определяемых и неопределяемых нерегулярных рамных систем сельскохозяйственных машин.

3. Исследование колебаний стержней со связями.

4. Повышение надежности упругих элементов сельскохозяйственной техники путем совершенствования методов их расчета.

5. Совершенствование методики расчета спирально-винтовых (пружинных) узлов и рабочих органов сельскохозяйственной техники.

Результаты исследований внедрены в производство, в т.ч.:

1. Волжско-Камский научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт водного лесотранспорта (ВКНИИВОЛТ). Проектирование рам погрузчиков, стрел манипуляторов.

2. Татарский научно-исследовательский институт нефтяного машиностроения (ТатНИИнефтемаш). Расчет рам полуприцепов-штанговых, повышение долговечности и остаточного ресурса лопаток компрессоров, газовых турбин.

3. ПО «Татарстан» по птицеводству РТ. Расчет пространственных смесителей для приготовления кормов.

4. Заводы изготовители сельскохозяйственной техники. Расчет рам пространственных конструкций сельскохозяйственных машин типа СПС-5; КС-1,8; КС-3 и др.

Также А.П. Мартянов активно занимался научно-исследовательской и изобретательской деятельностью, а также его исследования нашли продолжения в патентах его последователей.

Таблица 1 – Изобретения в области машин для переработки сельскохозяйственной продукции

Область машиностроения	Вид	Название	Авторы
Машины для переработки сельскохозяйственной продукции	Полезная модель № 200911517/22 Опубл. 10.11.2009	Дробилка с упругим трехпружинным валом	А.П.Мартьянов, С.А. Мартьянов, С.М. Яхин, Д.В. Напалков.
	Патент №37002 Опубл. 10.12.2002	Конусная дробилка	О.Ю. Маркин, Л.Г. Наумов, Ю.С. Маркин, А.П.Мартьянов, Д.Т. Исламов.
	Патент №77796, Опубл. 10.01.2008	Конусная вибрационная дробилка с упругим прямоугольным валом	О.Ю. Маркин, С.А. Мартьянов, И.И. Носиров, И.В. Максимов, А.П.Мартьянов, Ю.С. Маркин.
	Патент №127322, Опубл. 26.09.2012	Установка для получения растительной вытяжки	С.М. Яхин, Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев, Н.И. Семушкин.

Таблица 2 – Изобретения в области машин для обработки почвы

Область машиностроения	Вид	Название	Авторы
Машины для обработки почвы	Патент № 120314 Опубл. 10.05.2012	Борона ротационная мульчирующая	С.М. Яхин, Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев, Н.И. Семушкин.
	Патент №122229 Опубл. 28.03.2012	Винтовая борона-катор	С.М. Яхин, Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев, Н.И. Семушкин.
	Патент №124523, Опубл. 10.08.2012	Устройство для обработки междурядий пропашных культур	С.М. Яхин, Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев, Н.И. Семушкин.
	Полезная модель №106489, Опубл. 20.07.2011	Ротационный рабочий орган	Ю.И. Матяшин, А.П. Мартьянов, А.Р. Валиев.
	Полезная модель №209520, Опубл. 26.09.2012	Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы	Г.В. Пикмуллин, Р.Х. Марданов, Т.Н. Вагизов, А.А. Нурмиев.

Таблица 3 – Изобретения в области транспортного машиностроения

Область машиностроения	Вид	Название	Авторы
Транспортное машиностроение	Патент № 2591726 Опубл. 20.07.2016	Снегоуборочная машина	Р.Л. Сахапов, С.М. Яхин, М.М. Махмутов, М.М. Махмутов, М.М. Земдиханов.
	Патент №2767560 Опубл. 17.03.2021	Регулируемая виброизолирующая опора двигателей внутреннего сгорания	Ф.Х. Халиуллин, Б.Г. Зиганшин, С.М. Яхин, К.А. Хафизов, Н.М. Егоров.
	Патент №2781441, Опубл. 12.10.2022	Пружина с изменяемой жесткостью	С.М. Яхин, Г.В. Пикмуллин, А.А. Нурмиев.
	Полезная модель №96802, Опубл. 20.10.2010	Регулируемая по длине цилиндрическая винтовая пружина сжатия или растяжения	А.П. Мартьянов, О.Ю. Маркин, А.А. Мартьянов, Ю.С. Маркин.
	Патент на полезную модель № 188708 U1, опубл. 22.04.2019	Устройство для правки деталей типа дисков	Т. Н. Вагизов, Г. Р. Муртазин, Х. С. Фасхутдинов, С. М. Яхин

Таблица 4 – Изобретения в области создания научно-исследовательского и учебно–лабораторного оборудования

Область машиностроения	Вид	Название	Авторы
Научно-исследовательское и учебно-лабораторное оборудование	Полезная модель № 56619 Опубл. 10.09.2006	Установка для испытания стержней на устойчивость при сжатии с кручением	О.Ю. Маркин, С.М. Мартьянов, С.В. Яковлев, А.П. Мартьянов, Ю.С. Маркин.
	Полезная модель №66709	Модернизированный токарный станок	О.Ю. Маркин, Ю.С. Маркин, М.Ю. Аюпов,

	Опубл. 27.09.2007		А.П. Мартьянов, К.О. Маркин, К.А. Самотин.
	Полезная модель №66813, Опубл. 27.09.2007	Устройство для исследования сложного движения твердых тел	О.Ю. Маркин, Ю.С. Маркин, С.А. Мартьянов, А.П. Мартьянов, К.О. Маркин.
	Полезная модель № 89227 Опубл. 27.11.2009	Стенд для исследования стержней на устойчивость при сжатии с кручением	О.Ю. Маркин, С.А. Мартьянов, А.П. Мартьянов, Ю.С. Маркин.

Литература

1. Мартьянов, А.П. Теория и расчет конструкторской надежности сельскохозяйственной техники / Мартьянов А.П., Мартьянов С.А., Яхин С.М. Казань, КГУ 2010 г. - 210 с.
2. Пикмуллин Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания. /Пикмуллин Г.В.// В сборнике: Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 112-114.
3. Патент на полезную модель № 209520 U1 Российская Федерация, МПК A01B 39/20. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2021124345: заявл. 13.08.2021: опубл. 16.03.2022 / Г.В. Пикмуллин, Р.Х. Марданов, Т. Н. Вагизов, А.А. Нурмиев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".
4. Патент №2781441 C1 Российская Федерация, МПК F16F 1/06(2006.01). Пружина с изменяемой жесткостью: №2022112180: заявл. 04.05.2022: опубл. 12.10.2022 / С.М. Яхин, Г.В. Пикмуллин, А.А. Нурмиев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".
5. Патент № 2395183 C1 Российская Федерация, МПК A01B 21/00. Почвообрабатывающее орудие: № 2009110058/12: заявл. 19.03.2009: опубл. 27.07.2010 / Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".

6. Пикмуллин, Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук /Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
7. Патент № 2395184 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20, А01В 35/26, А01В 39/20. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: № 2008153024/12: заявл. 31.12.2008: опубл. 27.07.2010 / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".
8. Пикмуллин, Г.В. Упрочнение лезвийных элементов почвообрабатывающих машин способом электрической обработки контактным непрерывным оплавлением /Г.В. Пикмуллин, Р.Х. Гайнутдинов, Ф.Р.А. Шамсутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 70-72.
9. Гайнутдинов, Р.Х. Кинематика эллипсоидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы / Р.Х. Гайнутдинов, С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, Г.В. Пикмуллин // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.
10. Пикмуллин Г.В., Яхин С.М. Расчет пружины на прочность и жесткость. Материалы I-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина «Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации». – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2020. С.160-163.
11. Пикмуллин, Г.В. Расчет пружины на прочность и жесткость /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин, Д. Чжан// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 61-64.
12. Пикмуллин, Г.В. Комбинированное орудие для безотвальной обработки почвы /Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев// Сельский механизатор. – 2009. – № 5. – С. 10-11.
13. Mudrov, A.P. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery /A.P. Mudrov, S.M. Yakhin, G.V. Pikmullin, A.G. Mudrov// International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human

Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.

14. Яхин С.М. Совершенствование методов расчета и повышение надежности пружинных элементов сельскохозяйственной техники: автореферат дис. ... д.т.н.: 05.20.03. /С.М. Яхин. - Москва, 2013. - 32 с.

15. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

16. Патент на полезную модель № 103267 U1 Российская Федерация, МПК A01B 39/20. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2010143199/21: заявл. 21.10.2010: опубл. 10.04.2011 / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев, Ф.Ф. Ибляминов; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГОУ ВПО Казанский ГАУ).

17. Патент № 2494589 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/18, A01B 49/02. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2012107299/13: заявл. 28.02.2012: опубл. 10.10.2013 / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

18. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

19. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© Яхин С.М., Пикмуллин Г.В., Нурмиев А.А., 2022

УДК 031.31

Мазитов Назиб Каюмович

Член-корреспондент РАН, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань

Сахапов Рустем Лукманович

Член-корреспондент АН РТ, профессор
Казанский государственный архитектурно-строительный
университет, Казань

Шарафиев Ленар Зуфарович

Кандидат технических наук, докторант
Казанский государственный аграрный университет, Казань

Сибагатуллина Роза Фатиховна

Старший специалист Министерства экологии и
природных ресурсов РТ

Пикмуллин Геннадий Васильевич

Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
pikmullin@mail.ru

Медведев Владимир Михайлович

Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
mvm-mail@mail.ru

ТАТАРСТАНСКО-СИБИРСКО-УРАЛЬСКО-ЯРОСЛАВСКАЯ ТЕХНИКА ИСКЛЮЧЕНИЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИКО-СОЦИАЛЬНОЙ КАТАСТРОФЫ В АПК РОССИИ

Аннотация. Аграрное производство в России за последние тридцать лет отметилось массовыми негативными фактами: уничтожение севооборотов, как основы существования земледелия, вытеснение отечественной селекции и семеноводства импортными генномодифицированными семенами краткосрочной вегетации, категорическая необходимость массового применения пестицидов и гербицидов при массовом зарастании хлебных полей сорняками и кустарниками и резком повышении себестоимости при существенном падении рентабельности.

Результат – наводнения, исчезновение тысяч деревень, продовольственная, кормовая, фармацевтическая зависимость Страны, резкий рост онкологических и неврологических заболеваний.

Все эти неотрицаемые технологические факты дают основание определить сегодняшнее аграрное производство как экологическую, экономическую и социальную катастрофу, подтвержденную тем, что в

стране только более трети пшеницы производится хлебопекарными качествами.

Агроинженерная наука Татарстана в Казанском ГАУ, ТатНИИСХ, Сабинском АК под управлением АН РТ и РАН, развитая в Новосибирске, Челябинске, Уфе, Иванове, Ростове, Каунасе, Ярославле, создали полный комплекс отечественной техники, превосходящей все зарубежные комплексы, создавшим проблему по всем технологическим показателям от 2 до 6 раз.

Фундамент этого внушительного неоспоримого Успеха – наши Знания, полученные от наших глубокоуважаемых Учителей-инженеров Казанского сельскохозяйственного института им. М.Горького. Среди которых особое место занимает Анатолий Петрович Мартьянов, который учил, как снизить сопротивление техники в работе, увеличивая надежность, производительность, качество при снижении затрат.

Сегодня наш комплекс не имеет конкурента в Море. Он одобрен первым и единственным выездным заседанием РАН в Казанском ГАУ 22-23 октября 2015г.

Ключевые слова: удельное сопротивление, производительность, затраты, влагосбережение, конкурентоспособность.

Nazib K. Mazitov

*Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

Rustem L. Sakhapov

*Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of
Tatarstan, Professor
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia*

Lenar Z. Sharafiev

*Candidate of Technical Sciences, doctoral student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

Roza F. Sibagatullina

*Senior Specialist of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the
Republic of Tatarstan*

Gennady V. Pikmullin

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

pikmullin@mail.ru

Vladimir M. Medvedev

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

mvm-mail@mail.ru

TATARSTAN-SIBERIAN-URAL-YAROSLAVL TECHNIQUE OF EXCLUSION OF ECOLOGICAL, ECONOMIC AND SOCIAL CATASTROPHE IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA

Abstract. Agricultural production in Russia over the past thirty years has been marked by massive negative facts: the destruction of crop rotations as the basis for the existence of agriculture, the displacement of domestic breeding and seed production by imported genetically modified seeds of short-term vegetation, the categorical need for the mass use of pesticides and herbicides during the mass overgrowth of grain fields with weeds and shrubs and a sharp increase in cost with a significant drop in profitability.

The result is floods, the disappearance of thousands of villages, food, feed, pharmaceutical dependence of the Country, a sharp increase in oncological and neurological diseases.

All these undeniable technological facts give grounds to define today's agricultural production as an ecological, economic and social catastrophe, confirmed by the fact that only more than a third of wheat is produced in the country by baking qualities.

Agroengineering science of Tatarstan in Kazan State Agrarian University, TatNIISKh, Sabinsky AK under the management of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan and RAS, developed in Novosibirsk, Chelyabinsk, Ufa, Ivanovo, Rostov, Kaunas, Yaroslavl, created a full range of domestic equipment, surpassing all foreign complexes, which created a problem in all technological indicators from 2 to 6 times.

The foundation of this impressive undeniable Success is our Knowledge gained from our highly respected Teachers-engineers of the Kazan Agricultural Institute named after M. Gorky. Among which a special place is occupied by Anatoly Petrovich Martyanov, who taught how to reduce the resistance of equipment in operation, increasing reliability, productivity, quality while reducing costs. Today our complex has no competitor in the World. It was approved by the first and only visiting meeting of the Russian Academy of Sciences in the Kazan State University on October 22-23, 2015.

Keywords: resistivity, productivity, costs, moisture conservation, competitiveness.

Введение. Необходимость разработки нашего Проекта, как прорывного, вызвана следующими неотрицаемыми фактами: «Людские потери Российской Федерации за последние три десятилетия вполне сопоставимы с общими людскими потерями СССР в Великой Отечественной войне» [1,2,3,4,5,6], от Китая и ЕвроСоюза получены уведомления в выявлении в рапсе одного из российских производителей органической продукции наличия ГМО и превышения остаточного количества пестицида тиаметоксама в 78 раз, от Молдовы – об обнаружении в гречневой крупе превышения остаточного количества

глифосата в 57 раз [7]. Общеизвестно, что онкологические и неврологические заболевания превысили сердечно-сосудистые, существенно выросло рождение больных детей. Забыли учение Д.Н.Прянишникова, что «Незнание агротехники нельзя заменить избытком минеральных удобрений». Причины сложной ситуации в АПК России – в отсутствии координации действий смежных наук по Экологии, Эргономике, Эксплуатации, Экономике; коэффициенты конкордации по которым среди ученых по механизации АПК по нашему опросу в г.Челябинске на Международной конференции оказались соответственно равными только – 0,40; 0,16; 0,19; 0,59, что ещё более усложнилось уже за последние десятилетия [8,9,10,11,12].

Цель исследований. Представить Прорывной Проект производства экологически чистой, экономически доступной, эргономически безвредной, эксплуатационно универсально-многофункциональной отечественной многократно конкурентоспособной, социально гарантированной техники аграрной технологии жизнесохранения Нации, т.е. существования Государства.

Материалы и методы. 1. Исключение применения на полях сверхтяжелой тенденциозной техники. 2. Возрождение производства отечественной техники, мощностью 120-150 л.с., производительностью не менее, а более, чем исключенные сверхтяжелые мощностью 400-500 л.с. 3. Восстановление производства и внедрения техники и технологии влагонакопления и влагосохранения. 4. Блочно-модульное унифицированное конструирование сельхозмашин. 5. Отказ от пестицидов и гербицидов, широко внедрение истинно органического земледелия.

Результаты и обсуждение. Основу проекта составляет не последовательное соединение в виде автопоезда (цугом) известных почвообрабатывающих машин, как это делается до сих пор во многих странах, а комплектование по принципу: рабочие органы, пакеты рабочих органов, модули из пакетов рабочих органов, блоки из модулей. Один модуль рассчитан на тяговые возможности трактора наименьшего тягового класса, наибольшее число блоков с наибольшим количеством модулей – на трактор наибольшего класса.

Пакет рабочих органов состоит из трёх типов средств воздействия на почву: рыхлителей, выравнивателей, катка (4 ряда). Наилучшие варианты мировых аналогов состоят из семи рядов рабочих органов. Наша конструкция включает рыхлители для ранневесенней обработки почвы – пружинные, для поздней – стрельчатые или бритвенные (первые 2 ряда). Третий ряд составляет автономно демпфированный планочно-зубовой выравниватель, четвёртый – также демпфированный винтовой прутковый каток. Трёхрядное расположение рыхлителей исключает установку зубового выравнивателя в каменистых условиях.

Такая предельно компактная конструкция за один проход полностью обеспечивает то качество обработки почвы, которое достигается пятью известными однооперационными машинами, во столько же раз сокращая агросроки полевых работ, затраты труда и топлива, сохраняя почву от дефляции [16-22].

На основе блочно-модульности создан весь технологический комплекс флагмана российского аграрного машиностроения (рисунок 1).

Для ориентировки о практической значимости нашей техники можно привести результат визуального сравнения нашей машины в Краснодарском крае (рисунок 2), который убедительно показывает высокую практически кратную весомость нашей техники. Она – без сомнения подтвердила испытания по ГОСТу и МИСе и в дальнейшем, как в 2016 году на Владимирской МИС.

Технология влагонакопления и влагосбережения на основе блочно-модульной техники показала стабильные результаты в 2006-2022 гг. на полях площадью более 250 тыс. гектаров в АО «Востокзернопродукт». В любые годы: и в засушливые, переувлажненные, нормальные – урожайность зерновых культур была 30-35 ц/га.

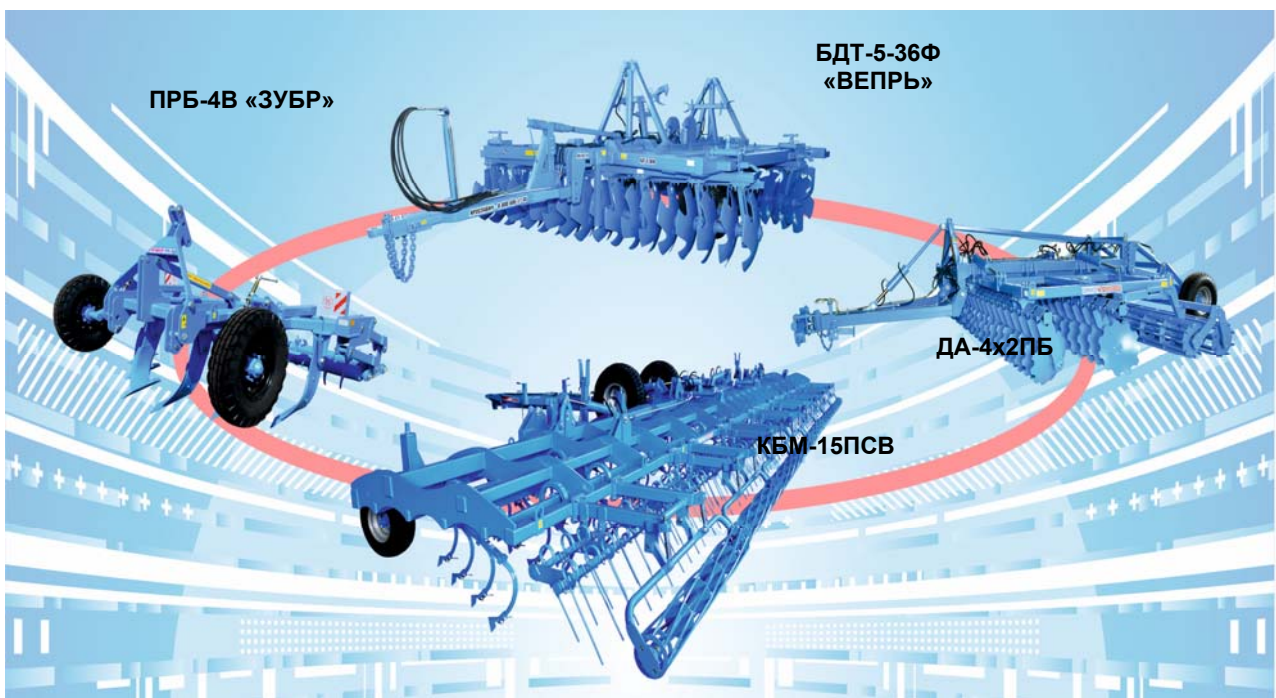


Рисунок 1 - Технологический комплекс Флагмана российского аграрного машиностроения Ярославской импортозамещающей техники

В 2018 году – когда по Республике Татарстан урожайность была 22,5 ц/га, а в России – тоже около этого – там урожайность была 30 ц/га. Самое главное ещё пшеницы 3 класса было 85%, когда по России всего 22%. Здесь другие комментарии лишние... Только одно неотрицаемо: конкурентов нашим российской технологии и технике нет, сохраняем

возможность проявления потенциальных показателей наших отечественных селекции и семеноводства, выбивая из рук основания некоторых тенденциозных «ученых-академиков» о вырождении наших сортов и необходимости обязательного внедрения западных.

Кратные преимущества КБМ по сравнению с КПС-4 по опыту Усть-Лабинского района Краснодарского края (только – визуальные, но неотрицаемые):

1. Ширина захвата больше в 1,8 раза (7,2 и 4,0) – производительность больше в 1,8 раза!

2. Рабочая скорость больше в 1,5 раза (15 и 10 км/ч) - производительность больше в 1,5 раза!

3. Число проходов меньше в 4 раза – значит – производительность больше в 4 раза!

4. Экономия топлива в 2,3 раза за 1 проход (4,1 и 1,8 кг/га);

5. Общее технологическое повышение производительности в 10,8 раза ($1,8 \times 1,5 \times 4$);

6. Общее снижение расхода топлива в 9,2 раза ($4 \times 2,3$).

Таким образом, производственные результаты подтвердили правильность наших конструктивных решений по снижению тягового сопротивления машин, определенных на Государственных испытаниях на Поволжской МИС (таблица 1).



слева – блочно-модульного культиватора КБМ-7,2П, изготовленного в АО «ПК «Ярославич» (глыбистость – 1 шт/м², выравненность – 100%, гребнистость – отсутствует); справа – серийного культиватора КПС-4 с боронами БЗСС-1 (глыбистость – 29 шт/м², гребнистость – 8 см, выравненность – 69%) за 1 проход агрегата. Ныне там работают свыше 250 культиваторов КБМ производства АО «ПК «Ярославич» и 1 тыс. машин комплекса.

Рисунок 2 - Сравнение качества работы двух культиваторов в Усть-Лабинском районе Краснодарского края в 2004 году в присутствии руководителей РСХУ и хозяйства:

Таблица 1 - Результаты Государственных испытаний культиваторов на Поволжской МИС в 1993-1997гг

Культиваторы	Блочно-модульные культиваторы Татарстана			2КПС-4 +4БЗСС-1	КПЗ-9,7	Компактор	«Синхро- жерм»
Показатели	КБМ-8,4Н	КБМ- 10,5П	КБМ-15П	России	России	Германии	Франции
Ширина захвата, м	8,4	10,5	15	8	9,7	6	4
Удельное тяговое сопротивление, кН/м	3,1	2,86	2,72	3,38	3,2	7,33	10,75
Удельный расход топлива, кг/га	2,8	2,6	2,5	3,6	3,3	4,5	7,8
Удельная металлоемкость, кг/м	250	350	340	350	330	750	1050
Производительность, га/ч	7,2	9,1	12,9	6,4	7,8	4,5	3,0
Удельная стоимость работ, тыс.руб./га	43,6	43,2	39,2	44,4	43,9	158,0	149,6
Вынос влажного слоя почвы, %		2,5		12,3	9,1	6,4	5,4
Эрозионно-опасные частицы, %		-0,3		-0,5		12,3	
Гребнистость поверхности поля, см		0,0		4,4	4,7	1,5	2,5
Рабочая скорость, км/ч		9,6		8,2	8,3	7,6	8,3
Поверхностное прикатывание	-	-	-	-	-	+	+
Подповерхностное прикатывание на глубине посева	+	+	+	-	-	-	-
Возможность ранне- весенней культивации	+	+	+	-	-	-	-

Выполненные нами многолетние исследования и испытания позволили обосновать полный комплекс функциональной энерго-, ресурсосберегающей отечественной техники для всего семейства тракторов «Беларус». Один из вариантов представим в таблице 2.

Таблица 2 - Полный комплекс техники для трактора тягового класса 2 (Belarus 1221), 132 л.с., 5800 кг

№ п/п	Наименование СХМ	Стоимость, млн. руб. (в ценах на 12.07.2021 г.)
1.	Борона дисковая тяжелая БДТ-2,5-18Ф «Вепрь»	1,940
2.	Агрегат дисковый полуприцепной ДА-2,5х2ПБ «Бизон»	1,275
3.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной КБМ-8-ЗП-Г1К-НО	1,129
4.	Культиватор блочно-модульный полуприцепной КБМ-8-ЗП-Г1К-НС	1,213
5.	Культиватор блочно-модульный навесной КБМ-6-ЗН-Г1К-НО	0,732
6.	Культиватор блочно-модульный навесной КБМ-6-ЗН-Г1К-НС	0,898
7.	Культиватор блочно-модульный навесной со стрелчатой лапой КБМ-8НУС (МТЗ-1221)	0,890
8.	Культиватор блочно-модульный навесной с оборотной лапой КБМ-8НУ (МТЗ-1221)	0,798
9.	Коническая борона 5 секций (15 метров)	2,550
10.	Коническая борона с внесением мин. удобрений	5,150
11.	Посевной комплекс КСКП-2,1-2	1,130
12.	Многофункциональный распределитель удобрений УРМ-10	2,663
13.	Погрузчик навесной быстросъемный ПНБ-1200 «Геракл»	0,534
14.	Трактор Belarus 1221	2,064
	Всего: за 1 комплект	22,787

Сравнительные государственные испытания, проведенные Поволжской МИС в Альметьевском районе РТ, показали существенные технико-экономические преимущества нашего комплекса на базе трактора МТЗ-1221 над сверхтяжелыми тракторными комплексами по всем показателям (рис. 3, таблица 3).

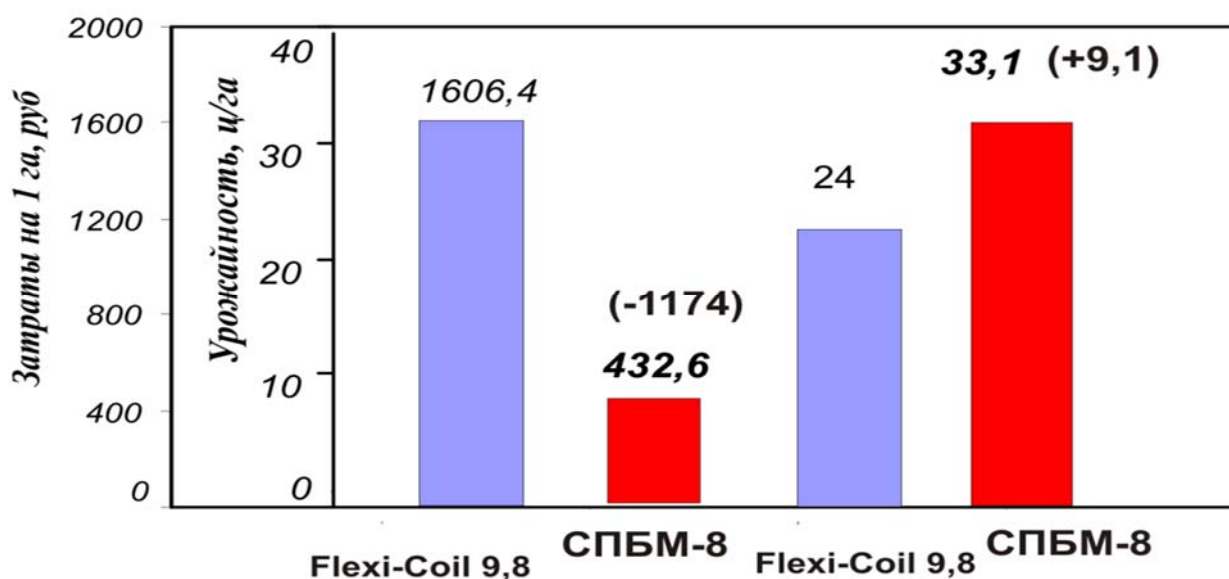


Рисунок 3 - Затраты меньше в 3,7 раза, а урожай больше – на 9 ц/га! (1,4 раза)

Таблица 3 - Значимость сеялки СПБМ-16П и уровенсоответствия мировым аналогам

Сравнение посевных агрегатов (2010 год)

Показатели \ Сеялки		СПБМ-16П	Flexi-Coil 9,8	Solitair 12
	Ширина захвата, м	16	9,8	12
	Марка тягового трактора	MT3-1221 T-150K	New-Holland TJ 375	Deutz-Fahr Agrotzon 265
	Тяговая мощность агрегата, кВт	69,7	104,0	126,1
	Мощность энергетического средства, кВт	92	283	192
	Скорость агрегата, км/ч	11,6	9,2	12,4
	Производительность агрегата за час основного времени, га/ч	12,9	9,0	10,4
	Себестоимость посева, руб/га	465	1643	702

Применение сеялки СПБМ-16П выгоднее сравниваемых зарубежных агрегатов по Flexi-Coil 9,8 и Solitair 12 по показателям

потребной тяговой мощности на 33 и 45%%, производительности – на 43,3 и 24%, себестоимости посева – на 81,7 и 33,8%.

Общая экономическая эффективность на 1 гектар от использования комплекса техники РАН (СПБМ-8) по сравнению с Flexi-coil 9,8 + Прибавка в урожайности = $1173,8 \text{ руб} + (9,1 \text{ ц/га} \times 800 \text{ руб/ц}) = 1173,8 + 7280 = 8454 \text{ руб/га}$.

Экономический эффект на 1 млн. га посевов яровой пшеницы – $8454 \text{ руб/га} \times 1\,000\,000 \text{ га} = 8\,454\,000\,000 \text{ руб} = 8,45 \text{ млрд. руб} / \text{ на } 1 \text{ млн. га}$.

Выводы:

1. На базе Казанского ГАУ и ТатНИИСХ с участием конструкторов Новосибирска, Челябинска, Уфы, Иваново, Ростова-на-Дону, Ярославля создан высококонкурентоспособный отечественный Проект ликвидации продовольственной зависимости и гарантирования жизнеспособности Нации.

2. Обратиться к Президенту РТ Р.Н. Минниханову с предложением заслушать наш Проект на Правительственном уровне, организовать Координационный Совет с включением ответственных лиц всех Министерств, создать Агро-, техно-, эко-, научно-образовательный Центр мирового уровня на базе Казанского ГАУ, включая ТИПКА, Ветеринарный, Медицинский, Экономический институты и Агроколледжи, а также Ассоциацию фермерских хозяйств с полным обеспечением нашей отечественной техникой за счёт бюджета, демонстрацией перед Правительством РФ.

3. Решение для обсуждения опубликовать в широкой открытой печати в СМИ.

Литература

1. Лачуга Ю.Ф. Зерно общего назначения//Сельская жизнь. -2018. - № 27. – С.5.
2. Оболенский И. 10 млн. га – сев отменяется//Региональная газета Урала, Сибири, Поволжья «Аграрные Известия» - 2010. - № 7 – С.17.
3. Качество хлеба//Информационный бюллетень МСХ РФ. -2021.-№2- С.35.
4. Хайруллин А. Сомнения в триумфе//Сельская жизнь-2018-№ 4, 1-7 февраля – С.9.
5. Высокотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенокосов и пастбищ. Подготовка специалистов для проектирования, создания и внедрения импортоопережающей инновационной техники в сельскохозяйственное производство: научное издание/РАН, ФГБНУ ВИМ; ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ: ФГБНУ ВНИМС; ФГБОУ ВПО Ю-УрГАУ; ФГБНУ ТатНИИСХ; Сабинский АК РТ; ЗАО «ПК «Ярославич»; ООО «Варнаагромаш»//-Казань: Издательство Казанского ГАУ, - 2015. – 301с.

6. Валентин Катасонов. Людские потери сопоставимы с потерями в Великой Отечественной войне//Аргументы недели. № 11(755), 24 марта 2021г. – С.13.
7. Сельхознадзор за качеством//Информационный бюллетень МСХ РФ. – 2021. - № 1. – С.9.
8. Бабкин К. России нужна четкая промышленная политика//rostselmash REPORT. – 2007. - № 2. – С.32-35.
9. Ушачёв И.Г. Агропромышленный сектор России в условиях санкций: проблемы и возможности//Сельскохозяйственные машины и технологии. -2015.- № 3.- С.3-8.
10. Кашин В. Цели и финансы аграрного сектора//Сельская жизнь. – 2018. - № 5 (24068), - 8-14 апреля. – С.6.
11. Ежевский А.А., Черноиванов В.И. Отсутствует единая политика по сельхозмашиностроению//Машинно-технологическая станция. – 2018. - № 3. – С.20-21.
12. Мазитов Н.К., Хадеев Т.Г., Низамов И.М., Сибагатуллин Ф.С., Садретдинов А.К., Галиев С.А. Комплекс влаго-, энерго-, ресурсосберегающих блочно-модульных культиваторов, адаптированных к условиям многоукладного хозяйствования. Практические рекомендации//Татарский НИИСХ. – г. Казань. - 2001г. – С.3.
13. Мазитов Н.К. Российская прорывная техника и технология производства продукции безопасного жизнеобеспечения. Издание 2-е, дополненное, посвященное 80-летию автора// - М.: ООО «Сам Полиграфист», 2020. – 604с.
14. Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Шарафиев Л.З. Отечественная техника и технология ликвидации продовольственной зависимости//Вестник Курганской ГСХА. - 2020. – 3(35). – С.76-80.
15. Мазитов Н.К., Сибагатуллин Ф.С., Сахапов Р.Л. Российская техника и технология гарантирования продовольственной независимости и жизнесохранения//Вестник Курганской ГСХА. - 2021. - № 3(39). – С.67-72.
16. Патент № 2395183 С1 Российская Федерация, МПК А01В 21/00. Почвообрабатывающее орудие: № 2009110058/12: заявл. 19.03.2009: опубл. 27.07.2010 / Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".
17. Пикмуллин, Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
18. Патент № 2395184 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20, А01В 35/26, А01В 39/20. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: №

2008153024/12: заявл. 31.12.2008: опубл. 27.07.2010 / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".

19. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES

20. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

21. Пикмуллин, Г.В. Упрочнение лезвийных элементов почвообрабатывающих машин способом электрической обработки контактным непрерывным оплавлением / Г.В. Пикмуллин, Р.Х. Гайнутдинов, Ф.Р.А. Шамсутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 70-72.

22. Гайнутдинов, Р.Х. Кинематика эллипсовидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы / Р.Х. Гайнутдинов, С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, Г.В. Пикмуллин // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.

© Мазитов Н.К., Сахапов Р. Л., Шарафиев Л.З., Сибагатуллина Р.Ф.,
Пикмуллин Г. В., Медведев В.М., 2022

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В АПК

УДК 631.362.37

Хабибуллин Рифнур Ильнурович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

habibullinrifnur2@gmail.com

Нафиков Инсаф Рафитович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

insaf-82@mail.ru

Кашапов Ильдар Ильясович

Старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ildarc.84@mail.ru

ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА С РАЗРАБОТКОЙ КОМБИНИРОВАННОГО ПНЕВМО-ГРАВИТАЦИОННОГО ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЯ

Аннотация. В статье рассматривается совершенствование переработки зерна с помощью комбинированного пневмо-гравитационного зерноочистителя.

Ключевые слова: камнеотборник, очистка зерна, зерноочиститель, минеральные примеси

Rifnur I. Khabibullin

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

habibullinrifnur2@gmail.com

Insaf R. Nafikov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

insaf-82@mail.ru

Ildar I. Kashapov

Senior Lecture

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ildarc.84@mail.ru

GRAIN PROCESSING WITH THE DEVELOPMENT OF A COMBINED PNEUMATIC-GRAVITY GRAIN CLEANER

Abstract. The article discusses the improvement of grain processing with the help of a combined pneumo-gravity grain cleaner.

Keywords: камнеотборник, очистка зерна, зерноочиститель, минеральные примеси.

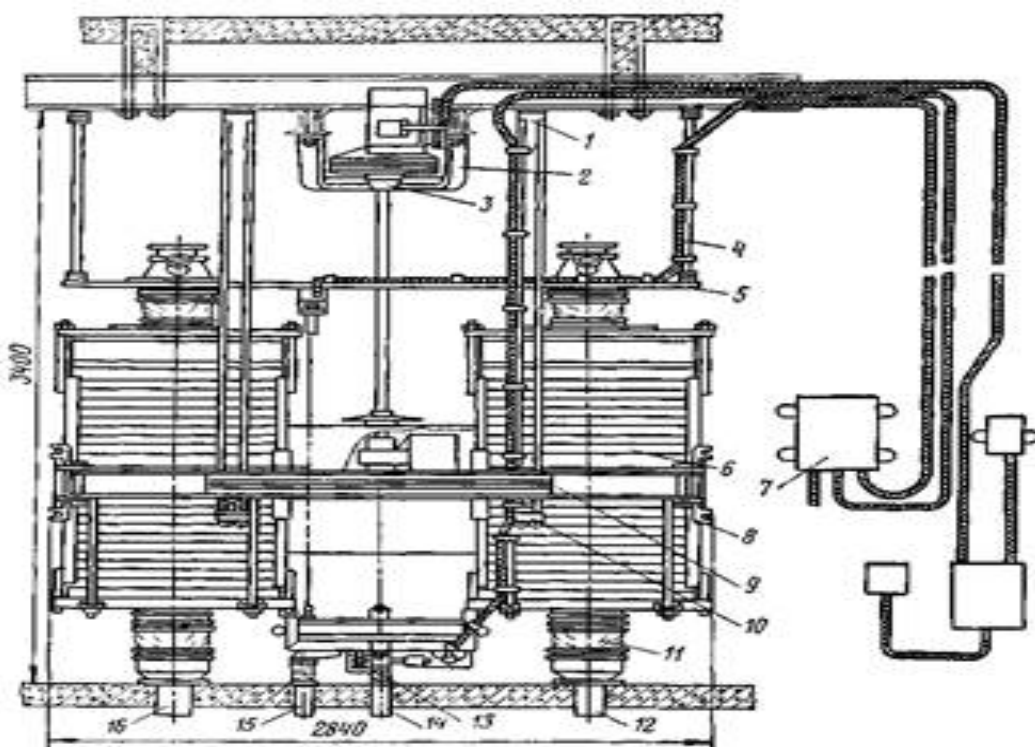
Зерно – одно из главных продуктов в нашей жизни. Чего только не вырабатывают из зерна: муку, крупу, макаронные и хлебные изделия. Его потребляют и перерабатывают в очень больших количествах. Но также важно, чтобы столь нужная продукция была хорошего качества. Для этого нужны камнеотборники, камнеотделительные и зерноочистительные машины [1,2,3,4].

Существующие аналоги.

Камнеотборник А1-БКМ.

Применяется для отделения от зерна минеральных примесей перед отправкой на мукомольные предприятия [5,6].

Основные узлы камнеотборника: кузов (2 шт.), основной корпус, устройство для выгрузки отходов, устройство для создания поступательно-кругового движения, приводной механизм, приемное и выпускное устройство.



- 1 – рычаг; 2 – механизм для подвески; 3 – опорный механизм; 4 – кронштейн;
 5 – платформа приемная; 6 – рама; 7 – электропит; 8 – уголок;
 9 – двутавр; 10 – замок; 11, 13 – патрубок; 12, 14, 15, 16 – выгрузные окна.

Рисунок 1 – Камнеотделительная машина А1-БКМ

Принцип работы камнеотделительной машины А1-БКМ заключается в сортировании смеси на фракции.

Поступательно-круговое движение двух рабочих камер осуществляется после включения электродвигателя с балансиром.

Зерно через приемник самотеком попадает на камеру для распределения и через отверстие в количестве 16 делится на камеры, которые состоят из рабочих рам, далее впоследствии на дне корпуса с рамками подвергается движению поступательно-кругового типа.

Частицы, совершая удары по внутренним стенкам камеры с рамками, а за счет наклона тарелки приобретают собственную скорость и линию движения, который зависит от ее плотности и размера [7,8].

В этой области происходит деление на 2 типа:

- из смеси с одинаковой плотностью – в нижнюю часть собираются мелкие, а где однотипные размеры – там, где одинаковая плотность смеси – вниз идут мелкие, а где одинаковый размер – тяжеловатые частицы, и в соответствии с этим зерно всплывает наверх и выходит из машины через трапы.

Минеральные примеси осаждаются на дно диска с помощью гофр. Они в свою очередь взрыхляют нижний слой зерна.

Новая разработка.

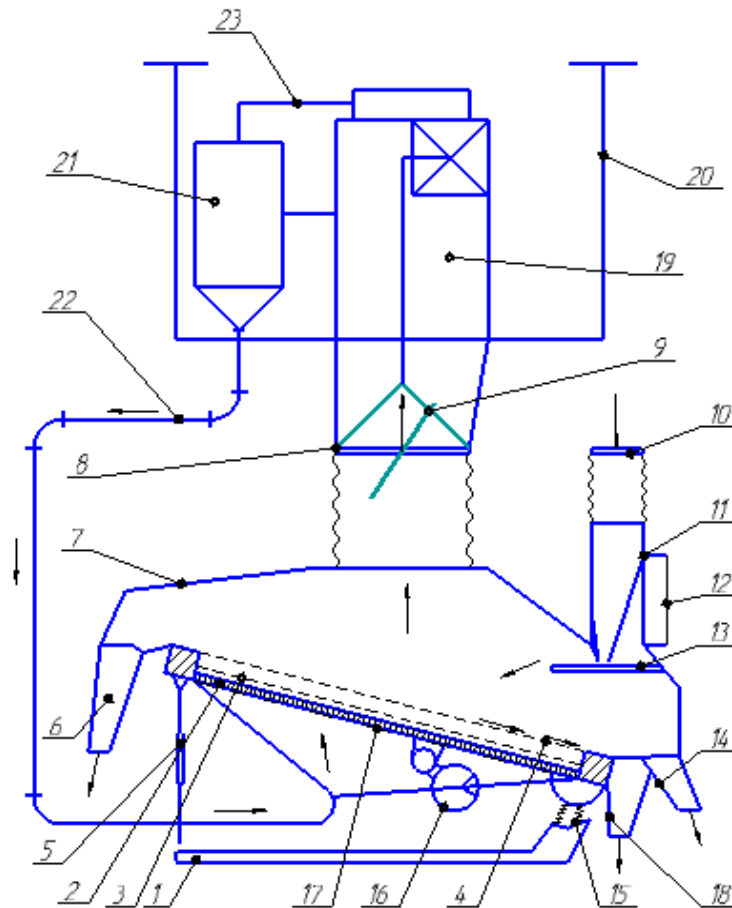
Комбинированный пневмо-гравитационный зерноочиститель (камнеотборник).

Разработка комбинированного пневмо-гравитационного зерноочистителя направлена для удаления, отбора тяжелых и легких примесей, который будет способствовать получению чистых и качественных зерен – что является очень важным требованием для пищи, реализации, обработке и переработки продукции [9,10].

Новая конструкция актуальна тем, что технический уровень предлагаемого оборудования, его долговечность и надежность, введение новых технологий, позволит значительно повысить производительность труда, будет обеспечивать соблюдение всех требований техники безопасности, санитарной и противопожарной техники, условий работы обслуживающего персонала [11,12].

Стоит отметить, что из новизны будет присутствовать система рециркуляции воздуха, а она в свою очередь включает в себя вентилятор, осадочную камеру и систему воздухопроводов.

Устройство комбинированного пневмо-гравитационного зерноочистителя [13,14].



1 – корпус; 2 – легкосплавная рама; 3 – поверхность для сортировки;
 4 – сетчатая поверхность; 5 – устройство для регулирования наклона
 камеры; 6 – окно для выхода минеральных частиц; 7 – кожух;
 8 – аспирационный канал; 9 – регулируемая заслонка; 10 – окно приемное; 11
 – дроссель; 12 – дроссель регулятор; 13- распределитель; 14 – окно для
 выхода очищенных крупных зёрен; 15 – стойка боковая; 16 – электромотор;
 17 – дно для выравнивания воздушного потока; 18 – патрубок для мелкой
 фракции; 19 – циклоновая труба; 20 – корпус из сварной рамы;
 21 – вентиляторная камера; 22 – воздухопровод; 23 – линия для рециркуляции
 воздушного потока.

Рисунок 2 – Схема новой разработки комбинированного пневмо-гравитационного зерноочистителя

Принцип работы.

Работа зерноочистителя начинается с приемного устройства. Именно через него зерновая смесь сначала попадает на распределителя, а затем с помощью воздушного потока продувается на сортирующую поверхность [15,16]. Вот здесь происходит один из самых главных процессов работы зерноочистителя: разделение зерна и минеральных примесей. При наличии воздушного потока слой зерна разгружается через выпускной патрубок, а минеральные примеси, которые имеют сцепление с сортирующей поверхностью, идут ввысь напротив наклона деки и выходят через патрубок [17,18]. Но ведь есть еще легкие примеси.

Куда же они денутся?! Вот для этого и как раз нужен циклон. Легкие примеси через аспирационный патрубок попадают в циклон и выводятся из зерноочистителя [19,20].

Область применения.

Комбинированный пневмо-гравитационный зерноочиститель будет использован в основном в сельскохозяйственных предприятиях, которые занимаются выращиванием зерновых культур, а также в зерноперерабатывающих производствах.

Литература

1. Хусаинов, Р. К. Обоснование объектов наблюдения для проведения экспериментальных исследований / Р. К. Хусаинов, И. Г. Галиев // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 199-205.
2. Галиев, И. Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с. – ISBN 978-5-4365-3422-0.
3. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р.Р. Шайхутдинов, И.Г. Галиев, Р.Р. Ахметзянов, И. И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Казань, 24–26 июня 2020 года. Том Выпуск 14. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.
4. Хусаинов, Р. К. Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом дифференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период / Р. К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 2(28). – С. 73-76.
5. Сабиров, Б.М. Анализ существующих теорий дробления зерна / Б. М. Сабиров, И.М. Гомаа, Р.Р. Мусин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 177-184.
6. Сабиров, Б.М. Разработка устройства для дробления зерна / Б.М. Сабиров, А.В. Дмитриев // Проблемы научной мысли. – 2017. – Т. 1. – № 1. – С. 332-338.

7. Increase of efficiency of tractors use in agricultural production / I. Galiev, C. Khafizov, N. Adigamov, R. Khusainov // Engineering for Rural Development: Proceedings, Jelgava, 23–25 мая 2018 года. Vol. 17. – Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2018. – P. 373-377.
8. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I.I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.
9. Кашапов, И.И. Обзор показателей энергетической эффективности / И.И. Кашапов, Б.Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.
10. Зиганшин, Б.Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б.Г. Зиганшин, И.Х. Гайфуллин, Н.Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84. – DOI 10.51794/27132064-2022-3-78.
11. Практическое использование куриного помета при возделывании озимой пшеницы / А.С. Ганиев, Ф.С. Сибгатуллин, З.М. Халиуллина [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10(137). – С. 38-47. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-38-47.
12. Проблема утилизации куриного помета с использованием биохимических препаратов / А. С. Ганиев, З. М. Халиуллина, Р.Р. Ахметзянова, И.Х. Гайфуллин // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия РТ. – Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 63-72.
13. Шайхутдинов, Э. И. Обзор существующих конструкции грануляторов концентрированных кормов / Э. И. Шайхутдинов, Д. Т. Халиуллин, И. Р. Нафиков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 90-96.
14. Халиуллин, Д. Т. Шелушение семян подсолнечника / Д. Т. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 10.
15. Numerical modeling of the effect of energy-separation in the ranque-hilsch tube / B. Ivanov, B. Ziganshin, A. Dmitriev [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets,

Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00109.

16. Лушнов, М. А. Оптимизация параметров горизонтального смесителя высоковязких кормов с эксцентрично расположенным рабочим органом / М. А. Лушнов, Б. Л. Иванов, А. И. Рудаков // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 97-102.

17. Нафиков, И. Р. Результаты экспериментальных исследований пульсирующего струйного аппарата используемых в сельскохозяйственном производстве / И. Р. Нафиков, А. И. Рудаков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 190-195.

18. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Сеницкий // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 40-45.

19. Пути совершенствования технологии доения / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, А. А. Мустафин, Ф. Ф. Ситдилов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 181-185.

20. Иванов, Б. Л. Пути снижения энергетических затрат при сушке зерна / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 19 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 83-89.

© Хабибуллин Р.И., Нафиков И.Р., Кашапов И.И., 2022

УДК 631.151

Гильмутдинов Ильфар Ильнурович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Ilfar-231@mail.ru

Хусаинов Раиль Камилевич

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

rail-1312@mail.ru

Галиев Ильгиз Гакифович

Доктор технических наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, Казань

drgali@mail.ru

Нафиков Инсаф Рафитович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Insaf-82@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье рассматриваются перспективные источники энергии, которые могут использоваться вместо горючих ископаемых.

Ключевые слова: экологически чистые источники энергии, возобновляемая энергия, энергетика, электричество, исчерпаемые ресурсы.

Ilfar I. Gilmutdinov

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Ilfar-231@mail.ru

Rail K. Khusainov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

rail-1312@mail.ru

Ilgiz G. Galiev

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

drgali@mail.ru

Insaf R. Nafikov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

insaf-82@mail.ru

APPLICATION OF INSTALLATIONS FOR OBTAINING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ELECTRICITY

Abstract. The article discusses promising energy sources that can be used instead of fossil fuels.

Keywords: environmentally friendly energy sources, renewable energy, energy, electricity, exhaustible resources.

Потребление энергии в мировой экономике постоянно возрастает. Так или иначе, это приведет к тому, что запасы природных ископаемых иссякнут. Поэтому поиск альтернативных источников энергии становится актуальной задачей современности. К ним относят: ветер (ветрогенераторы), солнце (водонагреватели, коллекторы, солнечные батареи), движение вод (приливные и волновые электростанции, мини- и микроводопадные электростанции), подземное тепло (геотермальная энергия: тепловые и электрические станции, грунтовые теплообменники), водород и сероводород (использование энергии, выделяемой при их сгорании), биотопливо (топливо, получаемое из биологического сырья) и другие.

Устройства для получения электроэнергии



Рисунок 1 – Ветровые электрогенераторы

Ветровые электрогенераторы служат отличным устройством для преобразования энергии ветра в энергию. Устанавливаются такие сооружения на высотах, где используя силу ветра, турбины вырабатывают электричество – экологически безопасный и удобный вид энергоносителя. Ветром лопасти приводятся в движение и запускает электрогенератор.



Рисунок 2 – Солнечные батареи

В последнее время использование солнца для получения тепловой и электрической энергии является популярным источником. Более того, солнечные коллекторы применяются для подогрева и отопления различных помещений, в том числе и на космических станциях.



Рисунок 3 – Приливная электростанция

Приливная электростанция (или приливная ГЭС) по конструкции близка к электростанциям, устанавливаемым на реках. Здесь плотиной перегораживается устье реки или достаточно узкий залив, и устанавливаются гидравлические турбины. Движущаяся в устье вода способствует выработке электроэнергии.

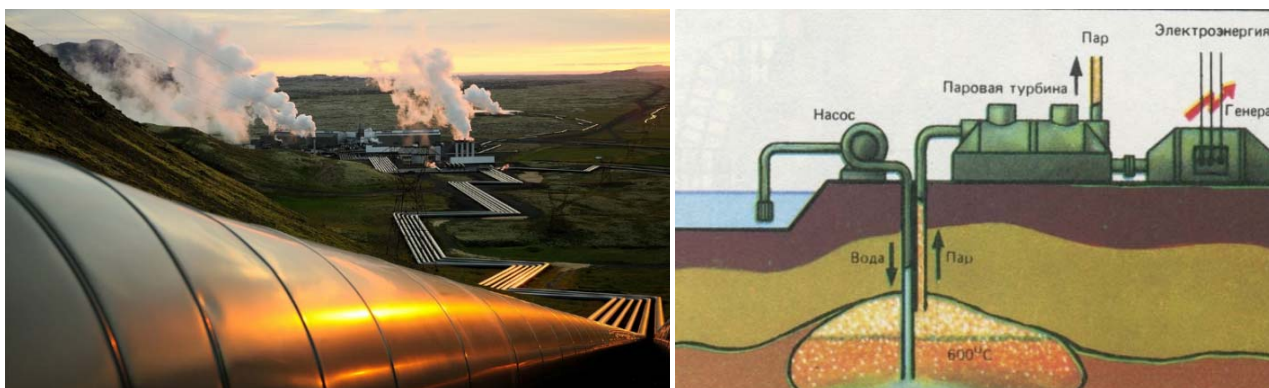


Рисунок 4 – Геотермальные электростанции

Ядро Земли является мощным источником энергии.

Электростанции для добычи такой энергии строятся в основном в местах вулканов, гейзеров, где земная кора тоньше и тем самым, упрощается процесс добычи.

С каждым годом проблема получения энергоресурсов возрастает. Это во многом связано с жизнедеятельностью человека.

В силу того, что ресурсы исчерпаемы, перед человечеством встает задача сохранения и поиска безопасных природных источников энергии.

Использование природных сил для получения энергии позволит сделать этот ресурс возобновляемым, экологичным, но, к сожалению, дорогим удовольствием.

Литература

1. Шакиров Р.М. Разработка малогабаритной плющилки для зерна/ Р.М. Шакиров// В сборнике: Студенческая наука – аграрному производству. Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции. Казань, 2022. – С. 424-429.
2. Шайхутдинов, Э.И. Обзор существующих конструкции грануляторов концентрированных кормов / Э.И. Шайхутдинов, Д.Т. Халиуллин, И.Р. Нафиков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 90-96.
3. Халиуллин, Д.Т. Шелушение семян подсолнечника / Д.Т. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 10.
4. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.

5. Ахметшин, Р.К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р.К. Ахметшин, И.И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора ГайнановаХазипаСабиновича. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 16-21.
6. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т.Н. Вагизов, Х.С. Фасхутдинов, Р.Р. Ахметзянов, Н.Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.
7. Салахов, И.М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти ГайнановаХазипаСабиновича. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 139-145.
8. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т.Н. Вагизов, Н.Я. Галимова, Н.А. Адыева, Э.Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.
9. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01M 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
10. Габдрафиков, Ф.З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.
11. Хусаинов, Р.К. Обоснование объектов наблюдения для проведения экспериментальных исследований / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, МазитоваНазибаКаюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 199-205.
12. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с.

13. Адигамов, Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброисковой обработкой / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов, Л.А. Хисамов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С. 226-229.
14. Гималтдинов, И.Х. Решение инженерной задачи при разработке прибора для вычисления осточного ресурса подшипников качения / И.Х. Гималтдинов, Р.С. Шайхетдинова // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 7. – С. 112-116.
15. Адигамов, Н.Р. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм / Н. Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // Вестник Казанского ГАУ. – 2011. – Т. 6. – № 2(20). – С. 89-90.
16. Разработка подшипника скольжения с регенерирующей смазочной пленкой / Р.Р. Ахметзянов, Х.С. Фасхутдинов, Р.Р. Шайхутдинов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 299-300.
17. Гималтдинов, И.Х. Моделирование динамики ротора молотковой дробилки в среде ANSYS Workbench 16.2 / И.Х. Гималтдинов, Н.Р. Адигамов, К. А. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 34-37.
18. Гималтдинов, И.Х. Безразборное определение остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов / И.Х. Гималтдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2016. – С. 192-198.
19. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, МазитоваНазибаКаюмовича. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 40-45.
20. Пути совершенствования технологии доения / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, А. А. Мустафин, Ф. Ф. Ситдинов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 181-185.

УДК 631.348

Файзуллин Ренат Айратович*Аспирант**Казанский государственный аграрный университет, Казань*fayzullinrenat@mail.ru**Нуруллин Эльмас Габбасович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*nureg@mail.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА В ПНЕВМОЗАГРУЗОЧНО-ПЫЛЕОЧИСТИТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ МОБИЛЬНОЙ ПРОТРАВОЧНОЙ МАШИНЫ

Аннотация. В статье представлены результаты теоретического обоснования расхода воздуха в пневмосистеме нового пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства мобильных протравливателей семян зерновых культур, обеспечивающего их движение во взвешенном состоянии. Полученные результаты позволяют, в зависимости от конструктивных параметров пневмосемяпровода и скорости витания семян, определить расход воздуха обеспечивающего пропускную способность пневмосемяпровода, соответствующую производительности протравочной машины по зерну.

Ключевые слова: протравливатель семян, пневмозагрузчик-пылеочиститель, расход воздуха.

Renat A. Fayzullin*Graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*fayzullinrenat@mail.ru**Nurullin Elmas Gabbasovich***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*nureg@mail.ru

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF AIR CONSUMPTION IN THE PNEUMOLOADER-DUST CLEANING DEVICE OF MOBILE SEED TREATER

Abstract. The article presents the results of the theoretical substantiation of air consumption in the pneumatic system of the new, pneumoloader-dust cleaning device of mobile seed treater of grain crops, which ensures their movement in a suspended state. The results obtained make it possible, depending on the design parameters of the pneumatic seed pipeline and the speed of the seeds

soaring, to determine the air flow rate, providing the capacity of the pneumatic seed pipeline corresponding to the performance of the seed treater machine.

Keywords: seed treater, pneumoloader-dust cleaner, air consumption.

Введение. Урожайность зерновых культур наряду с другими факторами зависит от степени травмированности семян [1,2,3]. Травмирование происходит на всех этапах технологии производства зерна, в том числе при предпосевной обработке семян защитными средствами на протравочных машинах [2,3,4]. Для снижения травмирования и повышения качества обработки в конструкциях сельскохозяйственных машин применяют различные технические решения, том числе пневматические и пневмомеханические рабочие органы [5-17]. При предпосевной обработке семян зерновых культур одним из перспективных направлений снижения травмирования и повышения качества обработки является применение на существующих мобильных протравочных машинах пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства взамен механических загрузочных устройств [18-21]. Пневмозагрузочно-пылеочистительное устройство представляет собой конструкцию, состоящую из вентилятора, разгрузителя-пылеотделителя с дозатором, пневмосемяпровода с приемником семян, которые в совокупности составляют пневмосистему. Загрузка семян осуществляется потоком воздуха, создаваемого вентилятором [21,22]. От расхода воздуха и величины разряжения в пневмосистеме зависят производительность устройства и конструктивные параметры пневмосемяпровода и разгрузителя-пылеотделителя [22].

Цель данной работы, обоснование расхода воздуха в пневмосистеме пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства мобильной протравочной машины, обеспечивающего движение семян во взвешенном состоянии в пневмосемяпроводе.

Методы и методика. Исследования проводились на основе методов математики, аэродинамики, использованы методические подходы, представленные в предыдущих работах [14,21,22].

Результаты и обсуждение. Согласно уравнения неразрывности, расход воздуха на всех участках пневмосистемы остаётся постоянной и равна производительности вентилятора:

$$Q_{\text{пс}} = Q_{\text{р}} = Q_{\text{вт}} = Q_{\text{в}} = \text{const} \quad (1)$$

где $Q_{\text{пс}}$ – расход воздуха в пневмосемяпроводе, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{р}}$ – расход воздуха в разгрузителе-пылеочистителе, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{вт}}$ – расход воздуха в выхлопной трубе разгрузителя, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{в}}$ – производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$.

Расход воздуха на каждом участке определяется как произведение скорости воздуха на площадь поперечного сечения конструктивного элемента. Поэтому уравнение (1) запишем в следующем виде:

$$S_{\text{пс}} v_{\text{пс}}^{\text{в}} = S_{\text{р}} v_{\text{р}}^{\text{в}} = S_{\text{вт}} v_{\text{вт}}^{\text{в}} = Q_{\text{в}} \quad (2)$$

где $S_{\text{пс}}$ – площадь поперечного сечения пневмосемяпровода, м^2 ;

$v_{\text{пс}}^{\text{в}}$ – скорость воздуха в пневмосемяпроводе, м/с ;

$S_{\text{р}}$ – площадь поперечного сечения разгрузителя-пылеотделителя, м^2 ;

$v_{\text{р}}^{\text{в}}$ – скорость воздуха в разгрузителе-пылеотделителе, м/с ;

$S_{\text{вт}}$ – площадь поперечного сечения выхлопной трубы разгрузителя-пылеотделителя, м^2 ;

$v_{\text{вт}}^{\text{в}}$ – скорость воздуха в выхлопной трубе разгрузителя-пылеотделителя, м/с .

Имея ввиду, что все сечения, через которые движется воздух круглые, формулу (2) после преобразования можно представить, как:

$$d_{\text{пс}}^2 v_{\text{пс}}^{\text{в}} = d_{\text{р}}^2 v_{\text{р}}^{\text{в}} = d_{\text{вт}}^2 v_{\text{вт}}^{\text{в}} = Q_{\text{в}} \quad (3)$$

где $d_{\text{пс}}$ – диаметр рабочего сечения пневмосемяпровода, м ;

$d_{\text{р}}$ – диаметр рабочего сечения разгрузителя-пылеотделителя, м ;

$d_{\text{вт}}$ – диаметр рабочего сечения выхлопной трубы разгрузителя-пылеотделителя, м .

При выполнении технологического процесса, воздушный поток на каждом участке выполняет разные функции. В пневмосемяпроводе расхода воздуха должно быть достаточно для транспортировки семян в разгрузитель-пылеотделитель во взвешенном состоянии. Скорость воздуха в разгрузителе-пылеочистителе должна обеспечить удаление пыли. Очищенные от пыли семена должны оседать в нижней части разгрузителя-пылеотделителя. Это означает, что при известных значениях диаметров конструктивных элементов, наибольшая скорость воздуха должна быть в пневмосемяпроводе. Тогда из выражения (3) можем записать:

$$Q_{\text{в}} = d_{\text{пс}}^2 v_{\text{пс}}^{\text{в}} \quad (4)$$

Наибольшая эффективность очистки семян в пневмосемяпроводе будет достигаться при их движении в потоке воздуха во взвешенном состоянии, которое обеспечивается скоростью витания. В данном случае скорость витания можно рассматривать как вертикальную составляющую скорости воздуха в пневмосемяпроводе, расположенном под углом α к горизонту (рис. 1).

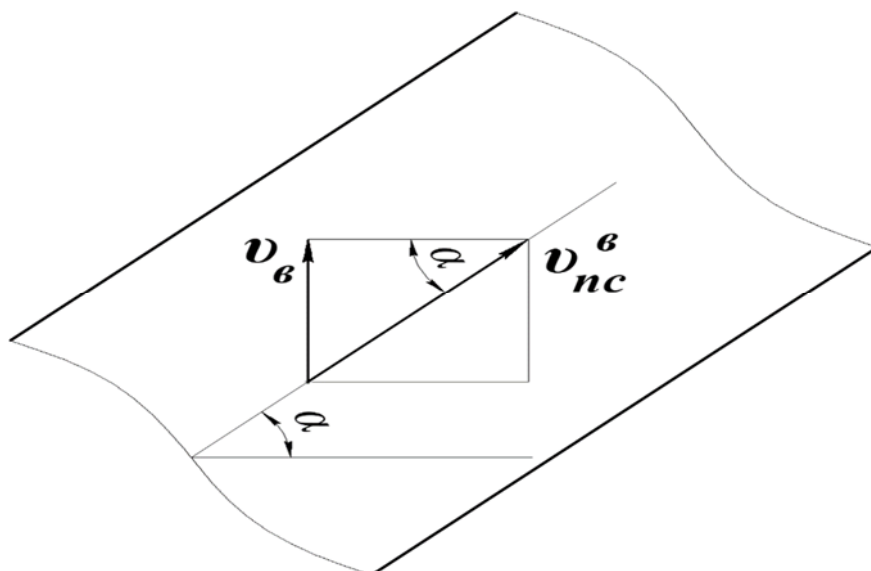


Рисунок 1 – Схема скоростей воздуха в пневмосемяпроводе пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства

Тогда формула для определения скорости воздуха в пневмосемяпроводе запишется в следующем виде:

$$v_{nc}^B = \frac{v_B}{\sin \alpha} \quad (5)$$

где v_B – скорость витания семян, м/с;

α – угол установки пневмосемяпровода на раме протравливателя, град.

Подставляя (5) в (3) имеем

$$Q_B = \frac{d_{nc}^2 v_B}{\sin \alpha} \quad (6)$$

Выводы. Полученное выражение позволяет определить расход воздуха в зависимости от конструктивных параметров пневмосемяпровода и технологических свойств семян (скорости витания). Зная расход воздуха можно теоретически обосновать пропускную способность пневмосемяпровода по зерну, при различных значениях концентрации (отношение массы семян и воздуха) воздушно-зерновой смеси.

Литература

1. Spring Wheat Yield Depending on the Variety and Chelated Fertilizers / M. Khaibullin, E. Tusmatov, N. Satvalova [et al.] // Asian Journal of Plant Sciences. – 2022. – Vol. 21. – No 3. – P. 432-439. – DOI 10.3923/ajps.2022.432.439. – EDN FBOCRQ.
2. Нуруллин, Э. Г. Экспериментальное исследование травмирования семян в сельскохозяйственных машинах / Э. Г. Нуруллин, Р. А. Файзуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 99-105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-99-105. – EDN OVVFJ.

3. Нуруллин, Э. Травмирование зерна в комбайнах / Э. Нуруллин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(58). – С. 104-112. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-58-2-104-112. – EDN AXKKIH.
4. Нуруллин, Э. Г. Травмирование зерна пшеницы на мобильной протравочной машине / Э. Г. Нуруллин, Р. А. Файзуллин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 689-691. – EDN AKLWAK.
5. Badretdinov, I. D. Examination of the Airflow Uneven Distribution over the Combine Harvester Cleaning System / I. D. Badretdinov, S. G. Mudarisov, D. T. Khaliullin // Mathematical Modelling of Engineering Problems. – 2022. – Vol. 9. – No 2. – P. 371-378. – DOI 10.18280/mmep.090210. – EDN RBIGVU.
6. Халиуллин, Д. Т. Теоретические исследования распределения зернового вороха на очистке зерноуборочного комбайна при боковом крене / Д. Т. Халиуллин, Д. Ф. Галеев // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 277-284. – EDN MTDTIB.
7. Numerical simulation of two-phase "Air-Seed" flow in the distribution system of the grain seeder / S. G. Mudarisov, I. D. Badretdinov, Z. S. Rakhimov [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2020. – Vol. 168. – P. 105151. – EDN ARDGBA.
8. Суханова, М.В. Обоснование применения ударопоглощающих рабочих органов для снижения травмирования и интенсификации предпосевной обработки семян / М.В. Суханова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – №3 (51) – С. 4 – 10.
9. Sabirov, Rais & Valiev, Ayrat & Karimova, Lilia & Dmitriev, Andrey & Khaliullin, Damir. (2019). Influence of physical factors on viability of microorganisms for plant protection. 10.22616/ERDev2019.18.N211.
10. Khasanov, E. Justification of parameters of seed treater with an eccentrically fixed drum influencing the motion character and seed treatment modes / Khasanov, E., Gabitov, I., Mudarisov, S., Khamaletdinov, R., Rakhimov, Z. // Bulgarian Journal of Agricultural Science. Volume 25, 2019, Pages 119-128.
11. Khasanov, E. Substantiation of work quality indicators of the universal seeds scarificator of the eastern galega (*Galega orientalis*) / Khasanov, E., Mudarisov, S., Khamaletdinov, R., Mukhametdinov, A., Maskulov, D., Musin, R. // Journal of Agricultural Engineering, Volume 51, Issue 3, 2020, № 1034, Pages 169-175. DOI: 10.4081/jae.2020.1034.
12. Khasanov, E. Optimization parameters of the spiral mixing chamber of the device for pre-sowing seed treatment with biological preparations / Khasanov, E., Khamaletdinov, R., Mudarisov, S., Shirokov, D., Akhunov, R. // Computers and Electronics in Agriculture, Volume 173, June 2020, № 105437. DOI:

10.1016/j.compag.2020.105437

13. Khasanov, E., Efficiency Improvement of the Layered Seed Movement When Using Drum-Type Seed Disinfectant / Khasanov, E., Khamaletdinov, R., Gabitov, I., Mudarisov, S., Gallyamov, F., Stupin, V., Maskulov, D. // International Review on Modelling and Simulations. Vol 13, No 2, 125-131, 2020, DOI: 10.15866/iremos.v13i2.18694

14. Modeling of grain processing in a pneumomechanical dresser / E. G. Nurullin, R. I. Ibyatov, A. Dmitriev, D. T. Khaliullin // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00077. – EDN EBNUGJ.

15. Khaliullin D.T. Theoretical justification of design and technological parameters of hulling machine main working bodies / D. Khaliullin, I. Badretdinov, I. Naficov, R. Lukmanov // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 1501-1506. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF321. – EDN CAUCPH.

Dmitriev A. V. Study of efficiency of peeling machine with variable deck / A. Dmitriev, B. Ziganshin, D. Khaliullin, A. Aleshkin // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1053-1058. – DOI 10.22616/erdev.2020.19.tf249. – EDN MQTDOL.

16. Ibyatov R. I. Mathematical modeling of the grain trajectory in the workspace of the sheller with rotating decks / R. I. Ibyatov, A. V. Dmitriev, B. G. Ziganshin [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. Vol. 17. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00093. – DOI 10.1051/bioconf/20201700093. – EDN KYZZLO.

17. Халиуллин, Д. Т. Исследование движения воздушно-зерновой смеси в рабочей зоне семенорушки аэромеханического типа / Д. Т. Халиуллин, А. В. Дмитриев, Р. Н. Хафизов, М. Н. Яровой // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12. – № 4(63). – С. 27-37. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2019.4.27. – EDN QDVVVD.

18. Патент № 2692642 Российская Федерация, МПК А01С 1/08. Протравливатель семян: № 2018124119: заявл. 02.07.2018: опубл. 25.06.2019 Бюл. №18 / Нуруллин Э.Г., Зайнутдинов И.Р., Файзуллин Р.А.: заяв. Казанский ГАУ.

19. Патент № 2762919 Российская Федерация, МПК А01С 1/06. Протравливатель семян: № 2021114976: заявл. 25.05.2021. опубл. 23.12.2021. Бюл. №36 / Нуруллин Э.Г., Файзуллин Р.А.: заяв. Казанский ГАУ.

20. Патент № 184960 Российская Федерация, МПК A01C 1/02. Протравливатель семян: № 2018125162: заявл. 09.07.2018. опубл. 15.11.2018. Бюл. № 32. / Нуруллин Э.Г., Зайнутдинов И.Р., Файзуллин Р.А.: заяв. Казанский ГАУ.
21. Нуруллин, Э. Г. Пневмозагрузочное устройство для мобильных протравливателей семян зерновых культур / Э. Г. Нуруллин, И. Р. Зайнутдинов, Р. А. Файзуллин // Нива Поволжья. – 2021. – № 3(60). – С. 142-151. – DOI 10.36461/NP.2021.60.3.019. – EDN PSZEWK.
22. Зайнутдинов И.Р., Нуруллин Э.Г. Обоснование режима движения воздушно-зерновой смеси в пневмозагрузочном устройстве протравливателя семян зерновых культур // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 98-102.

© Файзуллин Р. А., Нуруллин Э. Г., 2022

УДК 631.363

Бадрутдинов Айнур Канафиевич*Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ainur.badrutdinov@yandex.ru**Лукманов Руслан Рушанович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*look-rus@mail.ru**Синицкий Станислав Александрович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Stanislavsin@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СМЕСИТЕЛИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Аннотация: в данной статье рассмотрены современные смесители концентрированных кормов их конструктивные особенности, принципы работы, и недостатки. После предложена усовершенствованная модель смесителя концентрированных кормов, и направления их совершенствования.

Ключевые слова: концентрированный корм, смеситель кормов, кормораздатчик, комбикорм, кормоприготовительный агрегат, зоотребования, сыпучий материал, перепускное окно, активатор, заслонка, лопасти.

Ainur K. Batrutdinov*Master's degree student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ainur.badrutdinov@yandex.ru**Ruslan R. Lukmanov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*look-rus@mail.ru**Stanislav A. Sinitskiy***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Stanislavsin@mail.ru

MODERN MIXERS OF CONCENTRATED FEEDS AND DIRECTIONS OF THEIR IMPROVEMENT

Abstract. this article discusses modern concentrated feed mixers, their design features, principles of operation, and disadvantages. After that, an improved model of a concentrated feed mixer was proposed, and directions for their improvement.

Key words: concentrated feed, feed mixer, feed dispenser, compound feed, feed preparation unit, animal feed, bulk material, bypass window, activator, flap, blades

На сегодняшний день, одной из актуальных задач, стоящих перед сельскохозяйственной отраслью является совершенствование технологического процесса, для чего разрабатываются различные механизмы и машины [1...6], не исключением является и молочная промышленность, в котором тоже ведется модернизация существующих доильных установок и ее составных элементов [7...9]. При этом большое внимание уделяется на исследование протекающих в них технологических процессов [10...15]. При работе устройств часто применяются различные способы автоматизации технологических процессов [16].

Все зерновые (пшеница, ячмень, кукуруза и другие) и продукты их переработки (отруби, пивная дробина), масличных культур (соевый шрот, подсолнечный жмых) называются концентрированными кормами и специально приготовленные комбикорма считаются отдельной группой концентрированных кормов.

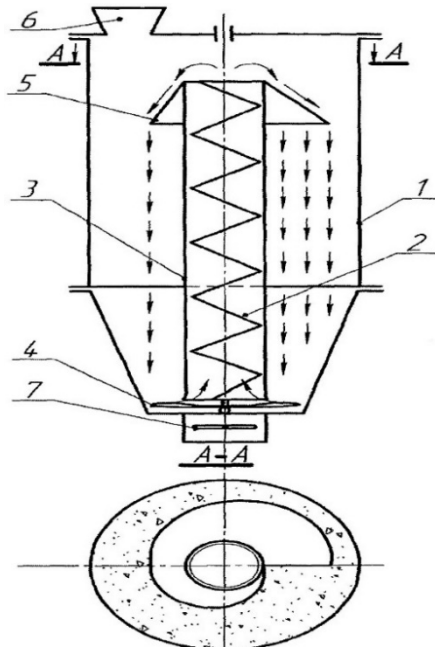
В животноводстве основным технологическим оборудованием является кормоприготовительное, основными из которых является смесительное оборудование, направление усовершенствования машин, выполняющие процессы смешивания и направлены на снижение материалоемкости конструкций и энергоёмкости смесеобразования [17]. По этому направлению разработаны огромное количество кормоприготовительных агрегатов, таких как мобильные кормораздатчики, различных конструкций, малогабаритные кормоприготовительные агрегаты, основой которых являются смесители.

Для смесителей концентрированных кормов предъявляются жесткие требования по качеству приготавливаемого корма, из-за высокой пищевой ценности и сбалансированности по питательным элементам, в связи с чем разрабатываемые смесители концентрированных кормов должны соответствовать всем зоотехническим требованиям.

Таким образом, модернизация и создание высокопроизводительных устройств с минимальными рабочими органами, и энергетическими затратами, соответствующие требованиям качества кормов, является актуальной задачей агропромышленного комплекса России.

К современным смесителям (Патент RU 126624) можно отнести вертикальный смеситель концентрированных кормов, представленный на рисунке 1 [18].

Бункер устройства имеет цилиндроконическую форму 1, шнека 2 и охватывающего его кожуха 3. Внизу шнека установлена лопастная мешалка 4, вращение которого осуществляется вместе со шнеком 2. К верхнему торцу кожуха 3 прикреплен конический рассеиватель 5. Через загрузочный приемник 6, производится загрузка бункера 1, готовую смесь выгружают через разгрузочный клапан 7.



1 – бункер; 2 – шнек; 3 – кожух; 4 – лопастная мешалка; 5 - конический рассеиватель; 6 - загрузочный приемник; 7 - разгрузочный клапан.

Рисунок 1 – Вертикальный смеситель концентрированных кормов (Патент РФ № 126624)

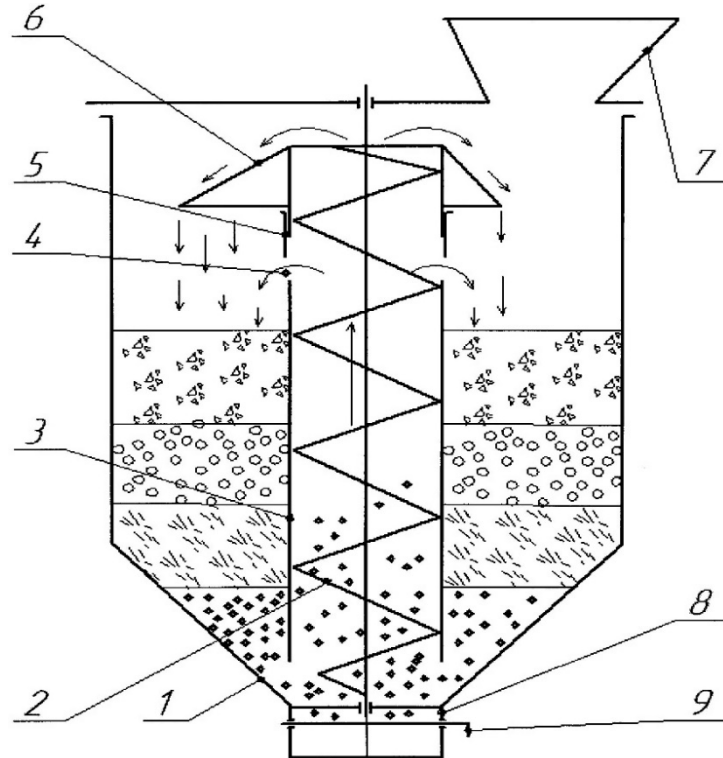
Шнековый смеситель работает следующим образом. Компоненты концентрированной смеси загружают в бункер 1 через загрузочный приемник 6. После включается привод шнека 2, и лопастная мешалка 4 совершает процесс смешивания концентрированного корма, а шнек 2 перемещает смесь по кожуху 3 к верхнему торцу, после чего смесь попадает на конический рассеиватель 5 и обратно осыпается вниз по всей площади бункера, за счет спирали Архимеда, который имеет переменный радиус, тем самым обеспечивает активное смешивание материалов.

Недостатком этого устройства является низкая эффективность смешивания, вследствие не устранения последствий изначального послойного расположения материала внутри бункера смесителя и его последующего перемещения посредством шнека.

Также вызывает интерес шнековый смеситель сыпучих материалов (Патент RU 157999), представленный на рисунке 2 [19].

Шнековый смеситель состоит из бункера 1, в котором установлен вертикальный шнек 2, вращающийся в охватывающем его кожухе 3. В верхней части кожуха 3 выполнены перепускные окна 4, перекрываемые регулировочными заслонками 5, а торцевая часть шнека заканчивается

коническим рассеивателем 6 в виде спирали Архимеда. Для загрузки материала имеется приемник 7 в верхней части бункера, для выгрузки - выгрузная горловина 8 с заслонкой 9.



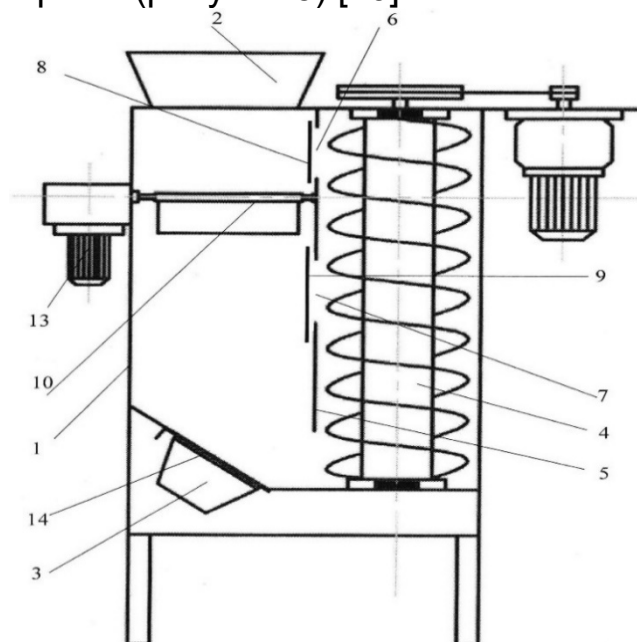
1 – бункер; 2 – шнек; 3 – кожух; 4 - перепускное окно; 5 – регулировочная заслонка; 6 - конический рассеиватель; 7 – приемник; 8 - выгрузная горловина; 9 – заслонка.

Рисунок 2 – шнековый смеситель сыпучих материалов (Патент РФ № 157999)

Работа шнекового смесителя происходит следующим образом. Ингредиенты концентрированных кормов для смешивания при закрытой заслонки 9 горловины 8 послойно загружаются через приемник 7 в бункер 1. После этого шнек 2 перемещает сыпучий материал вдоль кожуха 3 вверх. Перемещаемая основная часть потока попадает на рассеиватель 6, меньшая вытесняется шнеком 2 через перепускные окна 4, расположенные ниже рассеивателя 6, в кожухе 3, но выше уровня насыпи материала. Тем самым устраняется многослойность структуры смешиваемого массива, повышает эффективность процесса смешивания. Количество материала смешиваемых компонентов, проходящего через перепускные окна 4 регулируют посредством заслонок 5.

Недостатком этого устройства является то, что активация процесса смешивания осуществляется за счет наклонных плоскостей пассивного рабочего органа, вследствие чего однородность получаемой концентрированной кормовой смеси невысока.

В связи с этими недостатками и с зоотехническими требованиями предлагается более модернизированная модель смесителя концентрированных кормов (рисунок 3) [20].



- 1 – бункер; 2 – загрузочный приемник; 3 - выгрузная горловина;
4 – шнек; 5 – кожух; 6,7 – перепускные окна; 8,9 – заслонки;
10 – активатор; 13 – электродвигатель; 14 – заслонка.

Рисунок 3 - Смеситель концентрированных кормов
(Патент РФ №166226)

Смеситель концентрированных кормов состоит из бункера 1, загрузочным приемником 2, с выгрузной горловиной 3 заслонкой 14, вертикального шнека 4, с охватывающим кожухом 5, перепускными окнами 6,7 регулирующими заслонками, над заслонкой 6 установлен активатор 10, с лопастями выполненного из пластины прямоугольной формы, расположенные под углом α друг от друга, оснащенный электродвигателем 13.

Работа смесителя концентрированных кормов осуществляется следующим образом: Через загрузочный приемник 2 компоненты концентрированной кормовой смеси поступают в бункер 1 при закрытой заслонке 14 горловины 3. После загрузки шнек 4 начинает перемещать ингредиенты смеси вдоль кожуха 5 вверх. При открытии заслонки 9 перепускного окна 7 часть (меньшая) ингредиентов вытесняется посредством шнека 4 обратно в бункер 1, способствуя лучшему перемешиванию.

Остальная часть (большая) ингредиентов через открытую заслонку 8 в кожухе 5 проходит через перепускное окно 6 и попадает на пластины активатора 10. За счет электродвигателя 11 активатор 6 совершает колебательные движения, что обеспечивает равномерное распределение ингредиентов смеси по объему бункера 1 и способствует

лучшему их перемешиванию. За два, три цикла смесь приобретает однородные свойства, после чего выгружают, открыв заслонку 14 выгрузной горловины 3.

Недостатки выше описанных устройств устраняются, после внедрения активатора, усовершенствования корпуса, и доработки перепускных окон с заслонками.

Таким образом, производство кормов составляет большую часть затрат, приходящих на производство животноводческой продукции. Из-за чего возникает требование высокого коэффициента полезного действия от использования концентрированных кормов, и экономии питательных веществ. В следствии этого производство комбикормов является важным процессом в животноводстве, поэтому большое значение уделяют смесителям, обеспечение которых является качественное смешивание концентрированных кормов, со всеми требованиями. За счет чего тенденции развития смесителей и их усовершенствование остается актуальной на основе эффективности технико-экономических показателей и параметров устройств для смешивания.

Литература

1. Нафиков, И. Р. Результаты экспериментальных исследований пульсирующего струйного аппарата используемых в сельскохозяйственном производстве / И. Р. Нафиков, А. И. Рудаков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 190-195.
2. Газодинамическая теория эжекторной ступени ЖКВН с пульсирующим движением активного потока / М. С. Нурсубин, А. И. Рудаков, И. Р. Нафиков, Б. Л. Иванов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 4. – С. 121-123.
3. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01M 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
4. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с.
5. Зиганшин Б. Г. Двухроторный вакуумный насос / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Патент на полезную модель № 127837 U1 Российская Федерация, МПК F04C 25/02. опубл. 10.05.2013;

заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

6. Способы уменьшения энергозатрат двузубого двухроторного вакуумного насоса / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 164-169.

7. Лукманов Р.Р. Устройство автоматического отключения доильного аппарата / Р. Р. Лукманов, И. Е. Волков, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Патент № 2395196 С2 Российская Федерация, МПК А01J 5/00. № 2008137889/12: заявл. 22.09.2008; опубл. 27.07.2010; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение "Казанский государственный аграрный университет".

8. Ахметшин, Р. К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р. К. Ахметшин, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 16-21.

9. Доильный аппарат с автономным источником питания / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, И. Р. Нафиков [и др.] // Сельский механизатор. – 2017. – № 7. – С. 28-29.

10. Анализ теоретических исследований производительности шестеренчатых вакуумных насосов / Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Гайнутдинов, Т. Р. Нуриахметов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 155-160.

11. Исследование неравномерного развития четвертей вымени животных / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин, Ю. А. Цой [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 84-87. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-84-87.

12. Нуруллин, Э. Г. Теоретическое определение скорости воздушно-зерновой смеси в конфузоре пневмомеханической семенорушки / Э. Г. Нуруллин, Д. Т. Халиуллин, Э. Э. Нуруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 23. – С. 113-116.

13. Халиуллин, Д. Т. Теоретическое обоснование некоторых параметров семенорушки пневмомеханического типа / Д. Т. Халиуллин, Р. Р.

Лукманов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-3. – С. 516-519.

14. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tche Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557.

15. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.

16. Нафиков, И. Р. Электрификация и автоматизация систем приточно-вытяжных вентиляций производственных котельных / И. Р. Нафиков, Р. Р. Лукманов, Б. Л. Иванов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 99-105.

17. Валиев А. Р. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А. Р. Валиев, Ю. Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 188 с.

18. Патент РФ на полезную модель №126624 Вертикальный смеситель концентрированных кормов / Адигамов К.А. и др. - №2012145481/11. Заявл.: 25.10.2012; Оpubл.: 10.04.2013; Бюл. №10.

19. Патент РФ на полезную модель № 157999 Шнековый смеситель сыпучих материалов / Трубников В.Н., Сараев И.Ф., Трубников А.Н. // Оpubл.: 10.12.2015, бюл. № 35.

20. Патент РФ на полезную модель № 166226 Смеситель-обоганитель концентрированных кормов / Каширин Д.Е. - №2016116473/05. Заявл.: 26.04.2016; Оpubл.: 20.11.2016; Бюл. №7.

© Бадрутдинов А.К., Лукманов Р.Р., Сеницкий С.А., 2022

УДК 631.363.23

Шакуров Ранис Эльвардович

Студент магистратуры

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Shakurov2019@inbox.ru

Лукманов Руслан Рушанович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

look-rus@mail.ru

Синицкий Станислав Александрович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Stanislavsin@mail.ru

Аглиуллин Назим Наилевич

Студент магистратуры

Казанский государственный аграрный университет, Казань

agliullinnaz@gmail.com

АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СОЧНЫХ КОРМОВ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Аннотация. Рассмотрены измельчители сочных кормов их конструктивные особенности, принцип работы и их недостатки. После предложена усовершенствованная модель измельчителя сочных кормов и его преимущества.

Ключевые слова: сочные корма, измельчитель, шнек, энергоемкость, степень измельчения.

Ranis E. Shakurov

Master's degree student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Shakurov2019@inbox.ru

Ruslan R. Lukmanov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan

look-rus@mail.ru

Stanislav A. Sinitskiy

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan

Stanislavsin@mail.ru

Nazim N. Agliullin

Master's degree student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

agliullinnaz@gmail.com

ANALYSIS OF MACHINES FOR CRUSHING SUCCULENT FEEDS AND DIRECTIONS FOR THEIR IMPROVEMENT

Abstract. The grinders of succulent feed, their design features, the principle of operation and their shortcomings are considered. After that, an improved model of a succulent feed chopper and its advantages are proposed.

Keywords: succulent feed, chopper, auger, energy intensity, degree of grinding.

Основная задача аграрного производства заключается в обеспечении населения качественными продуктами питания как животного, так и растительного происхождения в достаточном количестве. Для этого постоянно модернизируются и разрабатываются новые машины и узлы к ним [1...7]. Основной задачей которых является эффективное выполнение технологического процесса с минимальной затратой энергии и с возможностью автоматического регулирования и контроля процесса [8...12].

Модернизацию существующего оборудования проводят на основании теоретических и экспериментальных исследований машин для растениеводства и животноводства [13...17].

Показателем хорошего развития животноводства является прочная кормовая база [18]. На продуктивность животных и их здоровье, и в итоге на качество получаемой продукции влияет качество и сбалансированность поедаемых кормов [19-22].

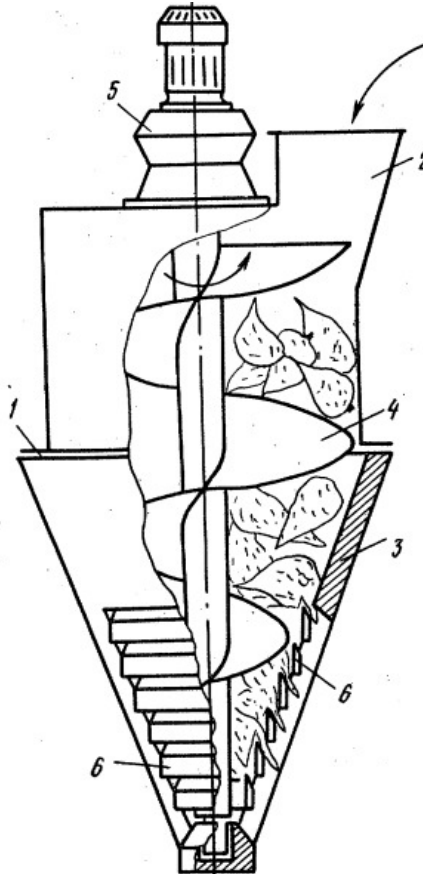
Исследованиями установлено, что хорошая усвояемость питательных веществ животными достигается только в том случае, когда корм подается в измельченном виде, так как в данном случае площадь активной поверхности увеличивается в разы. Современные разработки должны удовлетворять ряд требований, это высокопроизводительность, энергосбережение, качество выполнения технологического процесса, причем для различных мелких форм хозяйствования и организации бункера труда, эффективность работы которого во многом зависит от квалификации персонала и его отношения к труду.

Измельчители кормов, разработанные на сегодняшний день отличаются формами и размерами рабочих органов, расположением измельчителя и техническими характеристиками, рассмотрим некоторые из них. На рисунке 1 приведен измельчитель материалов состоящий из вертикального конического корпуса 1 с загрузочной горловиной 2. Внутри корпуса установлен шнек 4 в форме конуса, в верхней части измельчителя установлен привод шнека. В стенке корпуса имеются режущие элементы в форме колец, заостренных к верхней части.

Работа измельчителя заключается в следующем. Материал подается через загрузочную горловину в корпус, где захватывается коническим шнеком и перемещается вниз. При движении материала

вначале происходит уплотнение, а в зоне рабочей камеры измельчение за счет режущих элементов.

Неодостатком измельчителя является отсутствие предохранительных механизмов при попадании посторонних предметов и отсутствие возможности оперативного изменения степени измельчения.



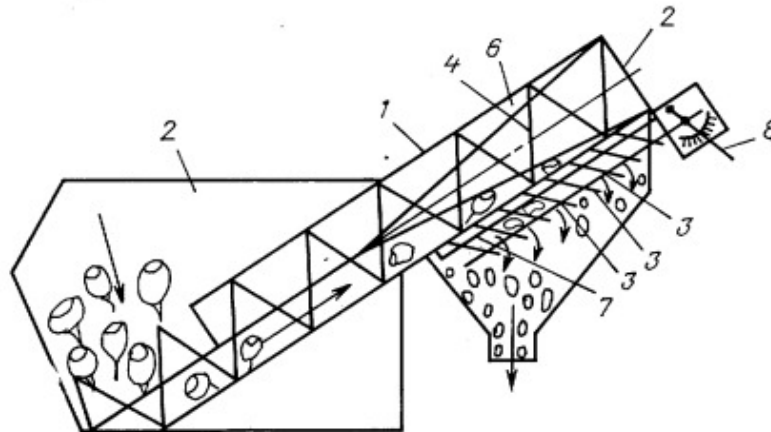
1 – корпус; 2 – загрузочная горловина; 3 – стенка уплотнительная; 4 – шнек; 5 – привод; 6 – режущие элементы.

Рисунок 1 – Измельчитель материалов (А.С. №869669)

Вызывает интерес измельчитель сочных кормов с наклонным шнеком представленный на рисунке 2, который состоит из корпуса 1 и бункера 2. Режущие элементы 3 установлены в конце корпуса с возможностью поворота. Шнек 4 измельчителя установлен наклонно, при этом вал шнека имеет в конце форму конуса, основание которого расположено у конца шнека. Режущие элементы также связаны с рычагом для возможности изменения угла атаки.

Измельчитель сочных кормов с наклонным шнеком работает следующим образом. Корнеклубнеплоды загружаются в бункер, далее витками шнека они захватываются и по корпусу наклонного шнека перемещаются наверх. При движении происходит уплотнение измельчаемого материала, и при достижении зоны измельчения за счет конусной формы вала шнека происходит выдавливание и измельчение материала. Изменение угла наклона режущих элементов позволяет

изменять степень измельчения продукта сближаясь или раздвигаясь обеспечивается повышение качества измельчения.

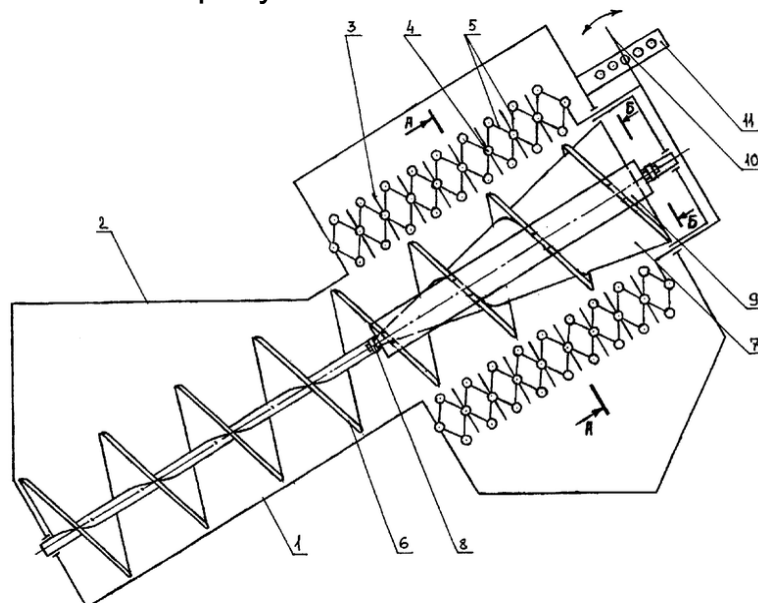


1 – корпус; 2 – бункер; 3 - режущие элементы; 4 – шнек;
6 – зона измельчения; 7 – кронштейн; 8 – рычаг.

Рисунок 2 – Измельчитель сочных кормов (Патент РФ №1618333)

Недостатком измельчителя сочных кормов с наклонным шнеком является повышенная энергоёмкость технологического процесса за счет подпрессовки корма в районе режущих элементов, особенно это выражается при настройке на мелкий размер степени измельчения и не задействование всей поверхности корпуса режущими элементами (используется только нижняя часть).

В связи с вышеуказанными недостатками на наш взгляд более совершенным измельчителем следует считать измельчитель сочных кормов представленный на рисунке 3.



1 – корпус; 2 – бункер; 3 – режущие элементы; 4 – ось; 5 – тяги;
6 – шнек; 7 – вал; 8 – ось; 9 – вальцы, 10 – рычаг; 11 – указатель

Рисунок 3 - Измельчитель сочных кормов (Патент РФ №2288571)

Измельчитель состоит из корпуса 1 и приемного бункера 2. Внутри корпуса установлены режущие элементы 3 в форме колец. У режущих элементов имеются оси 4, которые установлены в отверстия тяг 5. Как и впрелыдушем измельчителе, шенк установлен наклонно и в конце вал шнека имеет форму конуса.

Измельчитель работает следующим образом. Кормовой продукт из бункера 2 шнеком 6 транспортируется к конусной части вала 7 шнека 6, где под действием конусной части вала 7 шнека 6 поджимается к режущим элементам 3, затем вальцами 9 захватывается и продавлиывается между режущими элементами 3. Для изменения степени измельчения кормов режущие элементы 3 перемещаются вдоль оси шнека 6 одновременно и параллельно друг другу, сдвигаясь и раздвигаясь, посредством перемещения осей 4, вставленных в тяги 5 шарнирного многократного параллелограмма, при перемещении рычага 10 с его последующей фиксацией на указателе 11.

Качество измельчения повышается за счет возможности оперативного изменения степени измельчения от минимальной до максимальной, а энергоемкость снижается за счет вальцов, установленных в конусной части шнека в зоне режущих элементов, продавливающих корм между режущими элементами.

Анализ машин для измельчения кормов показал большую разновидность их конструкций и способов измельчения. При этом остается основной задачей повышенная производительность и минимальные затраты энергии на процесс и при высоком качестве измельчения.

Литература

1. Габдрафиков, Ф.З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.
2. Хусаинов, Р.К. Обоснование объектов наблюдения для проведения экспериментальных исследований / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 199-205.
3. Ахметзянов, Р. Р. Повышение долговечности подшипников сельскохозяйственной техники применением серографитовых композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 148-152.

4. Ахметзянов, Р. Р. Получение серографитового композиционного материала для изделий сельскохозяйственного машиностроения / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 104-111.
5. Ахметзянов, Р. Р. Композиционный материал для подшипников скольжения с эффектом фрикционного переноса / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 35-40.
6. Ахметзянов, Р. Р. Эффективность применения композиционных материалов в трибосопряжениях / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73. – № 2. – С. 92-96.
7. Ахметзянов, Р. Р. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41.
8. Анализ теоретических исследований производительности шестеренчатых вакуумных насосов / Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Гайнутдинов, Т. Р. Нуриахметов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 155-160.
9. Способы уменьшения энергозатрат двузубого двухроторного вакуумного насоса / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 164-169.
10. Зиганшин Б. Г. Двухроторный вакуумный насос / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Патент на полезную модель № 127837 U1 Российская Федерация, МПК F04C 25/02. опубл. 10.05.2013; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
11. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tche Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557

12. Ахметшин, Р. К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р. К. Ахметшин, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 16-21.
13. Обзор рабочих органов разбрасывателей минеральных удобрений / Б. А. Миннебаев, Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков, Р. К. Хусаинов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 62-67.
14. Анализ факторов, влияющих на процесс работы разбрасывателей минеральных удобрений / И. Г. Ихсанов, Д. Т. Халиуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 45-50.
15. Пути совершенствования технологии доения / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, А. А. Мустафин, Ф. Ф. Ситдилов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 181-185.
16. Лукманов Р.Р. Устройство автоматического отключения доильного аппарата / Р. Р. Лукманов, И. Е. Волков, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Патент № 2395196 С2 Российская Федерация, МПК А01J 5/00. № 2008137889/12: заявл. 22.09.2008; опубл. 27.07.2010; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение "Казанский государственный аграрный университет".
17. Зиганшин Б. Г. Насос вакуумный двухроторный / Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Лукманов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Патент на полезную модель № 127136 U1 Российская Федерация, МПК F04C 25/02. № 2012152764/06: заявл. 06.12.2012; опубл. 20.04.2013; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
18. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие машины: Учебное пособие / В. Е. Бердышев, А. Р. Валиев, А. В. Дмитриев [и др.]. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 292 с. – ISBN 978-5-4497-1676-7.

19. Исследование неравномерного развития четвертей вымени животных / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин, Ю. А. Цой [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 84-87. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-84-87.
20. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES
21. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.
22. Современное оборудование для доения коров / А. Р. Валиев, Ю. А. Иванов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт -Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 232 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-4621-6.

© Шакуров Р.Э., Лукманов Р.Р., Сеницкий С.А., Аглиуллин Н.Н., 2022

УДК 631.517

Гайфуллин Айдар Рафисович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

samdragon109@mail.ru

Кашапов Ильдар Ильясович

Старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ildarc.84@mail.ru

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Аннотация. В данной статье рассмотрена тема пользы комбинированных агрегатов для сельского хозяйства с анализом существующих на данный момент подобных комплексов машин. Актуальность данной темы обусловлена тем, что комбинированные машины способны перевести сельское хозяйство на новый, более высокий уровень развития.

Ключевые слова: обработка почвы, сельское хозяйство, развитие, агрегаты, комбинированные машины.

Aidar R. Gaifullin

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

samdragon109@mail.ru

Ildar I. Kashapov

Senior Lecturer

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ildarc.84@mail.ru

DEVELOPMENT OF A COMBINED MACHINE FOR SURFACE SOIL TREATMENT

Abstract. This article discusses the topic of the benefits of combined aggregates for agriculture with an analysis of currently existing similar complexes of machines. The relevance of this topic is due to the fact that combined machines are able to transfer agriculture to a new, higher level of development.

Key words: tillage, agriculture, development, aggregates, combined machines.

На современном этапе развития сельское хозяйство добивается все больших успехов в разработке и усовершенствовании технологических процессов, направленных на наращивание плодородности, урожайности

и качества сельскохозяйственной продукции. Появляется все больше идей и разработок, в перспективе которых минимализация энергозатрат на с/х предприятиях, полная механизация рабочего процесса и создание комфортных условий на всех рабочих местах [1-3].

Имеется большое количество разных методик и способов по достижению более оптимальных условий для выращивания продукции растениеводства. Одним из таких условий является правильная поверхностная обработка почвы. Обработку почвы на глубину до 12-14 см называют поверхностной обработкой почвы, к которой относят лущение, культивацию, боронование, прикатывание, шлейфование и малование [4-6].

Поверхностную обработку почвы применяют для разрыхления верхнего слоя, выравнивания поверхности поля, создания мелкокомковатого посевного слоя, уплотнения почвы на посевном слое, уничтожения сорняков, зарывания внесенных удобрений, сохранения влаги в почве, создание благоприятных условий для последующих обработок почвы.

Для уменьшения времени и ресурсов, затраченных на поверхностную обработку почвы, разрабатываются комбинированные агрегаты, которые могут включать в себя все вышеперечисленные почвообрабатывающие машины. Комбинированные агрегаты состоят из комплекса серийных машин и их последовательность составляет соответственно технологическому процессу. При выборе комбинированных агрегатов отталкиваются от почвенно-климатических зон, состояния почвы, возделываемых культур и т.д [7-9].

Есть два варианта создания комбинированных агрегатов. Первый и самый простой - последовательное соединение отдельных почвообрабатывающих машин в одну цепь. Главным недостатком такого агрегата является его длина (от 15 до 20 метров), из-за чего необходима большая разворотная полоса. Вторым вариантом – размещение набора рабочих органов, выполняющих разные технологические операции, на одной почвообрабатывающей машине [10-12].

Преимущества применения комбинированных машин для поверхностной обработки почвы:

1) Снижение затрат на топливо при транспортировке агрегатов до места обработки и при самой обработке почвы.

2) Почва сильно не уплотняется и не распыляется при многократных проходах почвообрабатывающих машин.

3) Существенно снижается количество времени на поверхностную обработку почвы.

4) При необходимости возможность отдельного использования почвообрабатывающих машин, входящих в комбинированный агрегат.

5) Возможность использования всей мощности тракторов высоких классов.

По итогу можно сказать что сельскохозяйственным предприятиям необходим переход на комбинированные машины. Это экономически выгодно и позволяет увеличивать производительность труда, оставляя сэкономленные ресурсы для дальнейшего развития предприятий в других отраслях [13-15].



1, 3 – дисковые рабочие органы; 2, 10 – балластные ящики; 4 – плуг;
5 – рама; 6 – дисковая батарея; 7 – плоскорежущие рабочие органы;
8 – заравнитель; 9 – катки

Рисунок 1 - Схема комбинированного агрегата АКП-2,5

На данный момент уже имеются многочисленные разработки в этой области, например, комбинированный агрегат АКП-2,5 (рисунок 1), предназначенный для послойной и предпосевной обработки почв без оборота пласта на территориях с недостатком влаги. В него входят три секции дисковых батарей 6 и три плоскорежущих рабочих органа 7, которые крепятся на раме 5. В рабочем положении глубина обработки изменяется перемещением двух опорных колес. Имеется двухсекционный каток 9, на каждой секции которого установлено по 9 колец. Для увеличения веса катка к нему крепится балластный ящик. С помощью гидроцилиндра, установленного на раме, выбирается транспортное или рабочее положение.

Хорошим примером комбинированного агрегата также является АКШ 7,2-02 (рисунок 2), предназначенный для поверхностной обработки почвы, в которую входит культивация и вспашка с заделкой борозд. За один гон агрегат рыхлит и выравнивает почву, одновременно прикатывая её с созданием уплотненного ложа для семян. В этом агрегате

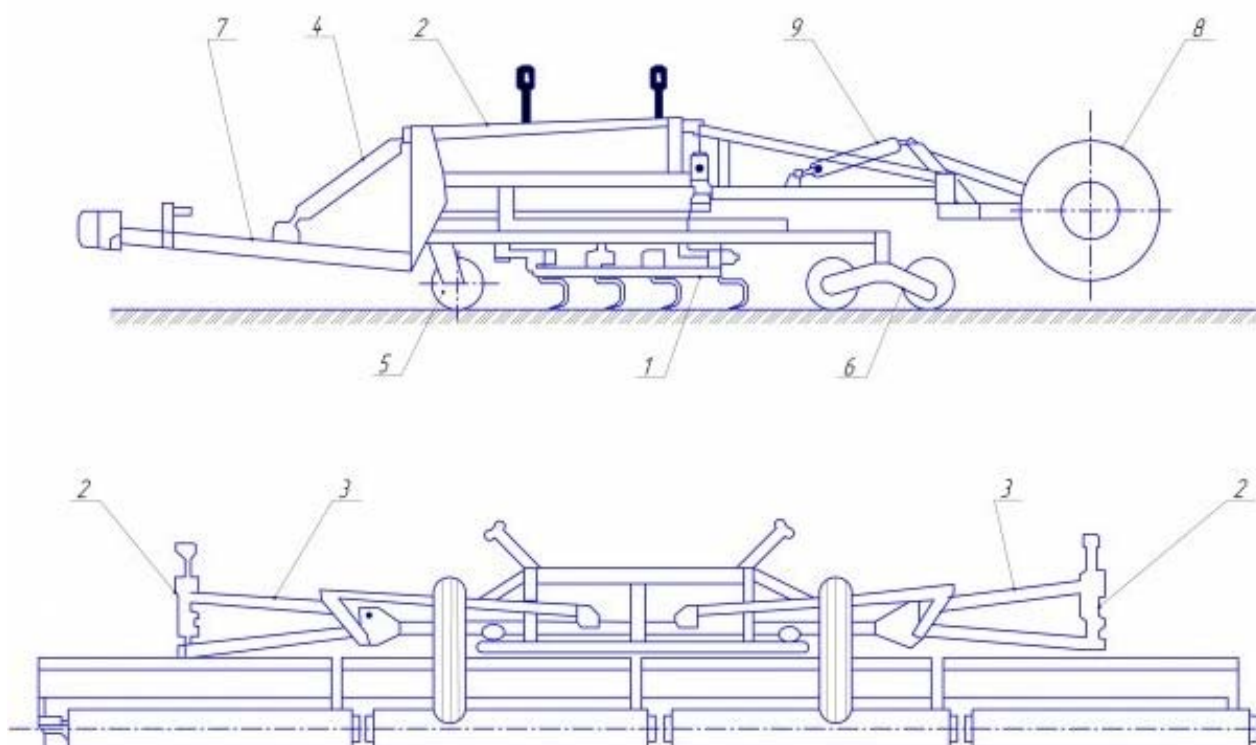
предусмотрена замена лопастных батарей на секции со стойками АКШ, это позволяет переоборудовать его [16-18].

Он обладает рядом преимуществ:

1) Его ротационные рабочие органы улучшают измельчение почвы и крошение земляного пласта.

2) За счет лопастных батарей хорошо выравнивает почву.

3) Показывает эффективную работу на торфяниках и черноземах за счет трубчатых катков и ротационных рабочих органов.



- 1 – рамка; 2 – пружинные амортизаторы; 3 – штоки гидроцилиндров;
 4 – талреп; 5 – передние катки; 6 – задние катки; 7 – сница;
 8 – колеса; 9 – гидроцилиндр.

Рисунок 2 – Схема комбинированного агрегата АКШ 7,2-02

В результате проведенного обзора существующей конструкции комбинированных агрегатов для поверхностной обработки почвы были выявлены следующие недостатки: для разворота таких агрегатов необходима большая траектория, более низкое качество обработки почв, дороговизна и большое тяговое сопротивление комплекса [19,20].

Развитие сферы комбинированных агрегатов является важным фактором для сельского хозяйства, задающим дальнейшее направление для развития сельскохозяйственных агрегатов. Ведь они позволяют в короткие сроки с минимальными затратами ресурсов производить нужные технологические операции.

Литература

1. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01М 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
2. Габдрафиков, Ф.З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакберов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.
3. Лукманов, Р. Р. Аналитический метод расчета некоторых технологических параметров манипулятора доильного аппарата / Р. Р. Лукманов, И. Е. Волков, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 1(19). – С. 103-104.
4. Пополднев, Р. С. Обзор конструкций измельчителей кормов / Р. С. Пополднев, Б. М. Сабиров // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 13-22.
5. Нуруллин, Э. Г. Теоретическое определение скорости воздушно-зерновой смеси в конфузоре пневмомеханической семенорушки / Э. Г. Нуруллин, Д. Т. Халиуллин, Э. Э. Нуруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 23. – С. 113-116.
6. Валиев А. Р. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А. Р. Валиев, Ю. Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 188 с.
7. Проблема утилизации куриного помета с использованием биохимических препаратов / А. С. Ганиев, З. М. Халиуллина, Р. Р. Ахметзянова, И. Х. Гайфуллин // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия РТ. – Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 63-72.
8. Гайфуллин, И. Х. Результаты экспериментальных исследований малообъемного биореактора / И. Х. Гайфуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной

научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 51-56.

9. Результаты экспериментальных исследований разбрасывателя минеральных удобрений / Д. А. Мингалиев, Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков, Д. Т. Халиуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 58-62

10. Эффективная система промывки молокопровода / Э. Р. Далалеев, И. Н. Гаязиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 28-29.

11. Justification of the optimal annual load on the tractor providing for its parameters stress on the formed crop / K.A. Khafizov, R.N. Khafizov, A.A. Nurmiev, I.G. Galiev // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. Vol. 17. – Kazan: EDP Sciences, 2020.

12. Патент № 2751084 С1 Российская Федерация, МПК А01J 9/06, А01J 9/00. Автоматизированная установка для порционного сбора и транспортировки молока: № 2020121297: заявл. 22.06.2020: опубл. 08.07.2021 / Р. Р. Лукманов, Р. Р. Мамаев, А. Р. Валиев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

13. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.

14. Вакуумные насосы доильных установок / Б. Г. Зиганшин, И. Н. Гаязиев, А. А. Мустафин [и др.] // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 32-33.

15. Аэрозольная дезинфекция животноводческих помещений / Б. Л. Иванов, А. И. Рудаков, Р. Ф. Шарафеев, Н. Karadag // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 114-117.

16. Патент на полезную модель № 184957 U1 Российская Федерация, МПК А01J 5/00. Двухтактный доильный аппарат попарного доения: №

2018125165: заявл. 09.07.2018: опубл. 15.11.2018 / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, Г. Г. Булгариев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).

17. Increase of efficiency of tractors use in agricultural production / I. Galiev, C. Khafizov, N. Adigamov, R. Khusainov // Engineering for Rural Development: Proceedings, Jelgava, 23–25 мая 2018 года. Vol. 17. – Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2018. – P. 373-377.

18. Кашапов, И. И. Обзор показателей энергетической эффективности / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.

19. Ахметшин, Р. К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р. К. Ахметшин, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 16-21.

20. Анализ параметров модели автономного сельскохозяйственного предприятия / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Лукманов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 201-203.

21. Пикмуллин, Г. В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.

22. Булгариев Г.Г. Уравнения движения лезвия зуба спирально-пластинчатого рабочего органа в пространстве / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 66-69. – DOI 10.12737/19327.

УДК 631.363.21

Гарифьянов Ислам Тахирович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

islam.garif0807@mail.ru

Кашапов Ильдар Ильясович

Старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ildarc.84@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ НА КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНАХ

Аннотация. В статье представлено современное оборудование, предназначенное для внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах. Проанализированы различные системы внесения консервантов на кормоуборочные техники компаний «Гомсельмаш», «Ростсельмаш», «KRONE», «NEW HOLLAND», «JOHN DEER». Использование данного оборудования поможет максимально равномерно, точно и без потерь внести консервант в растительную массу.

Ключевые слова: дозирование, центробежный насос-дозатор, кормоуборочная техника.

Garifyanov Islam Tahirovich

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

islam.garif0807@mail.ru

Kashapov Ildar Ilyasovich

Senior Lecturer

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ildarc.84@mail.ru

MODERN EQUIPMENT FOR MAKING PRESERVATIVES ON FORAGE HARVESTERS

Abstract. The article presents modern equipment designed for the introduction of preservatives on forage harvesters. Various systems of applying preservatives to forage harvesting equipment of the companies Gomselmash, Rostselmash, KRONE, NEW HOLLAND, JOHN DEER have been analyzed. The use of this equipment will help to introduce the preservative into the vegetable mass as evenly, accurately and without loss as possible.

Keywords: ultra-low volume dosing, centrifugal metering pump, forage harvesting equipment.

Основным звеном технологии заготовки кормовых консервов является внесение жидких консервантов, которое обычно проводят на кормоуборочных комбайнах с помощью специального оборудования, конструкция которого зависит от способа внесения и вида используемого раствора (рисунок 1). В зависимости от типа применяемого насоса устройства для введения жидких консервантов делятся на две основные группы: подачи консервантов с погружным центробежным насосом и мембранные насосы [1-3].

Погружные центробежные насосы-дозаторы типа НВУ-3 просты в обслуживании; надежны в работе, технологичны. К его недостаткам можно отнести низкое рабочее давление (0,035 МПа) и, как следствие, сложность (невозможность) подачи консерванта на распылительную насадку с резцами, фильтрами или расположенную сверху обвязки силоса; засорение сопла распылителя измельченными частицами кормов, что приводит к снижению эффективности точного дозирования консервантов [4-6].

На современных кормоуборочных комбайнах в связи с повышением их производительности производится замена низконапорных центробежных насосов на мембранные насосы с возможностью регулировки давления подачи консервантов в широком диапазоне от 0,1 до 0,8 МПа.



а)

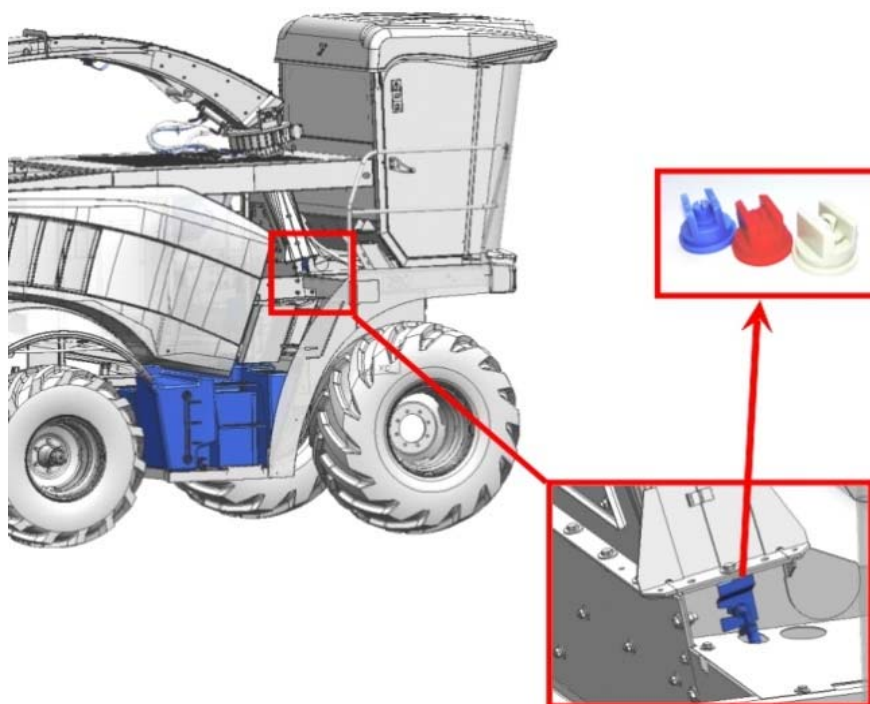


б)

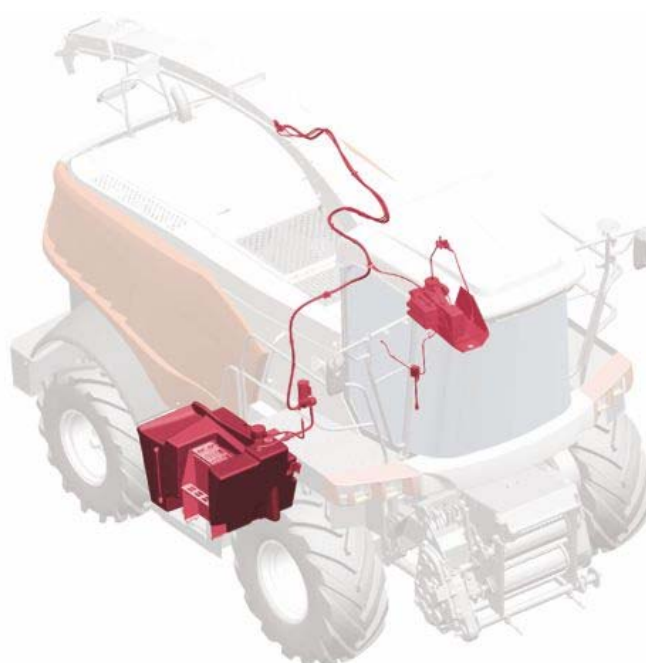
- а) Насос-дозатор оборудования для внесения жидких консервантов;
б) распылительная форсунка.

Рисунок 1 – Оборудование для внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах «Гомсельмаш»

ПО «Гомсельмаш» оснащает свои кормоуборочные комбайны оборудованием для внесения консервантов стандартной комплектацией с дополнительным баком и устанавливает распылительную форсунку на козырьке силосопровода (рисунок 2).



а)



б)

- а) место установки в ускоритель распылительной форсунки;
 б) оборудование с установкой распылительной форсунки на силосопроводе.

Рисунок 2 – Оборудование для внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах «Гомсельмаш»

Производители кормоуборочной техники, такие как «Гомсельмаш», «Ростсельмаш», «KRONE», «NEW HOLLAND», «JOHN DEER» и другие, уже массово устанавливают оборудование для внесения жидких консервантов, которое включает дополнительную емкость для консерванта, фильтр, насос-дозатор и распылительную форсунку, кроме

этого управление подачей консерванта уже встроено в бортовую систему кормоуборочного агрегата [7-9].

Фирма «JOHN DEER» использует полностью интегрированную двухконтурную систему для внесения консервантов ADS Twin Line, которая включает два бака: который расположен рядом с кабиной: бак объемом 30 л для концентрата и 360-литровый бак, который расположен в задние сегменты машины, что делает систему ADS Twin Line высокоуниверсальным методом для руководства качеством припасы кормов.

Дозирующие форсунки размещены перед ускорителем. Имеется выбор фиксированной или изменяемой нормы внесения в зависимости от влажности или данных о содержании сухого вещества, которые получены с датчика влажности HarvestLab [9-11]. Два бака позволяют вносить две разные добавки – в то же время или попеременно (рисунок 3). К примеру, при скашивании травы химический консервант может подаваться из одного бака во влажную траву, а далее на сухих участках можно вносить биологический консервант [10-12].



Рисунок 3 – Емкости для внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах «JOHN DEER»

В настоящее время из зарубежных изготовителей максимальных высот достигла компания «CLAAS», которые устанавливают в собственные кормоуборочные комбайны «Jaguar» оборудование с целью внесения консервантов (рисунок 4) [13-15]. В модификациях «Jaguar» 8307900 компании «CLAAS» впрыскивание консерванта выполняется

посредством всасывающее отверстие ускорителя размельченной растительной массы. С целью регулировки расхода консерванта применяются сменные распылители.

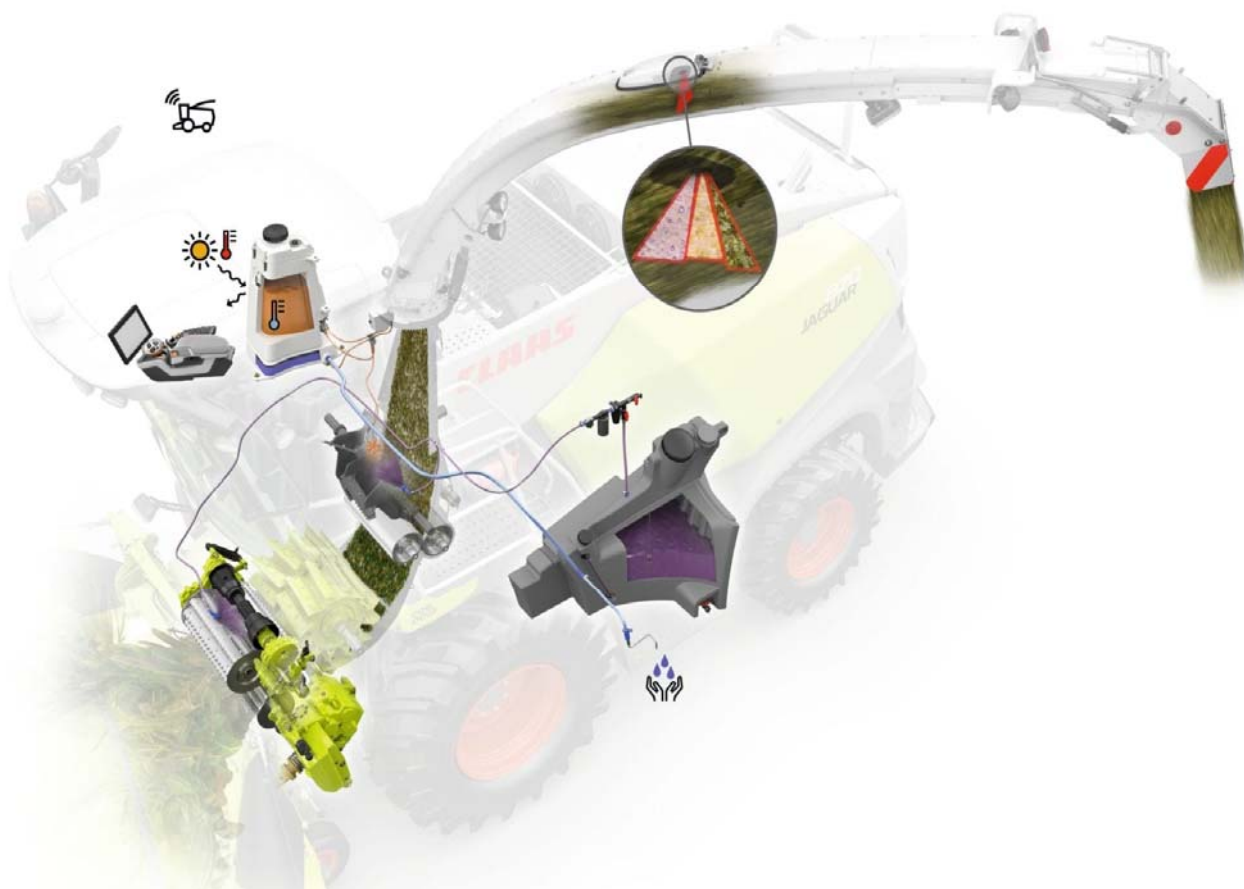


Рисунок 4 – Интегрированная система внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах фирмы «CLAAS»

Кроме того, используется ультромалообъемное дозирование биологических высококонцентрированных растворов: система actisiler 20 с дополнительным баком на 20 л.

Постоянное увеличение производительности кормоуборочной техники является главным фактором, задающим дальнейшее направление в развитии средств механизации внесения консервантов [16-18]. Это предъявляет требования не только к производительности и долговечности оборудования, но и к конструкции распыливающих устройств, задача которых максимально равномерно, точно и без потерь внести консервант в растительную массу [19-21].

Литература

1. Халиуллин Д. Т. Устройство для снятия плодовой оболочки с зерна / Д. Т. Халиуллин, Э. Г. Нуруллин, А. В. Дмитриев // Патент на полезную модель № 88990 U1 Российская Федерация, МПК В02В 3/00: №

2009123888/22: заявл. 22.06.2009: опубл. 27.11.2009 /; заявитель ФГБОУ ВО ГАУ.

2. Федоров Д. Г. Пневмомеханический шелушитель гречихи / Д. Г. Федоров, М. И. Далалеева, А. В. Дмитриев, Д. Т. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 12-13.

3. Сабиров, Б. М. Мукомольные свойства зерна ржи и пшеницы / Б. М. Сабиров // Трансформация АПК: цифровые и инновационные технологии в производстве и образовании: Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Омск, 30 марта 2022 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 202-205.

4. Сабиров, Б. М. Совершенствование способов измельчения зерна / Б. М. Сабиров // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 10–11 февраля 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 140-144.

5. Замалдинов, Н. М. Обзор измельчителей-раздатчиков кормов для фермерских хозяйств / Н. М. Замалдинов, Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 86-90.

6. Гаязиев, И. Н. Вакуумный насос для доильных установок / И. Н. Гаязиев, Р. Р. Лукманов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 12-14.

7. Зиганшин, Б. Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Н. Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84. – DOI 10.51794/27132064-2022-3-78.

8. Практическое использование куриного помета при возделывании озимой пшеницы / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибагатуллин, З. М. Халиуллина [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10(137). – С. 38-47. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-38-47.

9. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.

10. Кашапов, И. И. Обзор показателей энергетической эффективности / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.
11. Фокин, А. И. Пути повышения эффективности молочного производства / А. И. Фокин, Д. Т. Халиуллин, И. И. Кашапов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 578-586.
12. Гибатдинов, Л. З. Виды вентиляции и их применение в животноводческих помещениях / Л. З. Гибатдинов, И. Р. Нафиков, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 33-39.
13. Патент на полезную модель № 184957 U1 Российская Федерация, МПК A01J 5/00. Двухтактный доильный аппарат попарного доения: № 2018125165: заявл. 09.07.2018: опубл. 15.11.2018 / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, Г. Г. Булгариев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
14. The use of the Mephosphon drug to accelerate the process of biogas output and ripening of organic wastes / Z. Khaliullina, Yu. Shogenov, I. Gayfullin [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00127. – DOI 10.1051/bioconf/20202700127.
15. Патент № 2751084 C1 Российская Федерация, МПК A01J 9/06, A01J 9/00. Автоматизированная установка для порционного сбора и транспортировки молока: № 2020121297: заявл. 22.06.2020: опубл. 08.07.2021 / Р. Р. Лукманов, Р. Р. Мамаев, А. Р. Валиев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".
16. Классификация и морфологический анализ структуры распылителей жидкостей / Б. Л. Иванов, М. А. Лушнов, И. Р. Сагбиев, Р. Ф. Шарафеев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института

механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 149-156.

17. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Сеницкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 40-45.

18. Вакуумные насосы доильных установок / Б. Г. Зиганшин, И. Н. Гаязиев, А. А. Мустафин [и др.] // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 32-33.

19. Study of efficiency of peeling machine with variable deck / A. Dmitriev, B. Ziganshin, D. Khaliullin, A. Aleshkin // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1053-1058. – DOI 10.22616/erdev.2020.19.tf249.

20. Сафиуллин, И. Н. Эффективность размещения и специализации сельскохозяйственного производства в новых условиях хозяйствования : специальность 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)": диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Сафиуллин Ильнур Наилевич. – Казань, 2004. – 203 с.

21. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 631.674.6

Губаева Алия Рамисовна

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ali.gubaeva@yandex.ru

Котников Руслан Вальтерович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

rus.kotnikov26@mail.ru

Кашапов Ильдар Ильясович

Старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ildarc.84@mail.ru

СИСТЕМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье представлен комплект оборудования для капельного орошения садовых культур, нормы полива, схема управления и способы очистки воды. Приведен процесс работы комплекта оборудования и основные технологические регулировки. Озвучены преимущества и недостатки данных систем орошения в природно-климатических условиях Республики Татарстан.

Ключевые слова: капельное орошение, система трубопроводов, нормы полива, расход воды, фильтрация, капельница.

Gubaeva Aliya Ramisovna

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ali.gubaeva@yandex.ru

Kotnikov Ruslan Valterovich

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

rus.kotnikov26@mail.ru

Kashapov Ildar Ilyasovich

Senior Lecturer

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ildarc.84@mail.ru

DRIP IRRIGATION SYSTEM FOR FRUIT CROPS

Abstract. The article presents a set of equipment for drip irrigation of garden crops, irrigation standards, control scheme and methods of water purification. The process of operation of the equipment set and the main technological adjustments are given. The advantages and disadvantages of these irrigation

systems in the natural and climatic conditions of the Republic of Tatarstan are announced.

Keywords: drip irrigation, pipeline system, irrigation norms, water consumption, filtration, dropper

Потребность в орошении садов определяется, прежде всего, неустойчивым режимом естественного увлажнения и теплообеспеченности минеральных почв [1-3]. Следует отметить, что плодовые культуры потребляют большое количество воды на транспирацию и испарение с поверхности почвы. Это приводит к тому, что естественный водный режим почв в большинстве случаев отклоняется от оптимального для плодовых культур.

Разработка и совершенствование технологий искусственного орошения плодовых культур является актуальным направлением в растениеводстве. Использование современных технологий орошения позволяет повысить урожайность плодовых культур, получаемых с единицы площади, повысить их качество и снизить себестоимость [4-6].

Капельное орошение является одним из способов полива, при котором вода по системе трубопроводов подается непосредственно в корневую зону растений. Использование таких систем одновременно с подачей раствора удобрений позволяет постоянно поддерживать влажность почвы в оптимальном соотношении, что приводит к более высокому коэффициенту усвоения удобрений растениями.

Потребность в воде отдельных плодовых пород на различных почвах неодинакова. Яблоня более требовательна к воде, чем груша. Слива и черешня нуждаются во влаге больше, чем вишня и абрикос. Ранние сорта яблони и груши требуют меньше поливов, чем поздние. Деревьям с обильным урожаем необходимо дать больше влаги, чем с меньшим. В садах, где междурядья содержатся под черным паром, воды для полива нужно меньше, чем в садах, где междурядья заняты сидератами [7-9].

При установлении нормы полива (количество воды в кубических метрах на 1 га за один полив) учитывают необходимость увлажнения почвы на глубину распространения основной массы активных корней растений до 70-100 см. Вегетационные поливы с учетом влажности почвы рекомендуется проводить в следующие сроки:

- в плодоносящем саду семечковых пород первый вегетационный полив - в июне, после опадения избыточной завязи, второй - за 2-3 недели до созревания летних сортов (15-20 июля); третий полив - в августе; - в плодоносящих садах косточковых пород первый полив проводят весной в фазе усиленного роста побегов, второй - за две недели до созревания плодов, третий – после съема урожая.

Количество поливов и поливные нормы зависят также от физических свойств почвы. На легких, хорошо фильтрующих почвах,

поливные нормы уменьшают, а количество поливов увеличивают. На тяжелых почвах нормы полива увеличивают, а количество поливов можно сократить. Нормы воды (при поливе дождеванием) для вегетационных поливов плодоносящих садов в зависимости от конкретных условий колеблются от 300 м³ на 1 га до 1500 м³.

В плодоносящих садах наряду с вегетационными поливами при засушливом летне-осеннем периоде большое значение имеют влагозарядковые поливы, проводимые осенью, после опадения листьев (за несколько дней до наступления устойчивых морозов). Они способствуют повышению зимостойкости деревьев и лучшему развитию насаждений в первые фазы вегетации весной [10-12].

Особенно необходим подзимний влагозарядковый полив для обильно плодоносивших деревьев. Осенний влагозарядковый полив должен быть умеренный, норма полива для плодоносящих садов не должна превышать в районах недостаточного увлажнения 1000 - 1500 м³ на 1 га.

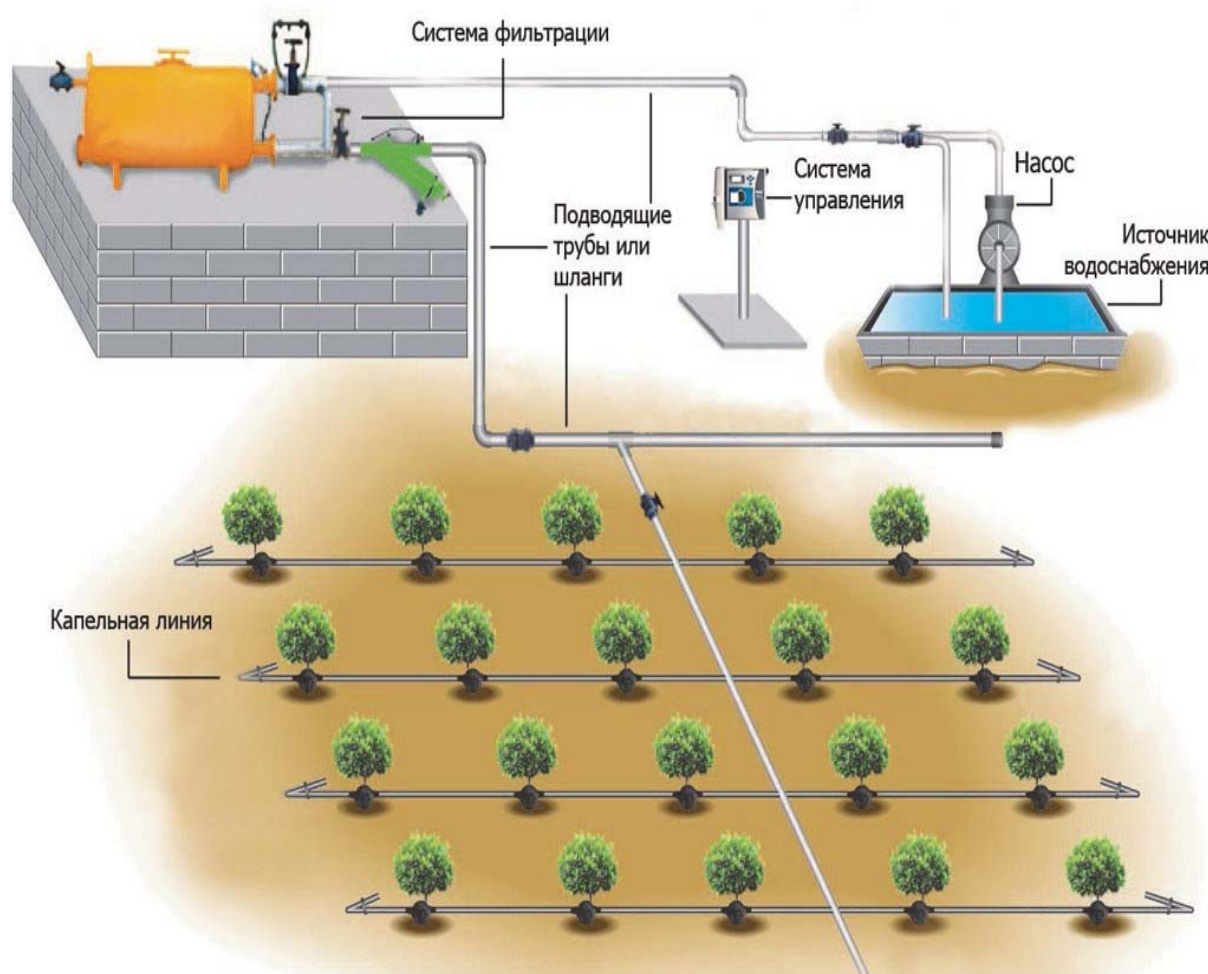


Рисунок 1 - Системы трубопроводов и трубок капельного полива

Очищенная вода подается в систему трубопроводов (рисунок 1), в которых установлены трубы капельного полива. Капельные эмиттеры, которые позволяют обеспечить подачу воды до 2 л/ч, расположенных на расстоянии 100 мм вода подается небольшими порциями непосредственно в корневую систему плодовых культур.

С помощью фильтростанции осуществляется очистка поливной воды, работа которой управляется контроллером, от крупных механических примесей и биофлоры. Для этого применяется песчано-гравийные фильтры, которые изготовлены из металлических емкостей, заполненных фильтрующими элементами. Переключение режимов работы (фильтрации и автоматической промывки) осуществляется через трехходовые клапаны, управляемые соленоидами [13-15].

Подача жидких удобрений производится через емкость удобрительного узла. Для предотвращения засорения отверстий в трубах капельного полива устанавливают дисковые фильтры для тонкой очистки.

В системе установлен воздушно-вакуумный клапан для стравливания воздуха при запуске и восстановления нулевого давления при окончании работ. Рабочее давление в системе поддерживается установкой в трубопроводах регуляторов давления.

Работа комплекта, автоматизированного поливочного осуществляется по разработанной для конкретных условий программе. По команде «пуск», производится запуск водяного насоса и открытие электромагнитного клапана первого поливного модуля капельного полива. Осуществляется полив первого модуля. По завершении полива первого модуля (внесения заданной нормы полива) производится переключение клапанов на полив следующего модуля. Далее работа ведется в циклическом режиме.

Весь процесс работы комплекта происходит без участия оператора и обеспечивает постоянное поддержание заданной (оптимальной для роста растений) влажности. Оперативная корректировка программы полива (изменение поливной нормы) производится при помощи контроллера [16-18].

Максимальный часовой расход Q в таких установках определяется по формуле:

$$Q = q \cdot n_k, \quad (1)$$

где q - расход одной капельницы, л/мин;

n_k - количество капельниц на 1 га, шт.

Разработка современных отечественных конкурентоспособных автоматизированных систем капельного орошения плодовых культур, превосходящих по технологическим показателям мировые аналоги, является актуальной проблемой. Внедрение данных систем будет

способствовать повышению урожайности, качества плодовых культур и уменьшению себестоимости [19,20].

Литература

1. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01М 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
2. Гайфуллин, И. Х. Биогаз - альтернативный источник энергии / И. Х. Гайфуллин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции ИМиТС. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 82-86
3. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Сеницкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 40-45.
4. Пути совершенствования технологии доения / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, А. А. Мустафин, Ф. Ф. Ситдинов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 181-185.
5. Вакуумные насосы доильных установок / Б. Г. Зиганшин, И. Н. Гаязиев, А. А. Мустафин [и др.] // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 32-33.
6. Патент на полезную модель № 184957 U1 Российская Федерация, МПК A01J 5/00. Двухтактный доильный аппарат попарного доения: № 2018125165: заявл. 09.07.2018: опубл. 15.11.2018 / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, Г. Г. Булгариев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
7. Ахметзянова, Э. Р. Разработка конструкции зерносушилки / Э. Р. Ахметзянова, М. А. Лушнов // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18

января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 14-18.

8. Иванов, Б. Л. Пути снижения энергетических затрат при сушке зерна / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 19 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 83-89.

9. Патент № 2751084 С1 Российская Федерация, МПК А01J 9/06, А01J 9/00. Автоматизированная установка для порционного сбора и транспортировки молока: № 2020121297: заявл. 22.06.2020: опубл. 08.07.2021 / Р. Р. Лукманов, Р. Р. Мамаев, А. Р. Валиев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

10. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Gomaа, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.

11. Кашапов, И. И. Обзор показателей энергетической эффективности / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.

12. Иванов, Б. Л. Современные технологии дезинфекции животноводческих помещений и оборудования / Б. Л. Иванов, И. Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова., Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 86-89.

13. Перспективные направления энергообеспечения и энергоснабжения в сельском хозяйстве / И. Х. Гайфуллин, А. И. Рудаков, З. М. Халиуллина, И. Н. Сафиуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 386-393.

14. Захаров, В. П. Совершенствование размещения и специализации как фактор повышения эффективности сельскохозяйственного производства

- / В. П. Захаров, И. Н. Сафиуллин // Вестник экономики, права и социологии. – 2008. – № 6. – С. 15-24.
15. Ахметшин, Р. К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р. К. Ахметшин, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 16-21.
16. Анализ параметров модели автономного сельскохозяйственного предприятия / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Лукманов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 201-203.
17. Габдрафиков, Ф.З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакберов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.
18. Study of efficiency of peeling machine with variable deck / A. Dmitriev, B. Ziganshin, D. Khaliullin, A. Aleshkin // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1053-1058. – DOI 10.22616/erdev.2020.19.tf249.
19. Современные средства и методы дезинфекции сельскохозяйственных помещений и оборудования / Б. Л. Иванов, И. Н. Сафиуллин, А. А. Мустафин, И. И. Кашапов // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 131-136.
20. Халиуллин, Д. Т. Теоретическое обоснование некоторых параметров семенорушки пневмомеханического типа / Д. Т. Халиуллин, Р. Р. Лукманов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-3. – С. 516-519

УДК 631.95

Иванов Борис Литта*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*littab@mail.ru**Ильясов Рамиль Равилевич***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramililyasov27@gmail.com**Сабиров Айдар Дамирович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*aidar.sabirov.793@yandex.ru

ИНФРАКРАСНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. В статье представлен вариант осуществления контроля над поддержанием климата в агропромышленном комплексе. Это возможно за счёт электрификации, путём введения инфракрасных тепловых излучателей. Такой выбор обусловлен тем, что на основе такого нагревателя можно создать автоматическую систему поддержания климата в помещении. В агропромышленном комплексе такую систему можно использовать в стойбищах, оранжереях и многих других технических комплексах, где важно круглый год поддерживать оптимальную температуру. Для этого предлагается новое техническое решение-введение электрических обогревателей направленного действия.

Ключевые слова: обогреватель, микроклимат, инфракрасный нагреватель.

Boris L. Ivanov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*littab@mail.ru**Ramil R. Iyasov***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ramililyasov27@gmail.com**Aidar D. Sabirov***Student*aidar.sabirov.793@yandex.ru*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

INFRARED HEATERS FOR AGRICULTURE

Abstract. The article presents a variant of exercising control over maintaining the climate in the agro-industrial complex. This is possible due to electrification, by introducing infrared heat emitters. This choice is due to the fact that on the basis of such a heater it is possible to create an automatic system for maintaining the climate in the room. In the agro-industrial complex, such a system can be used in camps, greenhouses and many other technical complexes, where it is important to maintain the optimum temperature all year round. For this, a new technical solution is proposed - the introduction of directional electric heaters.

Key words: heater, microclimate, infrared heater.

На предприятиях агропромышленного комплекса требуется создавать условия для выращивания молодняка животных и птицы в течение всего календарного года с минимальными энергетическими затратами [1,2,3,4,5]. В зимний период, а также весной и осенью процесс выращивания молодняка животных и птицы требует создания комфортных условий, в том числе по температуре на основе автоматизированных систем управления для снижения энергозатрат [6,7]. Для создания таких условий возможно использование нагревателей, основанных на инфракрасном излучении (рисунок 1). В Республике Татарстан такая задача в области агропромышленного комплекса не распространена.



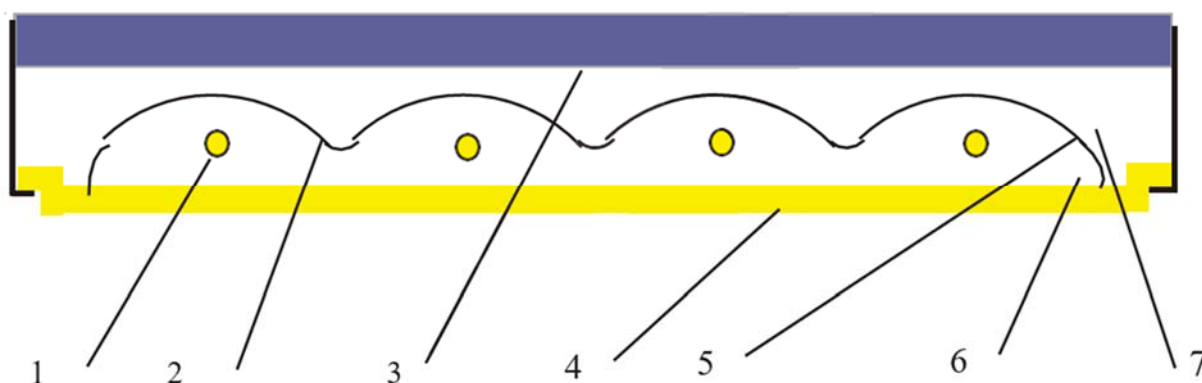
Рисунок 1 – Пример инфракрасного обогревателя

Для полного сохранения приплода и выращивания, например, поросят важно создать оптимальные их условия содержания в первые дни жизни. Необходимо иметь в виду, что в зоне нахождения свиноматок должна поддерживаться температура 17...21° С. При более высокой температуре у них наблюдается снижение обмена веществ. Таким образом, температура в зоне рождения поросят-сосунов должна быть равной 31° С и постепенно снижаться за 25 дней до 23° С, за 28 дней до 22° С, за полтора месяца – до 20° С, за два месяца – до 20° С. Такая задача может быть решена при использовании системы автоматического

управления температурой в зоне их роста [8,9,10,11]. В районах с жёсткими климатическими условиями и на фермах, где отсутствует система общего подогрева, целесообразно применять ИК нагреватели направленного действия, которые подвешивают над каждым станком.

Приблизительно 80...90% энергии лучистого потока передаётся на нагреваемый объект непосредственно (в исходном виде). Это обеспечивает высокую эффективность и динамику нагрева объекта, а также минимизирует потери тепловой энергии на нагрев всего объёма воздуха в помещении и, соответственно, потолка, стен и пола при теплообмене с воздухом [12,13,14].

Разработан и предложен электрический обогреватель (рисунок 2), который работает следующим образом: При включении галогенных ламп образуется мощный поток ИК излучения (лучистый поток). 90% мощности излучения передаётся в спектральной области 0,90...1,3 мкм. Часть лучистого потока (приблизительно, половина) попадает на рефлектор и 80% его отражается от его поверхности, т.е. около 40% энергии отражённого лучистого потока оказывается направленным на нагреваемый объект [15]. Причем удельная мощность источника ИК излучения, приведенная к величине незамкнутого объёма, составляет 0,03...0,85 Вт/см³. Предлагаемая конструкция инфракрасного обогревателя имеет низкую удельную энергоёмкость.



1 – Кварцевые галогенные лампы ИК излучения; 2 – Рефлектор;
3 – Теплоизолирующая пластина; 4 – Частично непрозрачный для ИК излучения экран; 5 – Элементы крепления; 6 – Замкнутый объем обогревателя (источник ИК излучения); 7 – Незамкнутый объем обогревателя.

Рисунок 2 – Схема нагревательного устройства

Спроектировано нагревательное устройство, в котором применены технические и электрические элементы в области ионно-лучевой и электронно-лучевой технологии для создания эффективных рефлекторов инфракрасного излучения. Все это позволяет решить поставленные задачи на высоком научно-техническом уровне.

Литература

1. Иванов, Б.Л. Пути снижения энергетических затрат при сушке зерна / Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, И.Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 19 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 83-89.
2. Хусаинов, Р.К. Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом дифференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 2(28). – С. 73-76.
3. Лукманов, Р.Р. Энергосберегающий доильный аппарат / Р.Р. Лукманов, И.Р. Нафиков, И.И. Кашапов, В.А. Суханова // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 48-54.
4. Гильманова, А.А. Разработка установки альтернативного источника энергии / А.А. Гильманова, И.Р. Нафиков // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 65-68.
5. Лукманов, Р.Р. Энергосберегающий доильный аппарат / Р.Р. Лукманов, И.Р. Нафиков, И.И. Кашапов, В.А. Суханова // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 48-54.
6. Гибатдинов, Л.З. Виды вентиляции и их применение в животноводческих помещениях / Л.З. Гибатдинов, И.Р. Нафиков, И.И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 33-39.
7. Кашапов, И.И. Обзор показателей энергетической эффективности / И.И. Кашапов, Б.Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.
8. Нафиков, И.Р. Электрификация и автоматизация систем приточно-вытяжных вентиляций производственных котельных / И.Р. Нафиков, Р.Р. Лукманов, Б.Л. Иванов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 99-105.
9. Мокеев, А.С. Автоматизация и электрификация производственной котельной / А.С. Мокеев, И.Р. Нафиков // Студенческая наука - аграрному

производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 50-54.

10. Мухаммадиев, Р.Р. Автоматизированная барабанная сушилка для сыпучих продуктов / Р.Р. Мухаммадиев, И.Р. Нафиков // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 168-171.

11. Рудаков, А.И. Ветроустановки с вертикальной осью вращения ротора / А.И. Рудаков, М.А. Лушнов, И.Р. Нафиков // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 102-108.

12. Габдрафиков, Ф.З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114. – DOI 10.31563/1684-7628-2019-50-2-109-115.

13. Гималтдинов, И.Х. Превентивная стратегия технического обслуживания дробильного оборудования / И.Х. Гималтдинов, Б.Г. Зиганшин, И.Г. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 71-76. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-71-76.

14. Improving the efficiency of use of tractors by optimizing their ability to do the job / I.G. Galiev, S.M. Yakhin, R.K. Khusainov, I.R. Nafikov // Перспективы развития аграрных наук: Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 01–02 июня 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Р. 75-76.

15. Патент на полезную модель № 123475 U1 Российская Федерация, МПК F04F 5/04, B05B 7/00. Струйный распылитель жидкостей: № 2012107611/06: заявл. 28.02.2012: опубл. 27.12.2012 / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, О.Ю. Маркин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

16. Кинематика эллипсоидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы / Р. Х. Гайнутдинов, С. М. Яхин, И. И. Алиакберов, Г. В. Пикмуллин // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.

17. Пикмуллин, Г. В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г. В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной

научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112-114.

18. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery / A. P. Mudrov, S. M. Yakhin, G. V. Pikmullin, A. G. Mudrov // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.

19. Патент № 2395184 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20, А01В 35/26, А01В 39/20. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: № 2008153024/12: заявл. 31.12.2008: опубл. 27.07.2010 / Г. В. Пикмуллин, Г. Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".

20. Патент на полезную модель № 211459 U9 Российская Федерация, МПК А01В 13/00, А01В 33/04. Ротационный рабочий орган для обработки почвы: № 2021137950: заявл. 20.12.2021: опубл. 15.07.2022 / Т. Н. Вагизов, Г. В. Пикмуллин, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Ахметзянов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

21. Пикмуллин, Г. В. Упрочнение лезвийных элементов почвообрабатывающих машин способом электрической обработки контактным непрерывным оплавлением / Г. В. Пикмуллин, Р. Х. Гайнутдинов, Ф. Р. А. Шамсутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 70-72. – DOI 10.12737/19328.

22. Патент на полезную модель № 208811 U1 Российская Федерация, МПК А01В 33/00. Устройство для обработки междурядий пропашных культур: № 2021124860: заявл. 20.08.2021: опубл. 14.01.2022 / С. М. Яхин, Г. В. Пикмуллин, Т. Н. Вагизов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет". – EDN DVWYPD.

УДК 631.363.2

Набиев Ильсаф Фаргадович

Студент магистратуры

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ilsaf.nabiyev@mail.ru

Халиуллин Дамир Тагирович

Кандидат технических наук, доцент

damirtag@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ГРАНУЛЯТОРОВ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ

Аннотация. В статье дано описание о применении грануляторов, а также о значении гранулировании в комбикормовой промышленности. Осуществлен обзор существующих конструкций грануляторов концентрированных кормов. По результатам выполненного анализа были обнаружены достоинства и неисправности конструкций грануляторов.

Ключевые слова: корм, прессование, матрица, концентрат, гранулирование, конструкция, масса.

Ilisaf F. Nabiev

Master's degree student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ilsaf.nabiyev@mail.ru

Damir T. Khaliullin

Candidate of technics sciences, Associate professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

damirtag@mail.ru

REVIEW OF EXISTING DESIGNS OF CONCENTRATED FOOD GRANULATORS

Abstract. The article describes the use of granulators, as well as the importance of granulation in the feed industry. A review of the existing designs of concentrated feed granulators has been carried out. According to the results of the performed analysis, the advantages and disadvantages of the designs of granulators were found.

Key words: feed, pressing, matrix, concentrate, granulation, construction, weight.

Сельское хозяйство трудно представить без процесса приготовления комбикормов животным соответствующего качества. Формирование прочной кормовой базы для животноводства в

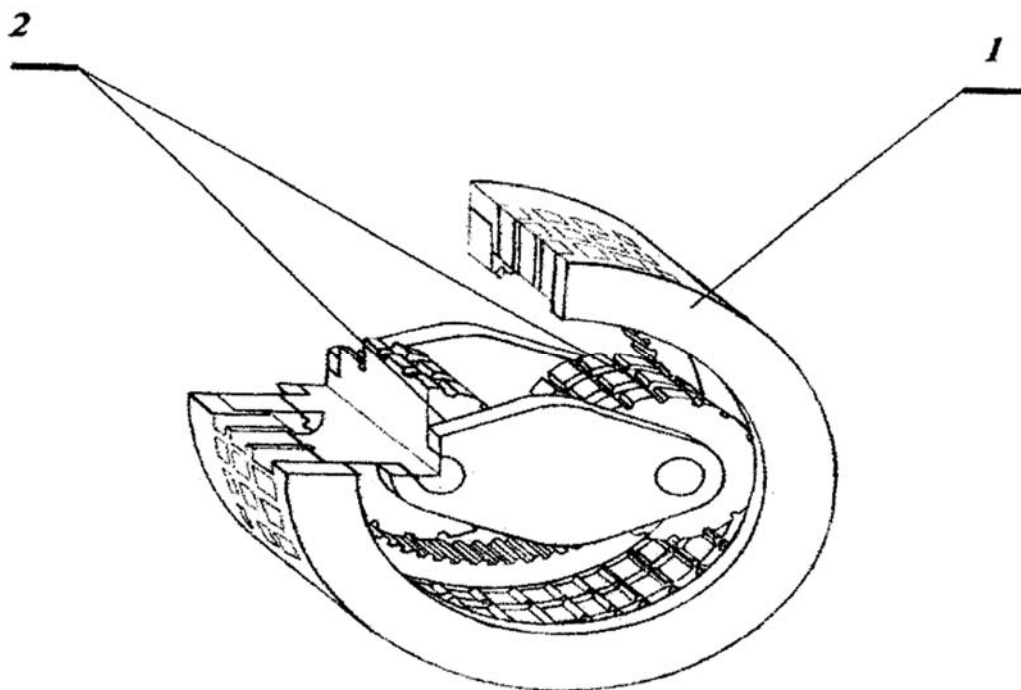
сельскохозяйственных предприятиях тесно связано с повышением качества кормов и снижения потерь питательных веществ при заготовке и хранении [1]. Самым распространённым способом приготовления комбикормов в сельском хозяйстве являются измельчение и смешивание кормов. Основными показателями процесса измельчения кормов является производительность, качество измельчения и удельные энергозатраты [1]. Повышение эффективности процесса измельчения кормов происходит при увеличении производительности, повышении качества измельчения и при снижении удельных энергозатрат. При этом для определения параметров и режимов работы оборудования необходимо решить компромиссную задачу – выбрать параметры и режимы работы машины, обеспечивающие требуемое качество с наименьшими удельными энергозатратами.

Качество измельчения зерна определяется в соответствии с нормативными требованиями [2], через показатель качества измельчения (К), который рассчитывается как отношение массы частиц требуемой фракции и общей массы пробы. Для каждого вида животного оптимальна определенная фракция измельчения: например, для свиней 0,1...2,0 мм; для сельскохозяйственной птицы в возрасте до 17 недель 1,0...3,0 и т.д. [3].

На данный момент предпочтение дают к гранулированным кормам, чем рассыпной, т.к. для животных этот продукт усваивается легче, при содействии с землей гранулы легко собираются, чем рассыпной продукт. Гранулированный продукт хранится дольше, чем рассыпной продукт, более устойчивый к воздействиям внешних факторов и даже при транспортировке сохраняют свои полезные свойства. Процесс гранулирования комбикормов осуществляется специальными устройствами – грануляторами, отличающиеся по конструкции прессующего элемента и расположению матриц в устройстве.

Для более полного анализа, проведем патентные исследования различных типов грануляторов кормов.

Шестеренный пресс для гранулирования кормов по патенту RU82626U1(рисунок 1) включает в себя роллеры для пресса, матрицу кольцевую с радиальным каналом.



1 – кольцевая матрица; 2 – прессующий роллер

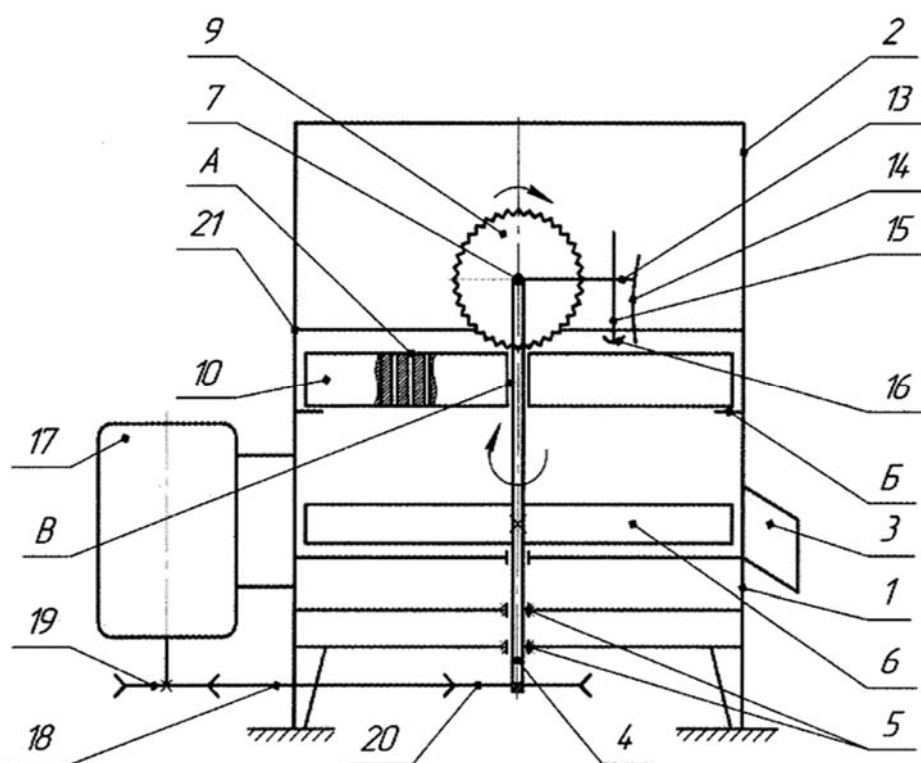
Рисунок 1 – Шестеренный пресс для гранулирования кормов по патенту RU82626U1

Матрица данного шестеренного пресса имеет вид зубчатого венца, что благоприятствует внутреннему зацеплению, а роллер выполнен в виде шестерни с зацеплением снаружи.

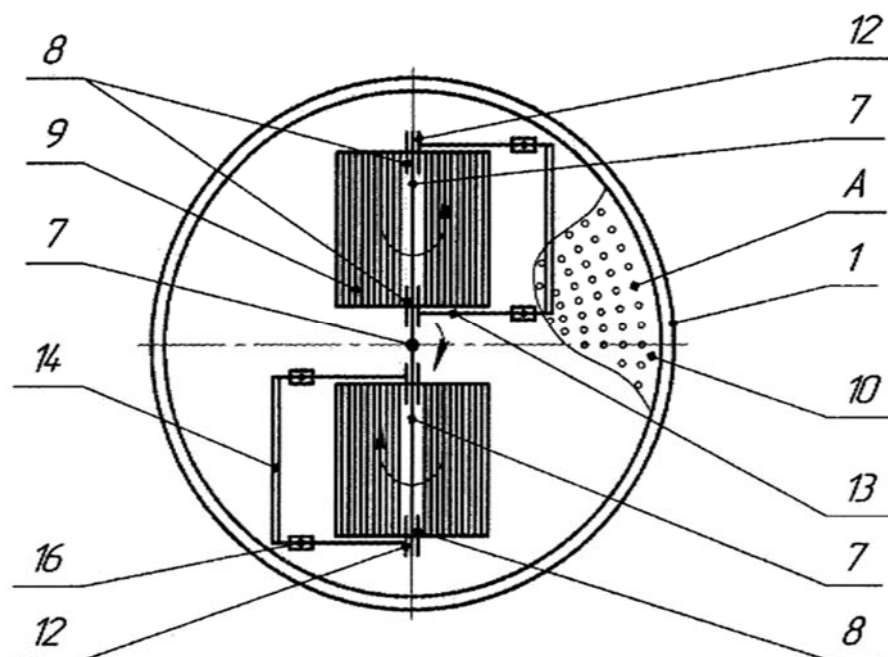
При работе продукт (корм) подается на внутрь кольцевые матрицы. Корм получает зацепление, и тем самым, сжатие при встречном направлении кольцевой матрицы и прессующего роллера, и получает вдавление путем последнего. В движении вдоль канала прессования корм получает упрощенный вид и при выходе из канала спрессованный корм делится на гранулы.

Недостатком данной конструкции заключается в высокой энергоемкости процесса, что повышают затраты на электроэнергию, и уменьшением срока эксплуатации.

Рассмотрим гранулятор кормов по патенту RU207866U1 (рисунок 2).



а)



б)

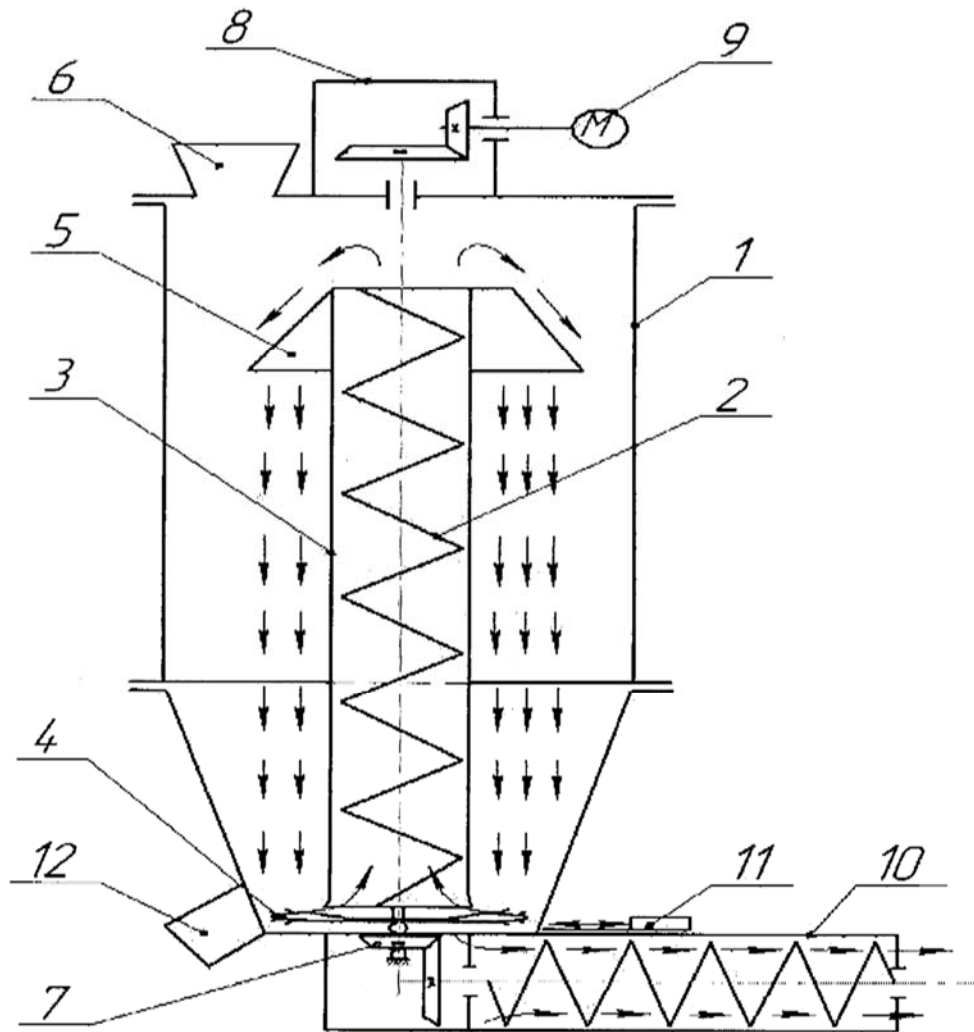
1 – корпус; 2 – загрузочный кожух; 3 – патрубок выгрузки; 4 – вал;
 5 – шарикоподшипник; 6 – лопасть выгрузки; 7 – крестовина; 8 – подшипник;
 9 – вальцы двойные; 10 – матрица; 11 – гайка; 12 – шарнир; 13 – рама;
 14 – лопатка; 15 – опора; 16 – башмак; 17 – электродвигатель; 18 – ремень
 клиновй; 19, 20 – шкивы; 21 – шарнир.

Рисунок 2 – Гранулятор кормов по патенту RU207866U1:
 а) вид с боку; б) вид с верху на камеру прессования

Гранулятор кормов включает в себя корпус с кожухом и патрубком выгрузки, электродвигатель, и вал, на котором закреплены вращающиеся крестовина и выгрузная лопасть, двойные рифленные вальцы на подшипниках, взаимодействующие с неподвижной матрицей.

Недостатком данного гранулятора заключается неравномерное распределение кормового продукта, что приводит к снижению качества и эффективности применения получаемой продукции.

Известен шнековый измельчитель-смеситель-гранулятор кормов по патенту RU170146U1, технологическая схема которого приведена на рисунке 3.



1 – бункер загрузки, 2 – шнек, 3 – кожух, 4 – мешалка, 5 – рассеиватель,
6 – загрузочный приемник, 7, 8 – редукторы, 9 – электродвигатель,
10 – гранулятор, 11 – заслонка, 12 – патрубок.

Рисунок 5 – Шнековый измельчитель-смеситель-гранулятор кормов
патенту RU170146U1

Шнековый измельчитель-смеситель-гранулятор кормов содержит цилиндрический бункер, кожух, шнек, в нижней части котором

смонтирован мешалка с режущими элементами, который вместе со шнеком выполняют одинаковое вращение. К кожуху закреплен рассеиватель. С помощью электродвигателя, через редуктор осуществляется работа гранулятора и шнека.

Недостатком этой конструкции содержится в сложности самой конструкции, а именно при ремонте или замене шнека. Также устройство расходует больше электроэнергии и обладает повышенной материалоемкостью.

Вывод. Применяемые при производстве комбикормов технические средства имеют высокие удельные энергозатраты. Одним из важнейших условий успешного решения данной задачи является применение новых способов измельчения, одним из которых является комбинированное воздействие различными рабочими органами. Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что устройства для гранулирования кормов по конструкции основного рабочего органа (прессующего элемента) классифицируются на: пресс-грануляторы, редукторные и шнековые грануляторы. По расположению матриц различаются следующие типы исполнения машин: с кольцевой матрицей, плоской матрицей, неподвижной матрицей. После проведенных анализов различных устройств следует сказать о необходимости разработки устройств гранулирования концентрированных кормов. К сожалению, в настоящий момент следует признать, что данная проблема требует быстрого актуального решения.

Литература

1. Валиев А. Р. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А. Р. Валиев, Ю. Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 188 с.
2. Зиганшин Б. Г. Измельчитель-смеситель кормов / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Д. Т. Халиуллин [и др.] // Патент № 196834 U1 РФ, МПК A01F 29/00.: № 2019133125: заявл. 17.10.2019: опубл. 17.03.2020; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
3. Халиуллин Д. Т. Современные технологии производства комбикормов / Д. Т. Халиуллин, М. Р. Хадиев, Б. И. Гарифуллин, И. М. Гомаа // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 267-273.
4. Зиганшин Б. Г. Разработка конструкции измельчителя-смесителя кормов / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Д. Т. Халиуллин, Р. С. Пополднев // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти Гайнанова Х. С. Том 1. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 121-126.

6. Иванов, Б. Л. Современные технологии дезинфекции животноводческих помещений и оборудования / Б.Л. Иванов, И.Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 86-89.
6. Иванов, Б. Л. Пути снижения энергетических затрат при сушке зерна / Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, И.Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 83-89.
7. Сабилов, Б. М. Методика определения средней силы удара для разрушения зерна пшеницы / Б. М. Сабилов // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2018. – С. 195-200.
8. Сабилов, Б. М. Совершенствование способов измельчения зерна / Б. М. Сабилов // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ имени В.М. Кокова, 2022. – С. 140-144.
9. Пополднев, Р. С. Обзор конструкций измельчителей кормов / Р. С. Пополднев, Б. М. Сабилов // Современное состояние и перспективы развития технической базы АПК: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 13-22.
10. Numerical modeling of the effect of energy-separation in the ranque-hilsch tube / B. Ivanov, B. Ziganshin, A. Dmitriev [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020): Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00109.
11. Лушнов, М. А. Оптимизация параметров горизонтального смесителя высоковязких кормов с эксцентрично расположенным рабочим органом / М. А. Лушнов, Б. Л. Иванов, А. И. Рудаков // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 97-102.
12. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.
13. Превентивная стратегия технического обслуживания дробильного оборудования / И. Х. Гималтдинов, Б. Г. Зиганшин, И. Г. Галиев [и др.] //

Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 71-76. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-71-76. – EDN BPQIRH.

14. Хусаинов, Р. К. Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом дифференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период / Р. К. Хусаинов, И. Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 2(28). – С. 73-76. – EDN QIYQAZ.

15. Галиев, И. Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с. – ISBN 978-5-4365-3422-0.

16. Хусаинов, Р. К. Обоснование объектов наблюдения для проведения экспериментальных исследований / Р. К. Хусаинов, И. Г. Галиев // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Н. К. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 199-205.

17. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

18. Мудров, А.Г. Применение пространственных шарнирно-рычажных механизмов в устройствах сельскохозяйственного назначения / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 215-218.

19. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.

20. Пикмуллин, Г.В. Расчет пружины на прочность и жесткость /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин, Д. Чжан// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации : Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань,

06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 61-64.

21. Мудров, А.Г. Устройства для первичной обработки изделий /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74.

22. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

23. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

© *Набиев И.Ф., Халиуллин Д.Т., 2022*

УДК 625.08

Нургаянов Рустем Ринатович

Студент магистратуры

Казанский государственный аграрный университет, Казань

karson2613@gmail.com

Халиуллин Дамир Тагирович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

damirtag@mail.ru

Шамсутдинов Ильмир Ильгизович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ilmir.sham@mail.ru

Земдиханов Минсур Миналимович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный

университет, Казань

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ

Аннотация. Предлагается модернизация применяемой спецтехники путем изменения конструкции разбрасывающего устройства, обеспечивающее более равномерное распределение реагентов по площади дорожного полотна и снизить вероятность повреждения лакокрасочных покрытий автомобилей при оказании их непосредственной близости со спецтехникой. Предлагаемые конструктивные изменения позволят сократить количество применяемых препаратов, что в свою очередь снизит экологический вред, наносимый окружающей среде химическими реагентами, а также защитит других участников дорожного движения от прямого попадания частиц реагента.

Ключевые слова: реагент, техника для разбрасывания, безопасность дорог, равномерное распределение

Rustem R. Nurgayanov

Master's degree student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

karson2613@gmail.com

Damir T. Khaliullin

Candidate of technics sciences, Associate professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

damirtag@mail.ru

Ilmir I. Shamsutdinov

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ilmir.sham@mail.ru

Minsur M. Zemdikhanov

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

TECHNICAL SOLUTION FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF PARTICLE DISTRIBUTION

Abstract. It is proposed to modernize the special equipment used by changing the design of the spreading device, which ensures a more uniform distribution of reagents over the area of the roadway and reduces the likelihood of damage to the paint coatings of cars when providing them with close proximity to special equipment. The proposed design changes will reduce the number of drugs used, which in turn will reduce the environmental damage caused to the environment by chemical reagents, as well as protect other road users from direct ingress of reagent particles.

Keywords: reagent, scattering equipment, road safety, uniform distribution.

В зимнее время открытые производственные участки и дороги населенных пунктов средней полосы России покрываются снежно-ледяной коркой, вследствие чего возникают неблагоприятные условия для всех работников, что приводит к снижению эффективности производства [1, 2]. Как известно, увеличение объемов производства продукции, в том числе и в сельском хозяйстве, зависит от эффективного использования техники и оборудования [3...6] при выполнении различных технологических операций [7...10]. Одним из путей увеличения производительности перевозки грузов и выполнения погрузочно-разгрузочных работ является поддержание состояния дорожного покрытия [11,12]. Для обеспечения бесперебойного и безопасного дорожного движения в зимний период на проезжей части, погрузочно-разгрузочных участках, а также пешеходных дорожках необходимо проводить комплекс организационно-технических мероприятий. Проводить очистку дорог от снежно-ледяных отложений, а также борьбу с зимней скользкостью на дворовых и производственных территориях.

Снежно-ледяные отложения, покрывающие дорожное полотно, могут быть в виде рыхлого снега, снежного наката и стекловидного льда. Из-за гололеда снижаются скорость движения транспорта, увеличиваются количество дорожно-транспортных происшествий, себестоимость погрузочно-разгрузочных работ, усложняется передвижение пешеходов и повышается вероятность получения травм.

Целью работы является описание технического решения для борьбы со снежно-ледяными отложениями, позволяющего быстро и качественно справляться с проблемой скользкости на открытых площадках, пешеходных зонах и дорогах в зимний период.

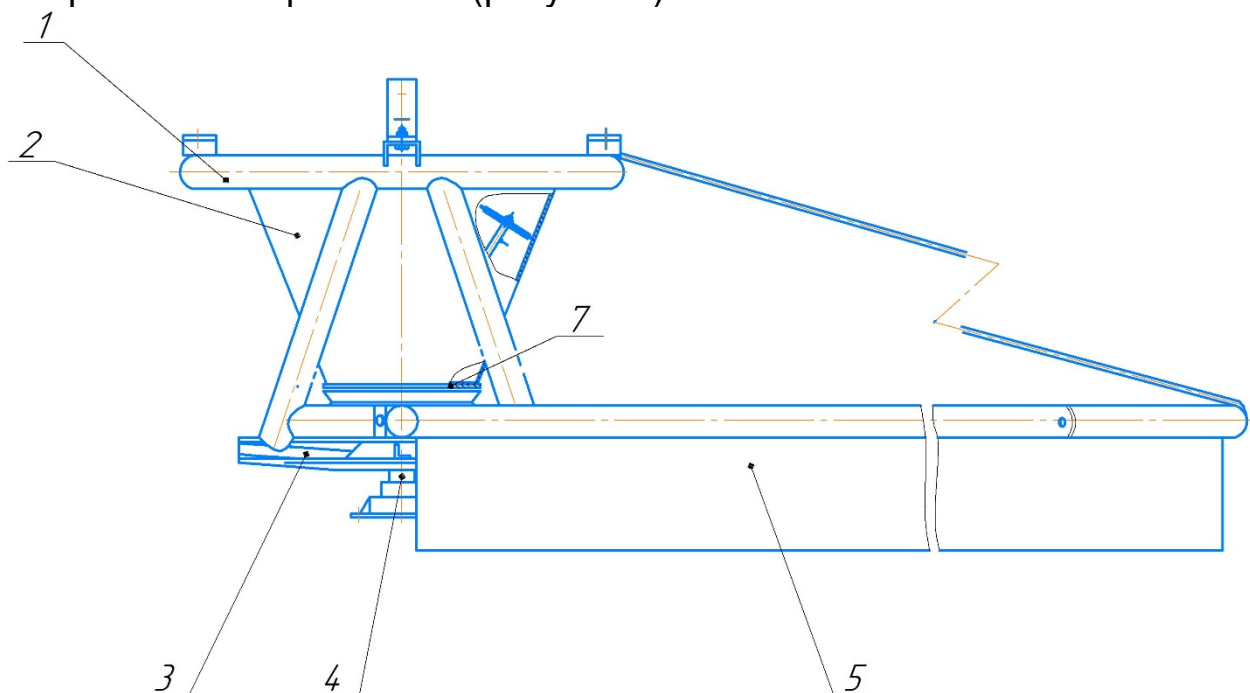
Объектом исследования является комбинированная дорожная машина, предназначенная для покрытия дорог песком, технической солью, различными реагентами, уничтожающими наледь.

При выполнении работы были использованы общенаучные (теоретические, универсальные): анализ и синтез, а также эмпирические методы исследования: сравнение и описание [13, 14].

Во всех способах и технологиях работ борьбы более всего распространено специальное оборудование, предназначенное для распределения противогололедных материалов. К этому виду техники относятся пескосолеразбрасыватели, пескосолераспределители, распылители жидких противогололедных реагентов и т.д [15, 16]. На отечественном рынке представлено большое количество близких по назначению [17, 18], но все же разных агрегатов для распределения по дорогам, площадкам и пешеходным зонам средств борьбы со скользкостью.

Проведенный литературно-патентный анализ устройств для распределения по дорогам, площадкам и пешеходным зонам средств борьбы со скользкостью позволил нам сделать вывод, что применяемые в настоящее время комбинированные дорожные машины, предназначенные для покрытия трасс песком, технической солью, различными реагентами, уничтожающими наледь, недостаточно равномерно распределяют антигололедный материал. Кроме этого, при работе данных машин существует вероятность повреждения лакокрасочных покрытий автомобилей, а также частицы реагента могут попасть на людей или животных при оказании их непосредственной близости со спецтехникой.

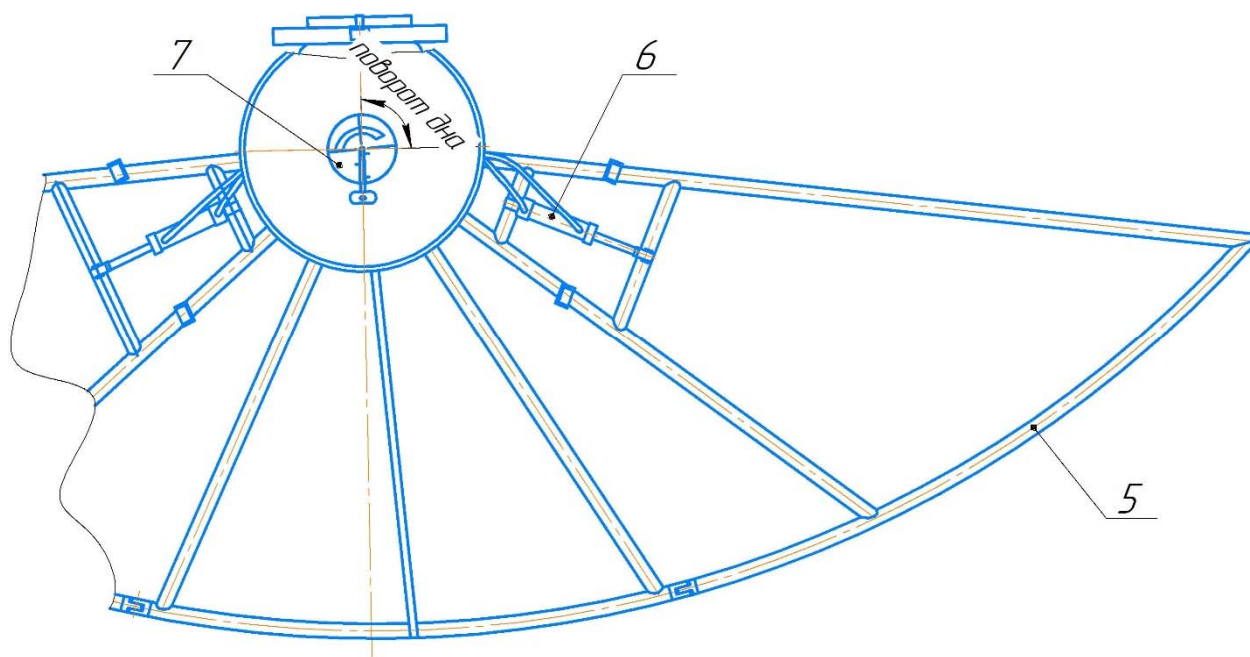
Предлагаемая модернизация представляет собой приставку разбрасывателя реагентов (рисунок 1).



1 – рама; 2 – бункер-направитель; 3 – разбрасывающий диск; 4 – привод; 5 – отражательный экран; 6 – гидроцилиндр; 7 – плоская круглая пластина (дно бункера-направителя).

Рисунок 1 – Схема приставки разбрасывателя реагентов к комплексным дорожным машинам

Идея предлагаемых изменений взята с результатов интеллектуальной деятельности по разработке разбрасывателей минеральных удобрений [19, 20]. Предлагаемое устройство состоит из рамы 1, на которой смонтированы бункер-направитель 2, разбрасывающий диск 3 с приводом 4 и отражательный экран 5. Причем отражательный экран имеет в горизонтальной плоскости форму параболы, в фокусе которой находится ось разбрасывающего диска и два гидроцилиндра 6 для складывания отражательного экрана 5 в транспортное положение. Дно бункера-направителя 2 представляет собой плоскую круглую пластину 7, имеющую возможность вращения вокруг своей оси, на пластине имеется высевное окно в виде полукольца (рисунки 1 и 2).



6 – гидроцилиндр; 7 – плоская круглая пластина (дно бункера-направителя)

Рисунок 2 – Вид на конструкцию сверху

Выполнение высевного окна в виде полукольца позволяет подавать частицы реагентов на разбрасывающий диск так, что они обязательно ударяются о кожух отражательного экрана, вследствие чего равномерно распределяются по ширине захвата машины. Возможность вращения дна бункера-направителя разбрасывателя позволяет изменить область

подачи реагентов на разбрасывающий диск и тем самым регулировать их подачу через высевающее окно в виде полукольца в зависимости от физико-механических и технологических свойств применяемого материала.

Принцип работы комплексной дорожной машины с предлагаемой приставкой разбрасывателя реагентов заключается в следующем. Реагент, подаваемый из основного кузова комплексной дорожной машины, стекается по бункеру-накопителю на разбрасывающий диск, где, разгоняясь лопатками, распределяется по параболическому кожуху экрана и отражаются от него в направлении, соответствующем движения агрегата. Таким образом, разбрасыватель реагентов обеспечивает более равномерное распределение реагентов по поверхности дороги вне зависимости от изменения условий эксплуатации машины.

Нами предлагается модернизация машин для разбрасывания реагентов, обеспечивающая высокую равномерность и точность распределения препаратов по площади вне зависимости от внешних факторов (сильных боковых ветров) при снижении количества применяемого материала. Оригинальная конструкция разбрасывающего диска с лопатками, имеющими криволинейную форму, выполненную в виде логарифмической спирали, а также конструкция отражающего экрана, обеспечивающего более высокую равномерность распределения реагентов по площади и защиту от повреждений других участников дорожного движения от прямого попадания частиц с высокой скоростью.

Конструкция позволяет равномерно распределять антигололедный материал по площади дорожного полотна трасс и производственных территорий, чтобы обеспечит наиболее эффективное использование реагентов, снижение количества, применяемого материала, что приводит к уменьшению затрат и вреда, наносимого окружающей среде. Разбрасывающий диск с лопатками криволинейной формы установлен в фокусе отражающего экрана, выполненного по форме в виде параболы. Совокупность этих факторов позволяет всем частицам антигололедного материала получить отражение в направлении движения, таким образом антигололедный материал равномерно распределяется по ширине разбрасывания. Кроме этого, при применении нашей модернизации, исключается вероятность повреждения лакокрасочных покрытий другой техники при оказании их непосредственной близости со спецтехникой, которая разбрасывает антигололедные средства на дорожное полотно, а также защитит других участников дорожного движения от прямого попадания частиц реагента.

Литература

1. Современные энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве / Б. Г. Зиганшин, Ю. Х. Шогенов, И. Х. Гайфуллин [и др.]. – Казань: КГАУ, 2018. – 276 с. – EDN VOVAll.

2. Фокин, А. И. Пути повышения эффективности молочного производства / А. И. Фокин, Д. Т. Халиуллин, И. И. Кашапов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 578-586.
3. Галиев, И. Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с. – ISBN 978-5-4365-3422-0.
4. Зиганшин Б. Г. Двухроторный вакуумный насос / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Патент № 127837 U1 РФ, МПК F04C 25/02.: № 2012152736/06: заявл. 06.12.2012: опубл. 10.05.2013. заявитель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ.
5. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Н.К. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 40-45.
6. Гибатдинов, Л. З. Виды вентиляции и их применение в животноводческих помещениях / Л. З. Гибатдинов, И. Р. Нафиков, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Н.К. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 33-39.
7. Энергетический потенциал метанообразования при анаэробном разложении органической составляющей отходов / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, З. М. Халиуллина, Ю. Х. Шогенов // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 67-75.
8. Гайфуллин, И. Х. Результаты экспериментальных исследований малообъемного биореактора / И. Х. Гайфуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 51-56.
9. Технология утилизации твердых бытовых отходов / И. И. Саляхутдинов, И. Н. Гаязиев, И. Х. Гайфуллин, Д. Е. Молочников // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 351-355.
10. Проблемы утилизации и переработки органических отходов сельского хозяйства / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков [и др.] //

Agricultural machinery 2018: VI international scientific congress, Том 2. – Бургас: Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering industry 4.0, 2018. – С. 201-202.

11. Khaibullin M. Spring Wheat Yield Depending on the Variety and Chelated Fertilizers / M. Khaibullin, E. Tusmatov, N. Satvalova [et al.] // Asian Journal of Plant Sciences. – 2022. – Vol. 21. – No 3. – P. 432-439. – DOI 10.3923/ajps.2022.432.439.

12. Maksimov I. I. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tche Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557.

13. Нуруллин, Э. Г. Экспериментальное исследование травмирования семян в сельскохозяйственных машинах / Э. Г. Нуруллин, Р. А. Файзуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 99-105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-99-105.

14. Mudarisov S. G. Numerical simulation of two-phase "Air-Seed" flow in the distribution system of the grain seeder / S. G. Mudarisov, I. D. Badretdinov, Z. S. Rakhimov [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2020. – Vol. 168. – P. 105151.

15. Патент № 119264 U1 РФ, МПК B05B 7/00. Пневматический распылитель: № 2012107613/05: заявл. 28.02.2012: опубл. 20.08.2012 / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, О.Ю. Маркин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ.

16. Патент № 123475 U1 РФ, МПК F04F 5/04, B05B 7/00. Струйный распылитель жидкостей: № 2012107611/06: заявл. 28.02.2012: опубл. 27.12.2012 / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, О.Ю. Маркин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ.

17. Пескоразбрасыватель коммунальный ПРК-3,4,5,10 <https://www.esauto.by/upload/iblock/5e3/5e35421f27d82843d664f7bab0142630.pdf> (дата обращения 20.09.2022).

18. Пескоразбрасыватель съемный ПРС серии «Road Master» <https://www.esauto.by/upload/iblock/eaf/eaf4ccc74c62b350c7aa7a8292da8771.pdf> (дата обращения 20.09.2022).

19. Халиуллин Д. Т. Разбрасыватель минеральных удобрений / Д. Т. Халиуллин, Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев [и др.] // Патент на полезную модель № 179534 U1 РФ, МПК A01C 15/00: № 2017142174: заявл. 04.12.2017: опубл. 17.05.2018; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

20. Халиуллин Д. Т. Разбрасыватель минеральных удобрений / Д. Т. Халиуллин, А. В. Дмитриев, Б. Г. Зиганшин // Патент № 2740810 C1 РФ, МПК A01C 15/06: № 2020112330: заявл. 24.03.2020: опубл. 21.01.2021; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

УДК 631.151

Лукманов Руслан Рушанович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*look-rus@mail.ru**Синицкий Станислав Александрович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Stanislavsin@mail.ru**Пантелеев Сергей Александрович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*c_panteleev@mail.ru

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО – КЛЮЧ К ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПИТАНИЮ

Аннотация. Одной из главных целей каждой развивающейся страны является достижение статуса страны с высоким уровнем дохода. Сельское хозяйство играет важнейшую роль в трансформации экономики для достижения этой цели, наряду с достижением других важнейших целей развития, таких как обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания. Поэтому для того, чтобы покончить с голодом и недоеданием и одновременно ускорить экономический рост, преобразование сельского хозяйства должно стать реальностью.

Ключевые слова: экономическая трансформация, модернизация сельского хозяйства, современные технологии.

Ruslan R. Lukmanov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*look-rus@mail.ru**Stanislav A. Sinitskiy***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Stanislavsin@mail.ru**Sergey A. Panteleyev***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*c_panteleev@mail.ru

AGRICULTURE – KEY TO ECONOMIC TRANSFORMATION, FOOD SECURITY AND NUTRITION

Annotation. One of the main goals of every developing country is to achieve high-income status. Agriculture plays a critical role in transforming the economy to achieve this goal, along with achieving other critical development goals such as food security and improved nutrition. Therefore, to end hunger and malnutrition while accelerating economic growth, the transformation of agriculture must become a reality.

Keywords: Economic transformation, modernization of agriculture, modern technology

Все развитые страны в основном вначале были бедными, и лишь немногим удалось достигнуть высокого уровня дохода. Но те, которые смогли достигнуть, основное внимание уделяли развитию сельского хозяйства, при этом испытали в себе экономические преобразования. Что привело к ускорению роста, сокращению голода и недоедания. Например, с 1979 года по 2019 год рост валового внутреннего продукта (ВВП) в Китае на душу населения составлял с 155 до 8 123 долларов США, что связано именно с экономическими преобразованиями [1].

Экономической трансформацией называется изменение в стране относительного вклада ее технологий и секторов в общий ВВП, который подразумевает переход от текущих технологий к современным, от сельского хозяйства к промышленному производству с высоким уровнем дохода [2, 3]. Чтобы обеспечить успех данного процесса, необходимым условием является совершенствование сельскохозяйственного производства.

Совершенствование сельскохозяйственного производства дает возможность улучшения условий для индустриализации за счет увеличения производительности труда, увеличения объемов сельскохозяйственной продукции, что приведет к накоплению капитала, а также увеличению иностранной валюты за счет экспорта сельскохозяйственных товаров, например, зерна и удобрений.

Совершенствование производства также поможет достичь гуманитарных целей, так как повысятся доходы и производительность фермеров, за счет снижения цены на продовольствие и улучшения питания. Совершенствование сельскохозяйственного производства улучшает человеческий капитал, так как улучшается питание населения и предотвращаются пагубные последствия недоедания, которые приводит к отставанию в росте детей. Если брать, в общем, ребенок, который хорошо питается лучше развивается, продуктивность у него будет выше и как следствие он будет получать более высокую заработную плату, чем ребенок, выросший в условиях недоедания

Например, рассмотрим Гватемалу, там за счет улучшения питания на 46 процентов увеличилась заработная плата у детей во взрослом возрасте, по сравнению с теми, кто не получал такую поддержку [4].

Хорошее питание создает добродетельный цикл, приводящий к дальнейшим экономическим преобразованиям, то есть к повышению производительности сельскохозяйственного производства, увеличению возможностей потребителей покупать промышленные товары и в конечном счете к инвестициям сельскохозяйственного производства.

Увеличение продуктивности сельского хозяйства приводит к избыточной рабочей силе, в конечном итоге работники переезжают из сельских местностей в городскую промышленность. При этом будет наблюдаться снижение доли сельского хозяйства в ВВП и рабочей силе, но совершенствование сельскохозяйственного производства является решающим условием для экономической трансформации и достижения продовольственной безопасности государства.

Основными условиями экономической трансформации сельскохозяйственного производства является решение двух факторов.

Например, важным фактором является доступность современных технологий. Разработанные технологии могут поступать как из частного сектора, так и от государства, при этом на правительственном уровне должны контролироваться и инвестироваться необходимые для сельскохозяйственного производства исследования и разрабатываемые машины. Причиной этого является то, что частному сектору порой трудно воспользоваться преимуществами разработанных технологий.

Решением данного вопроса является внедрение национальных систем сельскохозяйственных исследований, которые будут работать на уровне местных условий для нахождения новых технологий для конкретной местности, при этом у государства должны быть системы распространения данных технологий.

Следующим ключевым фактором преобразования сельскохозяйственного производства является внедрение современных технологий, поскольку сельскохозяйственный товаропроизводитель может отказаться от использования данных технологий, даже при их доступности.

Так, например, достаточно большие исследования проведены и разработаны машины для доения коров современными автоматизированными доильными аппаратами, позволяющими снизить до минимума заболевание коров маститом [5, 6], при этом в некоторых конструкциях имеется также предусмотрена возможность лечения при доении [7]. Вакуумная система доильных машин тоже постоянно модернизируется, вместо пластинчато-роторных машин, которые загрязняют окружающую среду начали использовать более современные двухроторные насосы [8...11] и водокольцевые насосы [12,13].

Особо можно уделить внимание на разработки машин для приготовления и раздачи кормов, в которых основной задачей является снижение энергоемкости и повышения производительности [14...17].

Селекция сельскохозяйственных растений позволяет выводить новые сорта, но, например, высокоурожайные семена, требуют жестких условий в отношении воды, средств производства и технологий [18]. В связи с этим должны быть предусмотрены условия для производства таких сельскохозяйственных культур, как ирригация и улучшенная рыночная инфраструктура [19]. Это позволит сельскохозяйственному товаропроизводителю и продавать свою продукцию [20-22]. Государству также необходимо увеличить человеческий капитал для обеспечения высококвалифицированной рабочей силой для освоения современных технологий.

Экономическое развитие - процесс структурных преобразований, и сельское хозяйство является ключевым двигателем для запуска этого процесса. Важными целями совершенствования сельскохозяйственного производства и экономического развития остается прекращение голода и недоедания населения. На сегодня только несколько стран успешно достигли статуса стран с высоким уровнем дохода, потенциал есть у всех, и начинается он с совершенствования сельскохозяйственного производства.

Литература

1. Кундиус, В. А. Экономика агропромышленного комплекса: учебное пособие для системы доп. проф. Образования; В. А. Кундиус. - М.: Кнорус, 2013.
2. Третьяк, Л.А., Белкина, Н.С., Лиховцева, Е.А. Экономика сельскохозяйственной организации: Учебное пособие, 2-е изд. Л.А. Третьяк. – М.: ИТК Дашков и К, 2015.
3. Нечаев, В. И. Экономика сельского хозяйства: учебник / В. И. Нечаев, Е. И. Артемова, Л. А. Белова. - М.: КолосС, 2010.
4. Экономика сельского хозяйства: учебник / Н. Я. Коваленко, В. С. Сорокин, С. А. Орехов. - М.: КолосС, 2008.
5. Доильный аппарат с автономным источником питания / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, И. Р. Нафиков [и др.] // Сельский механизатор. – 2017. – № 7. – С. 28-29.
6. Ахметшин, Р. К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р. К. Ахметшин, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 16-21.
7. Исследование неравномерного развития четвертей вымени животных / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин, Ю. А. Цой [и др.] // Вестник Казанского

государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 84-87. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-84-87.

8. Зиганшин Б. Г. Двухроторный вакуумный насос / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Патент на полезную модель № 127837 U1 Российская Федерация, МПК F04C 25/02. опубл. 10.05.2013; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

9. Гаязиев, И. Н. Вакуумный насос для доильных установок / И. Н. Гаязиев, Р. Р. Лукманов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 12-14.

10. Анализ теоретических исследований производительности шестеренчатых вакуумных насосов / Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Гайнутдинов, Т. Р. Нуриахметов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 155-160.

11. Способы уменьшения энергозатрат двузубого двухроторного вакуумного насоса / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 164-169.

12. Газодинамическая теория эжекторной ступени ЖКВН с пульсирующим движением активного потока / М. С. Нурсубин, А. И. Рудаков, И. Р. Нафиков, Б. Л. Иванов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 4. – С. 121-123.

13. Нафиков, И. Р. Результаты экспериментальных исследований пульсирующего струйного аппарата используемых в сельскохозяйственном производстве / И. Р. Нафиков, А. И. Рудаков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 190-195.

14. Халиуллин Д. Т. Устройство для снятия плодовой оболочки с зерна / Д. Т. Халиуллин, Э. Г. Нуруллин, А. В. Дмитриев // Патент на полезную модель № 88990 U1 Российская Федерация, МПК B02B 3/00: № 2009123888/22: заявл. 22.06.2009: опубл. 27.11.2009 /; заявитель ФГБОУ ВО ГАУ.

15. Федоров Д. Г. Пневмомеханический шелушитель гречихи / Д. Г. Федоров, М. И. Далалеева, А. В. Дмитриев, Д. Т. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 12-13. – EDN YQRJRB.

16. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-

- Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.
17. Кашапов, И. И. Обзор показателей энергетической эффективности / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.
18. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tchc Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557.
19. Current trends in the development and efficiency of irrigation systems / I. R. Nafikov, R. R. Lukmanov, M. A. Lushnov [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan, 26–28 мая 2022 года. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00049. – DOI 10.1051/bioconf/20225200049.
20. Анализ параметров модели автономного сельскохозяйственного предприятия / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Лукманов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 201-203.
21. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
22. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 637.116

Сагитова Диана Алмазовна*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань**di.sagitowa2015@gmail.com***Лушнов Максим Александрович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань**maksim-lushnov@mail.ru*

ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

Аннотация: в данной статье рассмотрено устройство, разновидности и принцип работы доильных аппаратов. Также говорится об усовершенствовании машины для доения.

Ключевые слова: доильный аппарат, машина, система, доение, крупный рогатый скот (КРС), агрегат, установка, принцип работы, вид, тип, усовершенствование.

Sagitova Diana Almazovna*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**di.sagitowa2015@gmail.com***Maxim Alexandrovich Lushnov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**maksim-lushnov@mail.ru*

AIR-CLEANER FOR MILKING MACHINE

Abstract. This article discusses the device, varieties and principle of operation of milking machines. It also talks about the improvement of the milking machine.

Keywords: milking machine, machine, system, milking, cattle, unit, installation, operating principle, type, type, improvement.

Доильная установка – это такое устройство, которое помогает увеличить производительность труда, а точнее ускоряет и облегчает процесс доения крупного рогатого скота (КРС) [1, 2, 3].

В чем же их преимущество? Их преимущество заключается в том, что они позволяют доить одновременно множество коров, а также оберегают скот от попадания инфекций и болезней, защищают от повреждений молочную железу.

Приблизительно 380 лет до н.э. в Египте уже появились предпосылки доильного аппарата, помимо самой ручной дойки, и это выглядело следующим образом – человек прикладывал солому пшеницы к соску крупного рогатого скота. Позже, в 1851 году, изобрели первую доильную машину, но все это закончилось неудачей.

В конце 19 века в Шотландии изобрели доильный аппарат с вакуумным насосом. Он работал на паровом двигателе и мел двойной доильный стакан. С тех пор данный агрегат набирал популярность, уже в начале 20 века автоматизированное доение коров прижилось окончательно в животноводстве.

Виды доильных аппаратов. В настоящий момент существует множество различных модификаций доильных машин [4, 5, 6, 7]. Их можно разделить по следующим типам:



Рисунок 1 – Типовая схема доильных установок

Устройство доильного аппарата. Доильный аппарат довольно-таки прост в использовании и как само устройство. Он включает в себя несколько узлов и деталей.



1 – доильные стаканы; 2 – воздухопроводы и молокопроводы; 3 – емкость для сбора молока; 4 – насос; 5 – коллектор; 6 – пульсатор.

Рисунок 2 – Устройство доильного аппарата с пульсатором

Доильные стаканы, в количестве 4-х штук, имеют металлическую внешнюю стенку, а внутренняя стенка состоит их резиновых трубок, из чего образуется герметичность. К каждому стакану подсоединены 2 трубки. Первая трубка служит для отсоса молока, а вторая – для образования пульсаций вакуума в межстенной камере.

Насос предназначен для подачи молока и воздуха, коллектор предназначен для сбора молока, поступающего от доильных стаканов.

Пульсатор предназначен для создания переменного вакуума в системе. Доильное ведро предназначено для сбора и переноса молока. Ведра, в свою очередь, сделаны из нержавеющей стали или алюминия, которое присоединяются шлангом к вакуумопроводу [8, 9, 10].

Принцип работы доильного аппарата. На каждый сосок крупного рогатого скота надевается доильный стакан. Устройство подключают к электрическому току, после чего начинается процесс откачки молока, которое поступает в ведра (бидоны) через стаканы по шлангам.

Технология откачки молока выглядит следующим образом:

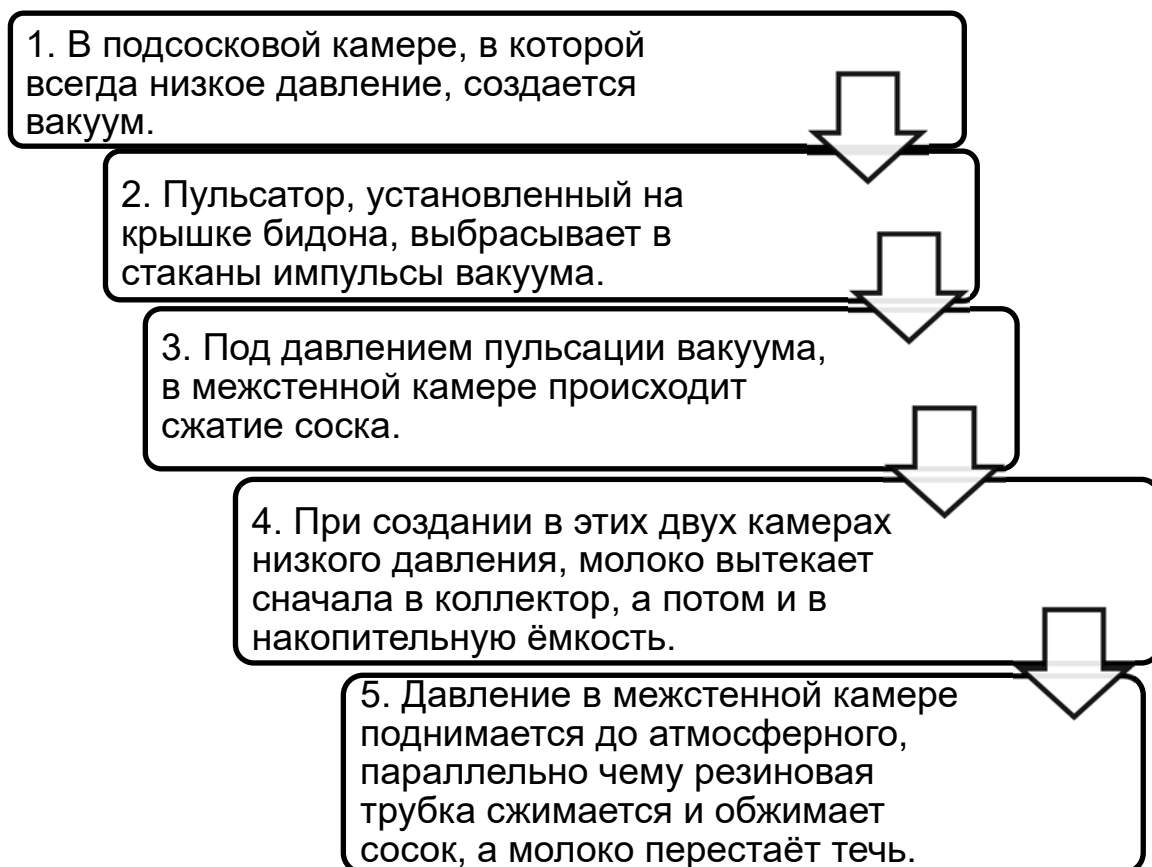
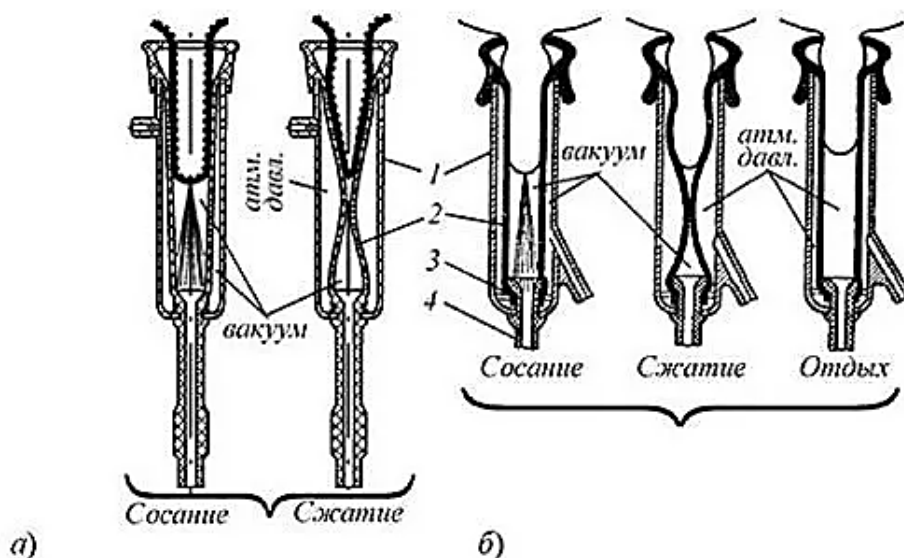


Рисунок 3 – Технологическая схема откачки молока

Подобная технология откачки молока соответствует двухтактному доильному устройству. Но также есть трехтактный доильная система. Отличие такой системы заключается в количестве пульсаций: в трехтактной совершается 50 пульсаций за 60 секунд, а в двухтактной – 90 [11, 12, 13]. Отличительной чертой еще является то, что благодаря трехтактному доильному аппарату, молоко откачивается поочередно из каждого соска, так корова комфортнее привыкает к устройству [14, 15, 16].



а – двухтактное доение; б – трехтактное доение.

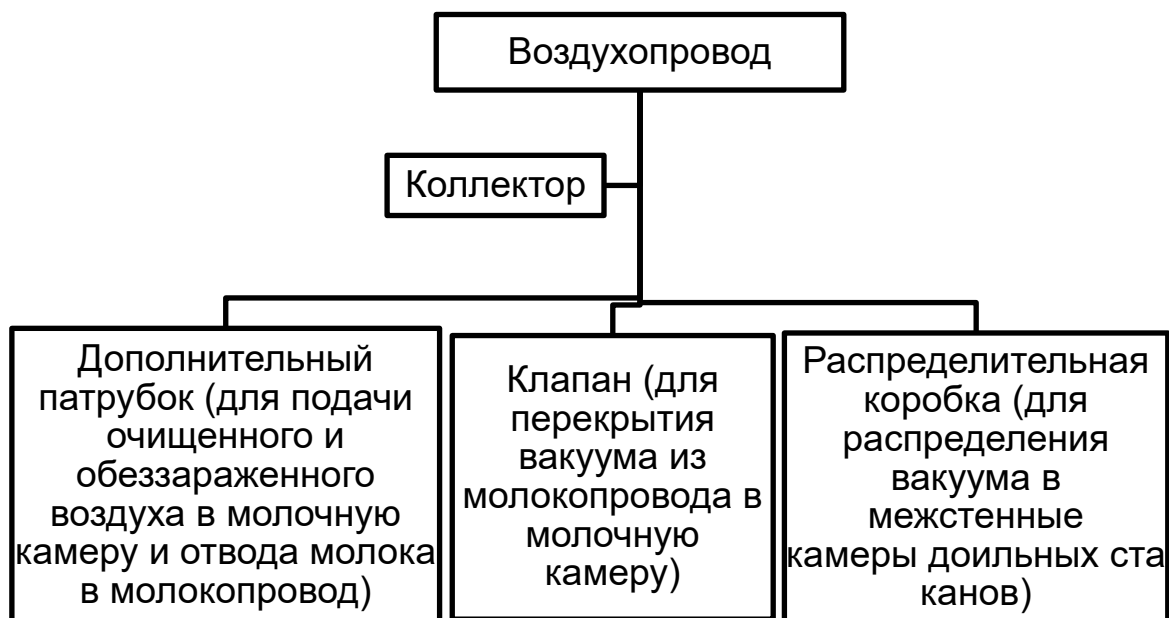
1 – стакан; 2 – резина сосковая; 3 – кольцо; 4 – патрубок молочный

Рисунок 4 – Схема работы и устройство двухкамерных доильных стаканов

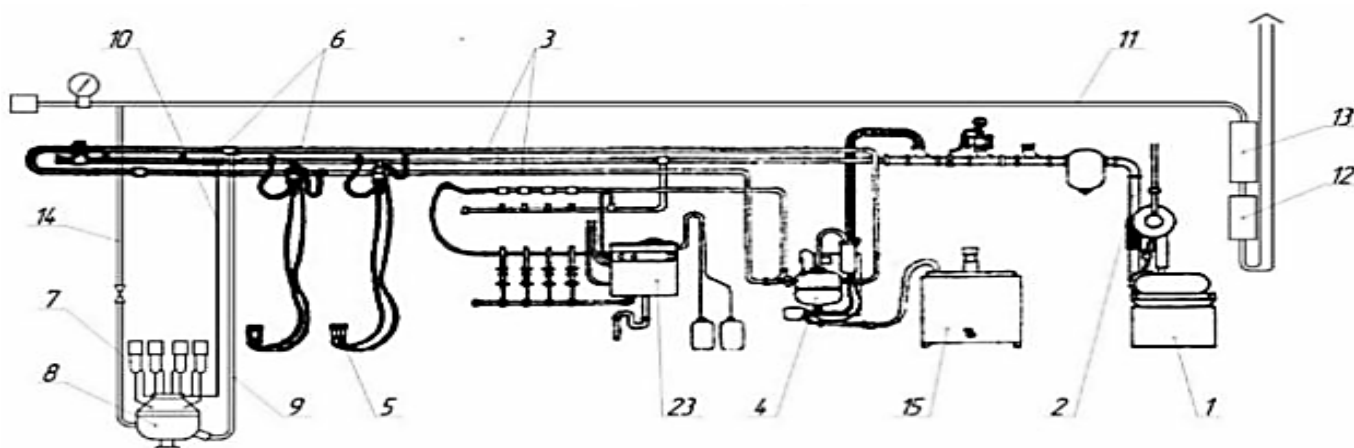
Изобретение, представленное ниже, относится к доильным устройствам [17].

Цель данного изобретение – это создание такого доильного аппарата для доения крупного рогатого скота с очищенным и обеззараженным воздухом для передачи молока из молочных камер в емкость для сбора молока, который сможет сохранить изначально целебны свойства.

Данная доильная установка помимо стандартного набора, будет содержать устройство – воздухопровод - для обеззараживания и очистки воздуха от попадания в молочную камеру инфекций. Воздухопровод будет соединен с коллектором, снабженным еще одним патрубком.



Результатом этого изобретения будет то, что уменьшится инфекционное, механическое, вирусное и бактериологическое загрязнение молока, тем самым сохранится изначально, целебные его свойства.



1 – вакуум, 2 – вакуумпровод, 3 – молокопровод, 4 – молокосборник, 5 – доильные аппараты, 6 – пульсаторы, 7 – доильные стаканы, 8 – коллектор, 9 – молочный шланг, 10 – вакуумный провод, 11 – воздухопровод, 12 – устройство для очистки, 13 – обеззараживатель воздуха, 14 – шланг, 15 – молочный танк, 23 – промывочная система.

Рисунок 5 – Общий вид доильной установки

В дальнейшей работе предлагаются модернизировать данную доильную установку.

Литература

1. Лушнов, М.А. Математическая модель тепловой обработки потоков в смесителе - запарнике при помощи распылителей / М.А. Лушнов, Б.Л. Иванов, М.Д. Кононов// Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. С. 109-115.
2. Лушнов, М.А. Построение классификационной схемы и анализ устройств для тепловой обработки полужидких кормосмесей /М.А. Лушнов// Аграрная наука Евро-Северо-Востока, №5(36), - Киров: Изд-во ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, 2013. с.65-69.
3. Abdelfattah, A.H. Calibration of soil humidity sensors of automatic irrigation controller / Abdelfattah A.H., Сабиров Р.Ф., Иванов Б.Л.и др.// International scientific-practical conference "Agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources" (Fies 2019) Kazan, BIO Web of Conferences 2020. С. 00249.
4. Иванов Б.Л Пневматический распылитель Пат. 148035 Российская Федерация, МПК7 В 05 В 7/00. (описание полезной модели) /Иванов Б.Л., Лушнов М.А., Маркин О.Ю., Нафиков И.Р., Рудаков А.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет». - № 2012107613/05; заявл. 28.02.2012; - Оpubл. 28.08.2012. Бюл. №23. – 2 с.

5. Рудаков А.И. Развитие технических средств для приготовления кормосмесей в животноводстве / А.И. Рудаков, М.А. Лушнов // Современные достижения аграрной науки. Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича. Казанский государственный аграрный университет. Казань: Казанский ГАУ, 2021 С. 126-132.
6. Валиев А. Р. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А. Р. Валиев, Ю. Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 188 с.
7. Кашапов, И. И. Обзор показателей энергетической эффективности / И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.
8. Зиганшин Б.Г. Устройство для дробления зерна / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Б.М. Сабиров [и др.] // Патент на полезную модель № 181466 U1 Российская Федерация, МПК В02С 13/14.: № 2017115268: заявл. 28.04.2017: опубл. 16.07.2018; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
9. Сабиров, Б. М. Разработка дробилки кормов лопастного типа / Б. М. Сабиров, Р. С. Пополднев // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 380-385.
10. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.
11. Зиганшин Б.Г. Измельчитель-смеситель кормов / Б.Г. Зиганшин, А.В. Дмитриев, Д.Т. Халиуллин [и др.] // Патент на полезную модель № 196834 U1 Российская Федерация, МПК А01F 29/00.: № 2019133125: заявл. 17.10.2019: опубл. 17.03.2020; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).

12. Иванов, Б.Л. Классификация и морфологический анализ структуры распылителей жидкостей. / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, И.Р. Сагбиев, Р.Ф. Шарафеев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. С. 149-156.
13. Лушнов, М.А. Оптимизация параметров горизонтального смесителя высоковязких кормов с эксцентрично расположенным рабочим органом /М.А. Лушнов, А.И. Рудаков, Б.Л. Иванов// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации /Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2020. – С. 97-103.
14. Ivanov B., Ziganshin B., Dmitriev A. and [al]. Numerical modeling of the effect of energy-separation in the ranque-hilsch tube. BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). 2020. С. 00109
15. Лушнов, М. А. Тепловая обработка насыщенным паром влажных кормов в горизонтальном смесителе-запарнике / М. А. Лушнов // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 92-97.
16. Гибатдинов, Л. З. Виды вентиляции и их применение в животноводческих помещениях / Л. З. Гибатдинов, И. Р. Нафиков, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 33-39.
17. Патент на изобретение 2777057 Доильная установка. № 2021135962; заявл. 07.12.2021; опубл. 01.08.2022 Бюл. № 22. – 27 с /Доронин Б.А., Детистова О.И., Грицай Д.И. и [др]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ставропольский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ).

УДК 62-272.25

Пикмуллин Геннадий Васильевич*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*pikmullin@mail.ru**Мудров Александр Петрович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*mudrov.aleks@yandex.ru**Валиев Айрат Алмазович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ara1410@icloud.com

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ И КОЛЕБАНИЯ УПРУГИХ БАЛОК ПРИ ИЗГИБЕ

Аннотация. В статье приводится деформация изгиба. При расчете деталей на деформацию изгиба, кручения, затрат энергии, при исследовании изгибных и крутильных колебаний пружин часто приходится сталкиваться с вычислением их геометрических характеристик. Они по существу и являются проблемой при решении данного класса задач и в литературе, в основном, по нашим данным, отсутствуют.

При этом сделан вывод о том, что осевые моменты инерции части кольцевой линии остаются переменными относительно любых взаимно перпендикулярных осей, кроме полукольцевого и кольцевого сечений, а также данная методика позволяет перейти к расчету на колебания пружинных конструкций с любыми опорными закреплениями и с различными параметрами пружин.

Ключевые слова: деформация изгиба, колебания пружин, моменты инерции, напряжения.

CALCULATION OF THE STRENGTH AND VIBRATIONS OF ELASTIC BEAMS WHEN BENDING

Gennady V. Pikmullin*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*pikmullin@mail.ru**Aleksandr P. Mudrov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

Abstract. The article presents the bending deformation. When calculating parts for bending, torsion, energy costs, and when studying bending and torsional vibrations of springs, one often has to deal with the calculation of their geometric characteristics. They are essentially the problem in solving this class of problems and, according to our data, are mostly absent in the literature.

It is concluded that the axial moments of inertia of a part of the annular line remain variable relative to any mutually perpendicular axes, except for the semicircular and annular sections, and this technique also allows us to proceed to the calculation of vibrations of spring structures with any support fasteners and with different spring parameters.

Key words: bending deformation, spring vibrations, moments of inertia, stresses.

Рассмотрим деформацию изгиба. При расчете деталей на деформации изгиба, кручения, затрат энергии, при исследовании изгибных и крутильных колебаний пружин часто приходится сталкиваться с вычислением их геометрических характеристик. Они по существу и являются проблемой при решении данного класса задач и в литературе, в основном [1], по нашим данным, отсутствуют. В практике расчета они необходимы [2,3,4,5,6]. В качестве простейшего примера рассмотрим свободные изгибные колебания консольной пружины длиной ℓ с сосредоточенной силой $F = mg$ (рисунок 1). Эта задача рассматривалась в литературе [6-20]. Мы ее рассмотрим в более полном объеме на рисунке 1.

При вычислении моментов инерции воспользуемся, как и выше, гипотезой плоских сечений.

Осевые же моменты отсеченной части кольцевой площади будут равны:

$$\begin{aligned} J_x &= \frac{1}{8} (r_H^4 - r_B^4) \left[\alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha + 2 \sin \alpha \cos^2(\alpha/2) \right], \\ J_y &= \frac{1}{8} (r_H^4 - r_B^4) \left[\alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha - 2 \sin \alpha \sin^2(\alpha/2) \right]. \end{aligned} \quad (1)$$

Угол α меняется от нуля до 2π . Моменты инерции полукольцевой площади сечения, как и кольцевой, относительно любых осей будут равны между собой, что было отмечено выше.

Дифференциальное уравнение изгиба в плоскости ZY при выборе начала отсчета на свободном концевом сечении запишется в таком виде:

$$E [J_x \cos^2 \varphi + J_y \sin^2 \varphi] Y'' = F Y, \quad (2)$$

где Z – текущая величина, Y – прогиб балки, $Y'' = d^2 Y / d_z Z^2$, $0 \leq Z \leq \ell$,

E – модуль упругости первого рода, $\varphi = \frac{2\pi n Z}{\ell}$, n – число витков пружины. Дифференциальное уравнение (2) является уравнением с переменными коэффициентами.

Для простоты вычислений примем шаг пружины равный двум диаметрам ее проволоки. В таком случае момент инерции по длине балки будет постоянным:

$$J_x = J_y = \frac{\pi}{8} (r_H^4 - r_B^4). \quad (3)$$

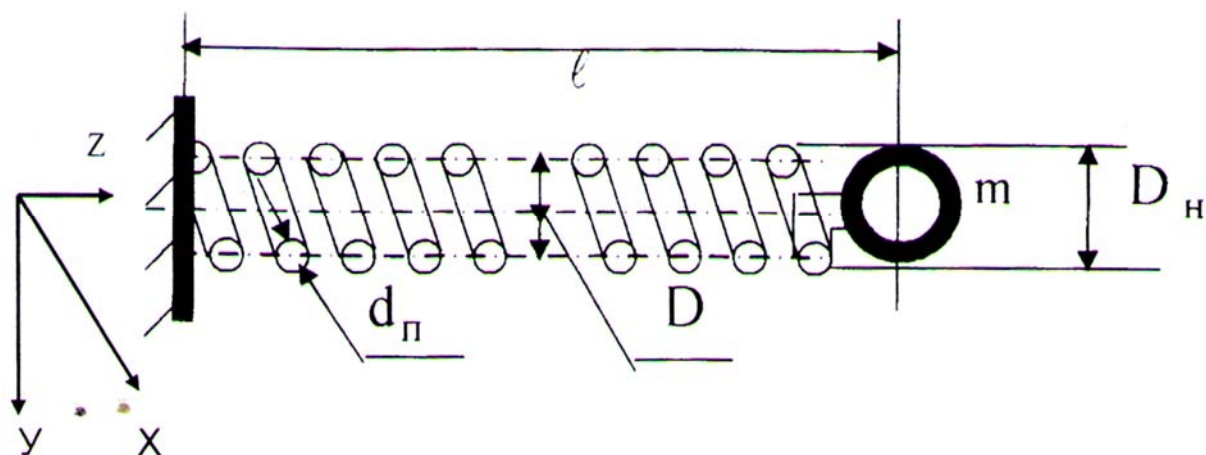


Рисунок 1 - Расчетная схема пружинной консольной балки

Дифференциальное уравнение изгиба будет уравнением с постоянными коэффициентами:

$$E J_x Y'' = F Y, \quad (4)$$

Решение данного дифференциального уравнения известно.

Прогиб свободного концевое сечения определяется равенством:

$$y = \frac{F \ell^3}{3 E J_x} = \frac{F}{C}. \quad (5)$$

Величина

$$C = \frac{E J_x}{\ell^3} = \frac{3 E}{\ell^3} \times \frac{\pi}{8} (r_H^4 - r_B^4), \quad (6)$$

называется жесткостью консольной балки при изгибе.

Нормальные напряжения в наиболее удаленной точке отсеченной площади в опасном сечении будут определяться следующим уравнением:

$$\sigma = \frac{F \ell Y}{J_x}. \quad (7)$$

Условие прочности по нормальным напряжениям, наиболее удаленным по оси Y запишется соотношением:

$$\sigma_{max} = \frac{F l r_H}{J_x} \leq \sigma_{adm}. \quad (8)$$

Напряженное состояние в наиболее удаленной точке покажем на рисунке 2.

Поперечная сила в сечении равна силе F , а максимальные касательные напряжения:

$$\tau_{max} = \frac{F}{A_{от}} = \frac{2F}{\pi(r_H^2 - r_B^2)} \leq \tau_{adm}. \quad (2.3.9)$$

Для данного сечения по рисунку 3 очевидно, что независимо от положения отсеченной площади по углу ее поворота, максимальные напряжения будут в крайних волокнах.

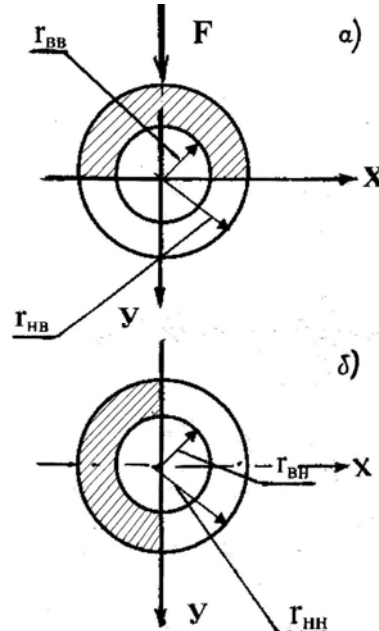


Рисунок 2 - Положение отсеченной части сечения по отношению центральной оси пружины

Максимальное напряжение по теориям прочности:

$$\sigma_{max} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_{adm}. \quad (10)$$

Рассмотрим теперь колебания этой системы.

Уравнение свободных колебаний принимает обычный вид:

$$Y = A \cos pt, \quad (11)$$

где A – амплитуда колебаний, p – круговая частота колебаний, t – время.

С учетом полученных результатов для консольной балки будем иметь круговую частоту колебаний:

$$p = \sqrt{\frac{C}{m}}. \quad (12)$$

Период колебаний:

$$T = \frac{2\pi}{p}. \quad (13)$$

Частота вынужденных колебаний задается.

Таким образом, осевые моменты инерции части кольцевой линии остаются переменными относительно любых взаимно перпендикулярных осей, кроме полукольцевого и кольцевого сечений, а также данная методика позволяет перейти к расчету на колебания пружинных конструкций с любыми опорными закреплениями и с различными параметрами пружин.

Литература

1. Мартянов, А.П. Теория и расчет конструкторской надежности сельскохозяйственной техники / Мартянов А.П., Мартянов С.А., Яхин С.М. Казань, КГУ 2010 г. - 210 с.
2. Mudrov, A.P. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery /A.P. Mudrov, S.M. Yakhin, G.V. Pikmullin, A.G. Mudrov// International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.
3. Мудров, А.П. Синтез пространственных пяти- и шестизвенных механизмов с вращательными парами по движению выходного звена / А. П. Мудров, Ф. Ф. Хабибуллин, Г. В. Пикмуллин, З. Д. Гургенидзе // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 92-98. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-92-98.
4. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.
5. Мудров, А.Г. Устройства для первичной обработки изделий / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74.
6. Пикмуллин, Г. В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике / Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля

2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

7. Мудров, А. П. Пространственные многозвенные механизмы в сельскохозяйственной технике / А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 279-282.

8. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания /Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112-114.

9. Пикмуллин, Г.В. Упрочнение лезвийных элементов почвообрабатывающих машин способом электрической обработки контактным непрерывным оплавлением /Г.В. Пикмуллин, Р.Х. Гайнутдинов, Ф.Р.А. Шамсутдинов// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 70-72. – DOI 10.12737/19328.

10. Патент № 2395184 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20, А01В 35/26, А01В 39/20. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: № 2008153024/12: заявл. 31.12.2008: опубл. 27.07.2010 /Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".

11. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.

12. Пикмуллин, Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук /Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.

13. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.
14. Пикмуллин, Г.В. Комбинированное орудие для безотвальной обработки почвы /Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев// Сельский механизатор. – 2009. – № 5. – С. 10-11.
15. Юнусов, Р.Г. Обоснование параметров борозды и удельного сопротивления зубчатых спирально-пластинчатых рабочих органов /Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 2(24). – С. 76-79.
16. Юнусов, Р.Г. Уравнения движения ротационных (винтовых) рабочих органов в почве /Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 4(26). – С. 88-90.
17. Гайнутдинов, Р.Х. Кинематика эллипсоидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы /Р.Х. Гайнутдинов, С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, Г.В. Пикмуллин// Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.
18. Патент № 2395183 С1 Российская Федерация, МПК А01В 21/00. Почвообрабатывающее орудие: № 2009110058/12: заявл. 19.03.2009: опубл. 27.07.2010 / Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".
19. Ivanov, B.L. Droplet size of viroicide disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev [et al.] // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 564-571. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF122.
20. Патент № 2494589 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/18, А01В 49/02. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2012107299/13 : заявл. 28.02.2012: опубл. 10.10.2013 / Р. Г. Юнусов, Г. Г. Булгариев, Г. В. Пикмуллин, В. П. Данилов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
21. Некоторые результаты полевых испытаний рабочего органа машины для безотвальной обработки почвы. Салахов И.М., Матяшин А.В., Вафин Н.Ф. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 2 (28). С. 81-83.
22. Мейзер А.В., Салахов И.М., Зиганшин Б.Г., Матяшин А.В. В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии,

инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. 2019. С. 293-298.

23. Совершенствование технологий и средств механизации в животноводстве и растениеводстве с использованием шарнирно-рычажных механизмов. Матяшин А.В. В сборнике: Высокотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенокосов и пастбищ. Подготовка специалистов для проектирования, создания и внедрения импортоопережающей инновационной техники в сельскохозяйственное производство. материалы выездного заседания секции механизации, электрификации и автоматизации отделения сельского хозяйства Российской академии наук - РАН. 2015. С. 265-272.

24. Способ безотвальной обработки склоновых земель. Матяшин Ю.И., Валиев А.Р., Сафин Р.И., Мартьянов А.П., Матяшин А.В. Патент на изобретение RU 2487518C2, 20.07.2013. Заявка №2011140904/13 от 07.10.2011.

25. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© Пикмуллин Г.В., Мудров А.П., Валиев А.А., 2022

УДК 62-272.25

Пикмуллин Геннадий Васильевич
Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
pikmullin@mail.ru
Валиев Айрат Алмазович
Студент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
ara1410@icloud.com

ПРОЧНОСТЬ И КОЛЕБАНИЯ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ СОСТАВНЫХ ПРУЖИН

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы прочности и колебаний системы, состоящей из двух составных пружин, совместно работающих на деформацию изгиба с приложенным на свободном концевом сечении меняющейся по закону синусоиды.

При этом сделан вывод о том, что упругие элементы по сравнению со сплошной геометрией сечений значительно снижают металлоемкость, а также большая гибкость упругих элементов позволяет повысить их срок эксплуатации.

Ключевые слова: прочность, колебания, модуль упругости, момент инерции, деформация.

Gennady V. Pikmullin
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
pikmullin@mail.ru
Valiev Airat Almazovich
Student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
ara1410@icloud.com

STRENGTH AND VIBRATIONS OF COMPLEX COMPOSITE SPRING SYSTEMS

Abstract. The article deals with the issues of strength and vibrations of a system consisting of two composite springs working together to deform a bend with a sinusoid changing according to the law applied on the free end section. At the same time, it is concluded that elastic elements, in comparison with the solid geometry of sections, significantly reduce the metal consumption, as well as the greater flexibility of elastic elements allows to increase their service life.

Key words: strength, vibrations, modulus of elasticity, moment of inertia, deformation.

Рассмотрим вопросы прочности и колебаний системы, состоящей из двух составных пружин, совместно работающих на деформацию изгиба с приложенным на свободном концевом сечении электродвигателем весом F и с неуравновешенной массой m от груза Q (рисунок 1) меняющейся по закону синусоиды [2-20].

Поскольку балки работают совместно, т.е. углы их поворота и прогибы по отношению к единой центральной оси должны быть равными, задача становится сложной статически неопределимой.

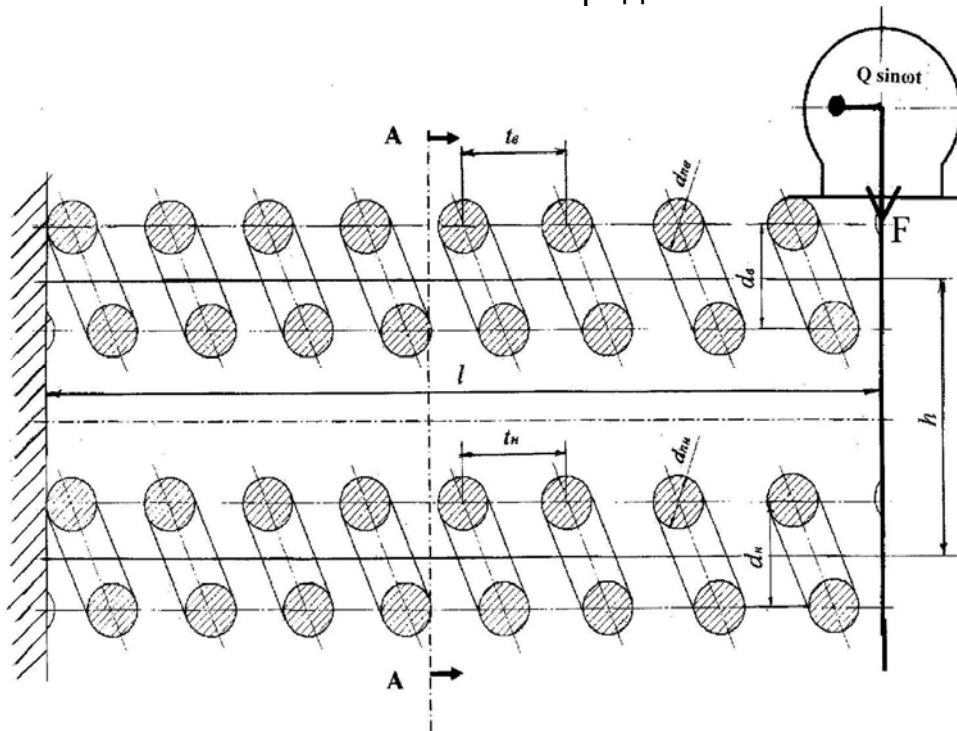


Рисунок 1- Расчетная схема упругой несущей конструкции, состоящей из двух составных совместно работающих балок

Для упрощения изложения методики расчета введем некоторые ограничения: модули упругости первого рода E , шаг t винтовых линий верхней и нижней пружин примем одинаковым и равным двум диаметрам проволок d , расстояние между осями пружин h . Диаметры проволок и радиусы винтовых линий верхней и нижней пружин примем так же равными между собой: $d_{пв} = d_{пн}$; $r_{вв} = r_{нв} = r_v$; $r_{нв} = r_{нн} = r_n$.

Центральные оси всей конструкции определяются через статические моменты площадей инерций сечений. Различные варианты расположения сечений по отношению к осям X и Y показаны на рисунке 2. Для первого варианта ось X , а для второго варианта ось Y будут главными центральными осями при заданных параметрах и расположении.

Для третьего варианта оси X и Y не будут даже центральными. Для четвертого варианта оси X и Y будут главными центральными осями

инерции сечения. В первом варианте имеем изгиб с кручением, во втором – плоский изгиб, в третьем – косой изгиб, в четвертом – плоский изгиб.

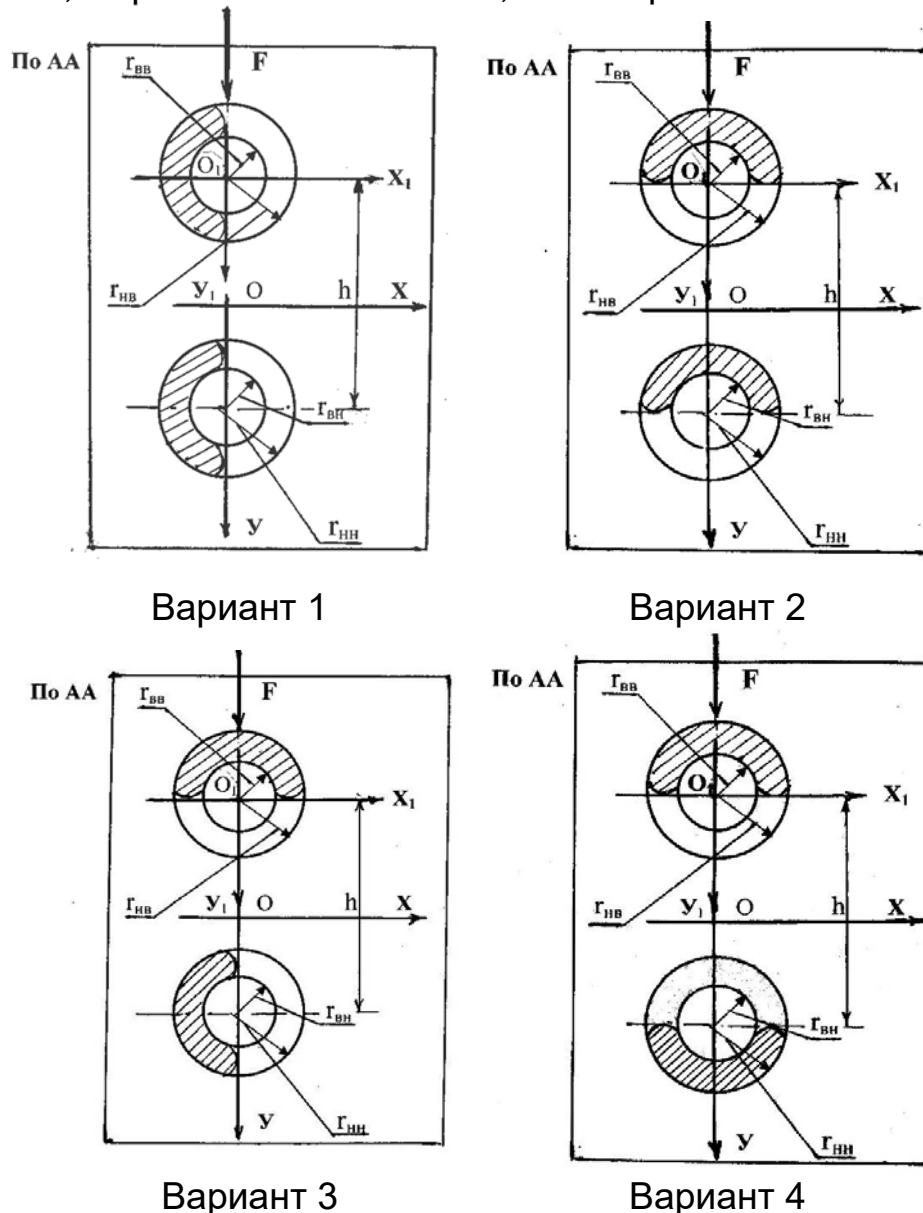


Рисунок 2 - Различные варианты расположения отсеченных вертикальной плоскостью сечений AA верхней и нижней пружин исходной несущей конструкции

Все варианты имеют разные виды напряженного состояния и требуют индивидуального подхода. Заметим, что моменты инерции относительно своих осей X_1 и Y_1 для всех вариантов по выше принятым данным будут равны [1]:

$$J_{cx1} = J_{by1} = \pi (r_n^4 - r_b^4) / 8. \quad (1)$$

По конструктивным особенностям сила F приложена в вертикальной плоскости.

Остановимся на четвертом варианте. В этом варианте центральная ось X совпадает с нейтральной осью. Относительно этой оси момент

инерции будет максимальным, поэтому этот вариант является наиболее рациональным.

Определим момент инерции всего сечения относительно оси X , используя параллельное преобразование осей:

$$J_X = J_{HX1} + J_{BX2} + 2A_0(h/2)^2 = \pi(r_H^4 - r_B^4)/4 + \pi(r_H^2 - r_B^2)h^2/2. \quad (2)$$

Здесь $A_0 = \pi(r_H^2 - r_B^2)/2$ – площадь полукольца.

Сила F равна сумме сил

$$F = F_B + F_H, \quad (2)$$

где F_B и F_H – усилия в верхней и нижней пружинах. Для определения усилий используем условие совместности деформаций. Обозначим через δ прогибы свободных концевых сечений. Для консольных балок будем иметь:

$$\delta_B = F_B \ell_B / 3E_B J_{XB}, \quad \delta_H = F_H \ell_H / 3E_H J_{XH}, \quad (3)$$

где

$$J_{XB} = J_{XH} = J_X / 2; \quad 3E_B J_{XB} / \ell_B = C_B \text{ и } 3E_H J_{XH} / \ell_H = C_H. \quad (4)$$

C_B и C_H являются коэффициентами жесткости верхней и нижней пружин относительно оси X . Используя соотношения:

$$\delta_H = F_H / C_H, \quad \delta_B = F_B / C_B, \quad \delta = F / C, \quad (5)$$

где $C = 3[\pi(r_H^4 - r_B^4)/4 + \pi(r_H^2 - r_B^2)h^2/2] / \ell$ – жесткость всей системы, равная сумме двух отдельных жесткостей

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W, \quad (6)$$

где

$$M_{\max} = F \ell, \quad W = J_X / (h/2 + r_{HH}). \quad (7)$$

Касательные напряжения:

$$\tau = F / A_0. \quad (8)$$

Условие прочности запишется в виде:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_{\text{adm}}. \quad (9)$$

Напряженное состояние в точке пружины изобразим на рисунке 3.

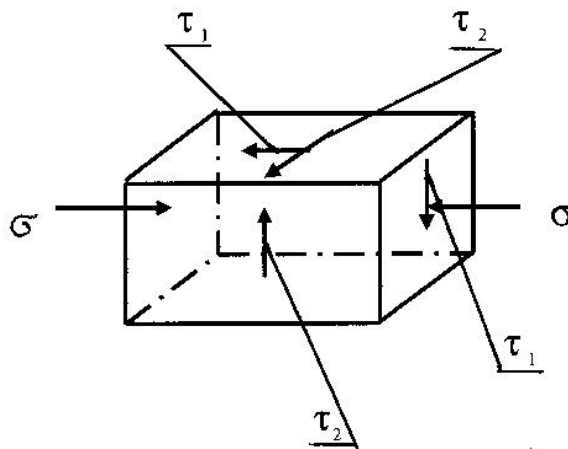


Рисунок 3 - Напряженное состояние в точке отсеченной площади пружины

При отклонении системы в начальный момент на величину A в ней возникнут колебания со смещением от начального положения:

$$\delta = A \cos p t, \quad (10)$$

где A амплитуда колебаний (статическая деформация); p – круговая частота колебаний; t – время.

Круговая частота собственных колебаний:

$$p = \sqrt{C/m_1}, \quad (11)$$

где m_1 – масса груза силы F . Период колебаний:

$$T = 2\pi / p. \quad (12)$$

При заданной частоте вынужденных колебаний ω определяется коэффициент нарастания колебаний:

$$\beta = 1 / (1 - \omega^2 / p^2). \quad (13)$$

Он определит величину нарастания максимальных напряжений, динамические напряжения и амплитуду вынужденных колебаний:

$$\sigma_{\text{дин}} = \sigma_{\text{ст}} \beta, A_{\text{вын}} = Q \delta_{\text{ст}} / (1 - \omega^2 / p^2), \quad (14)$$

где $\delta_{\text{ст}}$ есть единичное перемещение от груза Q .

Таким образом, упругие элементы по сравнению со сплошной геометрией сечений значительно снижают металлоемкость, а также большая гибкость упругих элементов позволяет повысить их срок эксплуатации.

Литература

1. Мартянов, А.П. Теория и расчет конструкторской надежности сельскохозяйственной техники / Мартянов А.П., Мартянов С.А., Яхин С.М. Казань, КГУ 2010 г. - 210 с.
2. Mudrov, A.P. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery /A.P. Mudrov, S.M. Yakhin, G.V. Pikmullin, A.G. Mudrov// International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.
3. Мудров, А.П. Синтез пространственных пяти- и шестизвенных механизмов с вращательными парами по движению выходного звена / А. П. Мудров, Ф. Ф. Хабибуллин, Г. В. Пикмуллин, З. Д. Гургенидзе // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 92-98. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-92-98.
4. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.

5. Мудров, А.Г. Устройства для первичной обработки изделий / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74.
6. Пикмуллин, Г. В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике / Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.
7. Мудров, А. П. Пространственные многозвенные механизмы в сельскохозяйственной технике / А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 279-282.
8. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
9. Формирование системы точного земледелия в Республике Татарстан / Р. И. Сафин, А. Р. Валиев, Р. В. Миникаев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 2(16). – С. 153-156. – EDN MNLGTD.
10. Патент № 2395184 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20, А01В 35/26, А01В 39/20. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: № 2008153024/12: заявл. 31.12.2008: опубл. 27.07.2010 /Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".
11. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань,

06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.

12. Агротехнопарк как инновационный фактор повышения конкурентоспособности сельского хозяйства в условиях вхождения России в ВТО / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Ф. Т. Нежметдинова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 3(25). – С. 50-58. – EDN PDTOBH.

13. Theoretical substantiation of parameters of rotary subsoil loosener / A. Valiev, I. Mukhametshin, F. Muhamadyarov [et al.] // Engineering for Rural Development, Jelgava, 22–24 мая 2019 года. Vol. 18. – Jelgava: Без издательства, 2019. – P. 312-318. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N511. – EDN QAOPEI.

14. Пикмуллин, Г.В. Комбинированное орудие для безотвальной обработки почвы / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев // Сельский механизатор. – 2009. – № 5. – С. 10-11.

15. Юнусов, Р.Г. Обоснование параметров борозды и удельного сопротивления зубчатых спирально-пластинчатых рабочих органов / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 2(24). – С. 76-79.

16. Юнусов, Р.Г. Уравнения движения ротационных (винтовых) рабочих органов в почве / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 4(26). – С. 88-90.

17. Гайнутдинов, Р.Х. Кинематика эллипсовидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы / Р.Х. Гайнутдинов, С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, Г.В. Пикмуллин // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.

18. Патент № 2395183 С1 Российская Федерация, МПК А01В 21/00. Почвообрабатывающее орудие: № 2009110058/12: заявл. 19.03.2009: опубл. 27.07.2010 / Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".

19. Ivanov, B.L. Droplet size of virocid disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev [et al.] // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 564-571. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF122.

20. Патент № 2494589 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/18, А01В 49/02. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2012107299/13: заявл. 28.02.2012: опубл. 10.10.2013 / Р. Г. Юнусов, Г. Г. Булгариев, Г. В. Пикмуллин, В. П. Данилов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

21. Некоторые результаты полевых испытаний рабочего органа машины для безотвальной обработки почвы. Салахов И.М., Матяшин А.В., Вафин Н.Ф. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 2 (28). С. 81-83.

22. Мейзер А.В., Салахов И.М., Зиганшин Б.Г., Матяшин А.В. В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. 2019. С. 293-298.

23. Совершенствование технологий и средств механизации в животноводстве и растениеводстве с использованием шарнирно-рычажных механизмов. Матяшин А.В. В сборнике: Высокотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенокосов и пастбищ. Подготовка специалистов для проектирования, создания и внедрения импортоопережающей инновационной техники в сельскохозяйственное производство. материалы выездного заседания секции механизации, электрификации и автоматизации отделения сельского хозяйства Российской академии наук - РАН. 2015. С. 265-272.

24. Способ безотвальной обработки склоновых земель. Матяшин Ю.И., Валиев А.Р., Сафин Р.И., Мартьянов А.П., Матяшин А.В. Патент на изобретение RU 2487518C2, 20.07.2013. Заявка №2011140904/13 от 07.10.2011.

© Пикмуллин Г.В., Валиев А.А., 2022

УДК.621.929.9

Пикмуллин Геннадий Васильевич*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*pikmullin@mail.ru**Мудров Александр Петрович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*mudrov.aleks@yandex.ru**Валиев Айрат Алмазович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ara1410@icloud.com

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИЛОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

Аннотация. В статье рассматриваются пространственные механизмы при определенных условиях создают направленный силовой импульс, что с успехом можно использовать в производственных устройствах, например, в инерционном двигателе. В общем случае устройство для силовых импульсов имеет два спаренных механизма Беннетта, соединенных через общий приводной вал источника привода.

Принцип, используемый в инерционном двигателе можно применить в трамбующих машинах для уплотнения грунта, силоса, асфальтопокрытий и т.п., причем частоту силовых импульсов можно регулировать в пределах 90...300 мин⁻¹, а также в устройстве для погружения и вытаскивания свай.

Ключевые слова: пространственные механизмы, механизм Беннетта, инерционный двигатель, силовой импульс.

Gennady V. Pikmullin*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*pikmullin@mail.ru**Aleksandr P. Mudrov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*mudrov.aleks@yandex.ru**Valiev Airat Almazovich***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ara1410@icloud.com

SPATIAL MECHANISMS FOR CREATING POWER IMPULSES

Abstract: The article discusses spatial mechanisms that, under certain conditions, create a directional force impulse, which can be successfully used in production facilities, for example, in an inertial engine. In general, the device for power pulses has two paired Bennett mechanisms connected through a common drive shaft of the drive source. The principle used in the inertial motor can be applied in ramming machines for compaction of soil, silage, asphalt coverings, etc., and the frequency of power pulses can be adjusted within 90 ... 300 min⁻¹, as well as in a device for immersion and pulling out piles.

Keywords: spatial mechanisms, Bennett mechanism, inertial motor, force impulse.

Пространственные механизмы при определенных условиях создают направленный силовой импульс, что с успехом можно использовать в производственных устройствах, например, в инерционном двигателе, устройстве для погружения и вытаскивания свай, вибраторе для уплотнения грунта или силоса и т.п.

В общем случае устройство для силовых импульсов имеет два спаренных механизма Беннетта, соединенных через общий приводной вал источника привода. Оба механизма имеют одинаковые кратчайшие расстояния и угол скрещивания осей вращения кривошипов (осей отверстий шатунов). Угол скрещивания осей шарниров кривошипов у одного механизма дополняет до 180° угол скрещивания осей шарниров кривошипов другого механизма.

Конкретное использование механизмов с силовыми импульсами приведем на примере инерционного двигателя (рисунок 1).

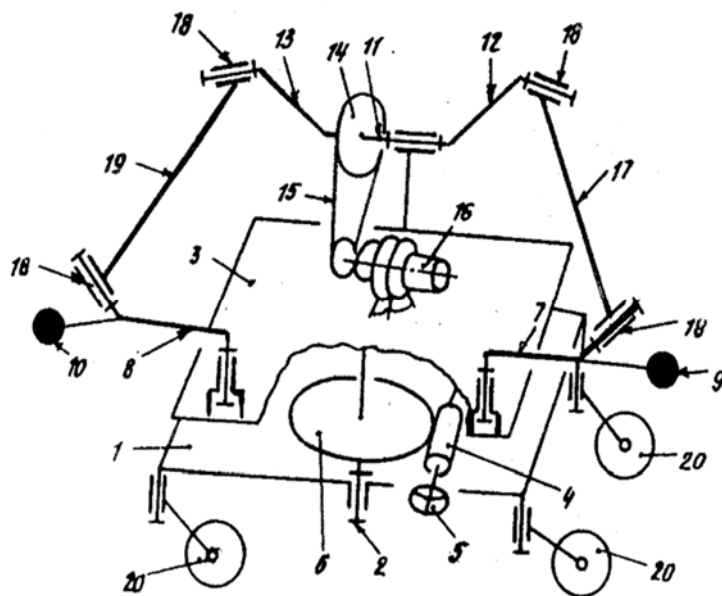


Рисунок 1 – Схема инерционного двигателя

Он содержит опору 1 и установленный на ней с возможностью поворота вокруг оси 2 корпус 3. Поворотное устройство корпуса 3 может быть выполнено, например, в виде червячной передачи 4,6 с рулевым колесом 5. На корпусе 3 установлены на кривошипах 7 и 8 два одинаковых дебалансных груза 9 и 10 с возможностью синхронного вращения в противоположных направлениях вокруг вертикальных осей симметрично относительно вертикальной плоскости. Грузы 9 и 10 соединены передачей с горизонтальным приводным валом 11, снабженным двумя кривошипами 12 и 13.

На валу 11 жестко закреплено зубчатое колесо (или шкив) 14, соединенное цепью (или ремнем) 15 с приводным двигателем 16.

Передача выполнена из двух механизмов Беннетта, плоскость симметрии которых совпадает с плоскостью симметрии грузов.

Первый механизм передачи имеет шатун 17, соединяющий кривошип 12 приводного вала 11 с соответствующим ему кривошипом 7 груза 9 через шарниры 18, причем ось каждого шарнира 18 расположена под скрещивающимся углом α к оси вращения своего кривошипа.

Углы скрещивания α осей шарниров кривошипов и расстояния от оси каждого шарнира до оси вращения его кривошипа 7 и 12 равны между собой. Отношение длины каждого из кривошипов к длине шатуна равно синусу угла скрещивания α . Расстояние между осью вращения приводного вала 11 и осью вращения кривошипа каждого груза равно длине шатуна и оси шарниров, соединенных одним шатуном, расположены под углом 90° друг к другу.

Второй механизм Беннетта симметричен первому относительно вертикальной плоскости во всех фазах их движения и содержит соответственно шатун 19, кривошип 13 приводного вала 11, кривошип 8 с грузом 10. Опора 1 снабжена самоустанавливающимися колесами 20.

При работе устройства вращение от приводного двигателя 16 передается через цепь (ремень) 15 колесу (шкиву) 14 и приводному валу 11. Кривошипы 12 и 13 передают вращение через шатуны 17 и 19 кривошипам 7 и 8 грузов 9 и 10. Равномерное вращение приводного вала 11 при описанном выше выполнении передачи преобразуется в синхронное вращение грузов 9 и 10 в противоположных направлениях с неравномерной угловой скоростью за оборот.

При вращении каждого из грузов 9 и 10 возникает инерционная сила, передаваемая через кривошипы 7 и 8 на корпус 3. Величина силы P определяется выражением

$$P = m\ell\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2},$$

где m – масса груза;

ℓ – длина кривошипов;

ω – угловая скорость вращения грузов;

ε – угловое ускорение вращения грузов.

В результате сложения векторов инерционных усилий, действующих на грузы 9 и 10, вследствие симметричного синхронного вращения грузов в противоположные стороны, составляющие инерционных усилий, действующие на равные грузы, направленные перпендикулярно к вертикальной плоскости симметрии, взаимно уравниваются, а составляющие этих усилий, направленные параллельно плоскости симметрии, складываются, поэтому итоговое инерционное усилие действует на корпус 3 в плоскости симметрии грузов по горизонтали.

Направление действия этого усилия периодически изменяется на противоположное, при этом максимальное по величине усилие, соответствует максимальной скорости вращения грузов, направлено в сторону перемещения приводимой в движение опоры 1, а минимальное по величине усилие, соответствующее минимальной скорости вращения грузов, направлено в противоположную сторону.

Для изменения направления движения поворачивают рулевое колесо 5, в результате чего корпус 3 через червячное колесо 6 поворачивается червяком 4 вокруг оси 2 относительно опоры 1. Этим достигается изменение направления действия тягового усилия двигателя. При изменении направления движения опоры 1 самоустанавливающиеся колеса 20 поворачиваются вдоль новой траектории движения.

Движение корпуса можно осуществить и без колес, например, посредством полозьев. Опытная установка показала гарантированное тяговое усилие, передвигающее тележку массой до 100 кг.

Принцип, используемый в инерционном двигателе можно применить в трамбующих машинах для уплотнения грунта, силоса, асфальтопокрытий и т.п., причем частоту силовых импульсов можно регулировать в пределах 90...300 мин⁻¹.

Этот же принцип используется в устройстве для погружения и вытаскивания свай [2].

Литература

1. А.с.№939811 (СССР). Инерционный двигатель /П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Б.И.№24, 1982.
- 2 А.с. №1245656 (СССР). Устройство для погружения свай /П.Г.Мудров, А.Г.Мудров, С.М.Яхин.Б.И.№27, 1986.
3. Mudrov, A.P. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery /A.P. Mudrov, S.M. Yakhin, G.V. Pikmullin, A.G. Mudrov// International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.
4. Мудров, А.П. Синтез пространственных пяти- и шестизвенных механизмов с вращательными парами по движению выходного звена / А.

- П. Мудров, Ф. Ф. Хабибуллин, Г. В. Пикмуллин, З. Д. Гургенидзе // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 92-98. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-92-98.
5. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.
6. Мудров, А.Г. Устройства для первичной обработки изделий / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74.
7. Мудров А.П. Проектирование пространственного 5R механизма по заданному закону движения выходного звена. /А.П.Мудров, А.Г.Мудров, Г.В.Пикмуллин// Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 107-113.
8. Мудров, А. П. Пространственные многозвенные механизмы в сельскохозяйственной технике / А. П. Мудров, Г. В. Пикмуллин // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 279-282.
- 9 Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания /Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112-114.
10. Theoretical substantiation of parameters of rotary subsoil loosener / A. Valiev, I. Mukhametshin, F. Muhamadyarov [et al.] // Engineering for Rural Development, Jelgava, 22–24 мая 2019 года. Vol. 18. – Jelgava: Без издательства, 2019. – P. 312-318. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N511. – EDN QAOPEI.
11. Патент № 2395184 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20, А01В 35/26, А01В 39/20. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: №

2008153024/12: заявл. 31.12.2008: опубл. 27.07.2010 /Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".

12. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.

13. Пикмуллин, Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук /Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.

14. Валиев, А. Р. Обоснование параметров конического почвообрабатывающего рабочего органа путем решения многокритериальной задачи оптимизации / А. Р. Валиев, Р. И. Ибяттов, Ф. Ф. Яруллин // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 7. – С. 69-72. – EDN ZHRFSH.

15. Пикмуллин, Г.В. Комбинированное орудие для безотвальной обработки почвы /Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев// Сельский механизатор. – 2009. – № 5. – С. 10-11.

16. Юнусов, Р.Г. Обоснование параметров борозды и удельного сопротивления зубчатых спирально-пластинчатых рабочих органов /Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 2(24). – С. 76-79.

17. Юнусов, Р.Г. Уравнения движения ротационных (винтовых) рабочих органов в почве /Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 4(26). – С. 88-90.

18. Гайнутдинов, Р.Х. Кинематика эллипсоидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы /Р.Х. Гайнутдинов, С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, Г.В. Пикмуллин// Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.

УДК 621. 926

Мудров Александр Петрович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*mudrov.aleks@yandex.ru**Пикмуллин Геннадий Васильевич***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*pikmullin@mail.ru**Гургенидзе Зураб Джемалович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*t001ke116rus@mail.ru

О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНЕРЦИОННОЙ МАШИНЕ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Аннотация. Проанализированы способы шлифования семян сахарной свеклы и машины для их осуществления. Представлена машина для объёмного шлифования семян, базовым механизмом которой является пространственный инерционный барабанный смеситель. Рассмотрены некоторые вопросы кинематического анализа этой машины, выявлено влияние на её кинематику структурных параметров базового механизма, что необходимо для конструирования машины с требуемыми свойствами.

Ключевые слова: Объёмное шлифование семян, пространственный инерционный смеситель, пространственный шарнирно-рычажный механизм, кривошип, кинематический анализ.

Aleksandr P. Mudrov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*mudrov.aleks@yandex.ru**Gennady V. Pikmullin***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*pikmullin@mail.ru**Zurab D. Gurgeniidze***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*t001ke116rus@mail.ru

ABOUT SPATIAL INERTIA MACHINE FOR GRINDING SUGAR BEET SEEDS

Abstract. The methods of grinding sugar beet seeds and machines for their implementation are analyzed. A machine for volumetric grinding of seeds is presented, the basic mechanism of which is a spatial inertial drum mixer. Some issues of the kinematic analysis of this machine are considered, the influence of the structural parameters of the basic mechanism on its kinematics is revealed, which is necessary for designing a machine with the required properties.

Key words: Volumetric grinding of seeds, spatial inertial mixer, spatial hinge-lever mechanism, crank, kinematic analysis.

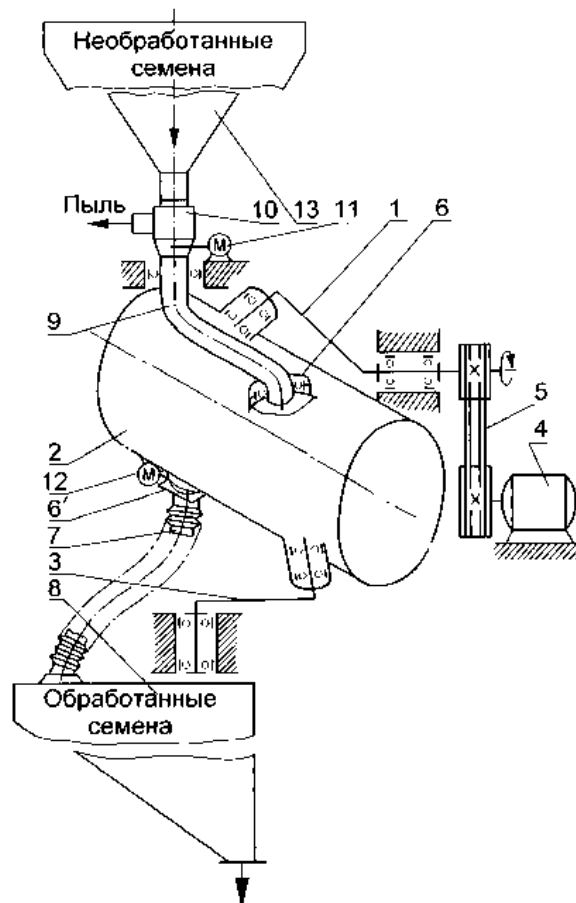
Предпосевная обработка семян сахарной свеклы включает в себя операцию их шлифования, то есть удаления верхнего рыхлого слоя околоплодника, с целью повысить точность посева, уменьшить вероятность заболевания семенного материала, ускорить его прорастания и всхожесть [1, 2, 3].

Анализ существующих машин для шлифования семян сахарной свеклы позволил их разделить по способу обработки семенного материала на три группы: пневматического, пневмомеханического и механического действия. Выявлена нецелесообразность создания машин первой группы. Шлифовальные машины пневматического действия имеют высокую энергоёмкость, большие габариты, низкую производительность и высокую травмируемость семян. Машины второй и третьей групп не имеют указанных недостатков, являются более перспективными, и работа по их созданию и совершенствованию оправдана [4,5]. Отметим, что эффективность обработки семенного материала в машинах зависит в основном от длительности нахождения, характера движения и траектории семян в зоне скарификации. Значит, для повышения качества и интенсивности шлифования, надо увеличить число проходов семян между скарифицирующими поверхностями, или придать движение этим поверхностям для активного воздействия на проходящий между ними семенной материал с одновременным усложнением траектории семян в зоне обработки.

Считаем, что указанные задачи можно решить, применяя объёмный способ обработки семян, заключающийся в том, что шлифование производится в совершающей сложное пространственное неравномерное движение ёмкости. Возникающие от такого движения в находящемся в ней семенном материале переменные по величине и направлению инерционные силы, воздействуя дискретно на семена, способствуют их активному перемещению относительно друг друга и внутренней скарифицирующей поверхности ёмкости, активно их обрабатывая.

Для реализации указанного способа шлифования семян сахарной свеклы спроектирована пространственная шлифовальная машина, схема которой приведена на рисунке 1. Основной, базовой частью машины

является пространственный инерционный смеситель, состоящий из барабана 2- ёмкости с шероховатой внутренней поверхностью, шарнирно закреплённого на двух пространственных кривошипах: ведомом 3 и ведущем 1, движение которому передаётся через ремённую передачу 5 от электродвигателя 4. Барабан через патрубок 6 и фальш-кривошип 9 связан с коллектором 10 и бункером 13, а через патрубок 6' и рукав 7 – с бункером 8 для обработанных семян. Для регулировки подачи в барабан и выгрузки из него семян предусмотрены заслонки 11 и 12.



- 1, 3 - входной и выходной кривошипы, 2 – барабан (скарификационная ёмкость), 4 – электродвигатель, 5 – ремённая передача,
6'-верхний и нижний патрубки, 7 – рукав, 8 – бункер для обработанных семян, 9 – фальш-кривошип, 10 – коллектор,
11, 12 – заслонки, 13 – бункер для необработанных семян

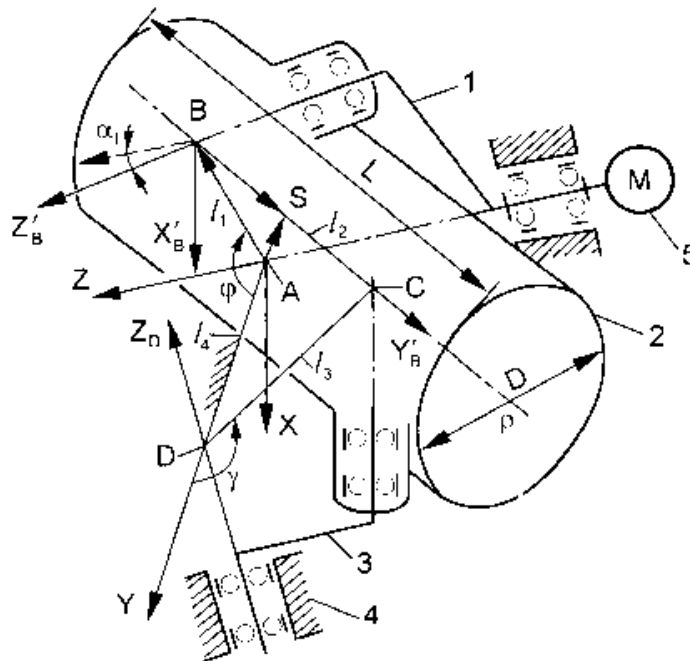
Рисунок 1 - Схема пространственной шлифовальной машины семян

Оси вращения пространственных кривошипов и оси цапф барабана скрещиваются под прямыми углами и находятся на одинаковых кратчайших расстояниях. Благодаря такой конструкции барабан совершает пространственное неравномерное движение, в результате которого семена под действием переменных по величине и направлению инерционных сил перемещаются внутри барабана по сложным

траекториям, взаимодействуя друг с другом и со скарифицирующей поверхностью барабана, и активно обрабатываются.

Машина может работать в двух режимах. Первый режим - циклический. В движущийся барабан при закрытой заслонке 12 загружается семенной материал, количество которого регулируется верхней заслонкой 11. Семена в течение некоторого времени обрабатываются и затем разгружаются при открытой заслонке 11 в бункер 8. После чего процесс повторяется. Второй режим – непрерывный. Заслонки 11 и 12 отрегулированы так, что они всегда находятся в открытом состоянии, и процесс загрузки, выгрузки и обработки семян ведётся одновременно и непрерывно. В обоих случаях отсос пыли и отходов идёт через коллектор.

Конструкция смесителя и, следовательно, шлифовальной машины может быть выполнена по одной из двух схем. По первой схеме (смотри рисунок 2) барабан 2 шарнирно подвешивается на двух одинаковых кривошипах: входном (ведущем) 1 и выходном (ведомом) 3. Труба, по которой в барабан поступают обрабатываемые семена, выполнен в виде фальш-кривошипа 9. По второй схеме барабан 2 шарнирно устанавливается на входном кривошипе 1 и полом выходном 3, который одновременно является семеподводящим трубопроводом и силовым структурным элементом смесителя.



1 – кривошип входной, 2 – барабан, 3 – кривошип выходной,
4 – станина, 5 - привод

Рисунок 2 - Схема базового смесителя пространственной шлифовальной машины

Геометрические оси шарниров каждого из кривошипов скрещиваются под одинаковыми углами α_1 и α_3 и отстоят друг от друга на равные кратчайшие расстояния l_1 и l_3 , т.е.

$$\alpha_1 = \alpha_3, \quad l_1 = l_3. \quad (1)$$

Геометрические оси цапф (шарниров) барабана и оси вращения кривошипов скрещиваются под прямым углом и отстоят друг от друга на одинаковом расстоянии $l_2 = l_4 = l$, которые определяются по формуле

$$l = l_1 / \sin \alpha_1. \quad (2)$$

При этом, как видно из представленной схемы, указанные кратчайшие расстояния образуют замкнутый четырёхзвенник $ABCD$.

Оценивая эти две схемы, следует отметить, что конструкция смесителя (машины), выполненная по второй схеме, будет компактнее и проще из-за барабана и станины (звено 4), но при этом здесь значительно сложнее и дороже встанет изготовление полого выходного кривошипа 3, чем фальш-кривошипа 9 первой схемы.

При исследовании кинематики определяются положения, скорости и ускорения выходного кривошипа и барабана смесителя. При этом особое внимание уделяется установлению закона движения барабана, выявлению тех закономерностей, которые присущи данному смесителю и знание которых позволит объективно оценить его возможности. Кроме того, результаты кинематического анализа необходимы как для силового и динамического анализа смесителя, так и для его проектирования. В основе кинематического анализа исследуемого смесителя лежит расчётная схема, представляющая из себя пространственный векторный четырёхзвенник $ABCD$, образованный кратчайшими расстояниями между геометрическими осями шарниров (см. рисунок). Здесь в дополнение к указанным ранее обозначениям использованы: φ и γ – углы поворота (координаты) соответственно входного 1 и выходного 3 кривошипов, XYZ – неподвижная (основная) и $X'_B Y'_B Z'_B$ – подвижная, жёстко связанная с барабаном, прямоугольные системы координат. Основная система координат XYZ ориентирована так, что оси Z и Y располагаются горизонтально, а ось X вертикально вниз. Угол γ , который определяют положение выходного кривошипа в зависимости от угла φ поворота входного, находится по одному из следующих выражений [6]

$$\gamma = \arccos \frac{\cos \varphi - \sin \alpha_1}{1 - \sin \alpha_1 \cos \varphi}, \quad \gamma = \arcsin \frac{-\cos \alpha_1 \sin \varphi}{1 - \sin \alpha_1 \cos \varphi}. \quad (3)$$

Угловая скорость

$$\omega_3 = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{-\cos \alpha_1}{1 - \sin \alpha_1 \cos \varphi} \omega_1 \quad (4)$$

и угловое ускорение выходного кривошипа при постоянной угловой скорости входного ($\omega_1 = \text{const}$)

$$\varepsilon_3 = \frac{d\omega_3}{dt} = \frac{\sin \alpha_1 \cos \alpha_1 \sin \varphi}{(1 - \sin \alpha_1 \cos \varphi)^2} \omega_1^2. \quad (5)$$

Как видно из полученных выражений, выходной кривошип смесителя вращается с переменной скоростью при равномерном вращении входного. При этом коэффициент неравномерности его вращения

$$\delta = \frac{\omega_{3\max} - \omega_{3\min}}{\omega_{3\text{ср}}} = |2 \operatorname{tg} \alpha_1|. \quad (6)$$

Отсюда следует, что неравномерность вращения выходного кривошипа возрастает с увеличением угла α_1 и при приближении его значения к 90° .

Положение любой точки барабана в пространстве определяется соответствующим радиус-вектором. Например, точку S определяет радиус-вектор $\overrightarrow{AS}$, который находится из векторного уравнения

$$\overrightarrow{AS} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BS}. \quad (7)$$

Проецируется это уравнение на оси координат XYZ и используя разработанную методику решения таких уравнений [7], запишем уравнение (7) в координатной форме

$$\begin{cases} AS^X = -l_1 \sin \varphi - 0,5l(\cos \alpha_1 \cos \varphi \sin \gamma + \sin \varphi \cos \gamma), \\ AS^Y = l_1 \cos \varphi - 0,5l(\cos \alpha_1 \sin \varphi \sin \gamma - \sin \varphi \cos \gamma), \\ AS^Z = -0,5l \sin \alpha_1 \sin \gamma. \end{cases} \quad (8)$$

Дифференцируя по времени уравнения (8), получим проекции скорости точки S на те же оси

$$\begin{cases} V_s^X = -l_1 \omega_1 \cos \varphi + 0,5l \times \\ \times [\sin \gamma(\omega_1 \cos \alpha_1 + \omega_3) \sin \varphi - \cos \gamma(\omega_1 + \omega_3 \cos \alpha_1) \cos \varphi], \\ V_s^Y = -l_1 \omega_1 \sin \varphi - 0,5l \times \\ \times [\sin \gamma(\omega_1 \cos \alpha_1 + \omega_3) \cos \varphi + \cos \gamma(\omega_1 + \omega_3 \cos \alpha_1) \sin \varphi], \\ V_s^Z = -0,5l \omega_3 \sin \alpha_1 \cos \gamma. \end{cases} \quad (9)$$

Продифференцировав по времени эти же уравнения ещё раз (при $\omega_1 = \text{const}$), найдем проекции ускорения

$$\begin{cases} a_s^X = l_1 \omega_1^2 \sin \varphi + 0,5l[(\omega_1 \cos \alpha_1 + \omega_3) \times \\ \times (\omega_1 \cos \varphi \sin \gamma + \omega_3 \sin \varphi \cos \gamma) + \\ + (\omega_1 + \omega_3 \cos \alpha_1)(\omega_1 \sin \varphi \cos \gamma + \omega_3 \cos \varphi \sin \gamma) + \\ + \varepsilon_3(\sin \varphi \sin \gamma - \cos \alpha_1 \cos \varphi \cos \gamma)], \\ a_s^Y = -l_1 \omega_1^2 \cos \varphi - 0,5l[(\omega_1 \cos \alpha_1 + \omega_3) \times \\ \times (\omega_3 \cos \varphi \cos \gamma - \omega_1 \sin \varphi \sin \gamma) + \\ + (\omega_1 + \omega_3 \cos \alpha_1)(\omega_1 \cos \varphi \cos \gamma + \omega_3 \sin \varphi \sin \gamma) + \\ + \varepsilon_3(\cos \varphi \sin \gamma + \cos \alpha_1 \sin \varphi \cos \gamma)], \\ a_s^Z = 0,5l(\omega_3^2 \sin \gamma - \varepsilon_3 \cos \gamma) \sin \alpha_1. \end{cases} \quad (10)$$

Модуль радиус-вектора, скорости или ускорения вычисляется как корень квадратный из суммы квадратов проекции, т.е.

$$AS = \sqrt{(AS^X)^2 + (AS^Y)^2 + (AS^Z)^2}. \quad (11)$$

Анализ полученных выражений показал, что точки барабана имеют довольно сложный закон движения, который усложняется при их удалении от центра барабана (т. S) к его периферии [8]. Всё это, несомненно, способствует эффективной работе смесителя.

Угловая скорость барабана определяется из векторного уравнения

$$\overrightarrow{\omega_\delta} = \overrightarrow{\omega_1} + \overrightarrow{\omega_{\delta/1}}. \quad (12)$$

Проецируя это уравнение на оси координат $X'_B Y'_B Z'_B$ и учитывая, что $\omega_{\delta/1} = \omega_3$, получим:

$$\omega_{\delta}^{X'_B} = \omega_1 \sin \alpha_1 \sin \gamma, \omega_{\delta}^{Y'_B} = -\omega_1 \sin \alpha_1 \sin \gamma, \omega_{\delta}^{Z'_B} = \omega_1 \cos \alpha_1 \omega_3. \quad (13)$$

Модуль угловой скорости барабана

$$\omega_{\delta} = \sqrt{\omega_1^2 + 2\omega_1 \omega_3 \cos \alpha_1 + \omega_3^2}. \quad (14)$$

Дифференцируя по времени проекции угловой скорости (13), запишем проекции углового ускорения барабана на те же оси координат

$$\varepsilon_{\delta}^{X'_B} = -\omega_1 \omega_3 \sin \alpha_1 \sin \gamma, \varepsilon_{\delta}^{Y'_B} = -\omega_1 \omega_3 \sin \alpha_1 \cos \gamma, \varepsilon_{\delta}^{Z'_B} = \varepsilon_3. \quad (15)$$

Модуль углового ускорения:

$$\varepsilon_{\delta} = \sqrt{\omega_3^2 + \omega_1^2 \omega_3^2 \sin^2 \alpha_1}. \quad (16)$$

Анализ угловой скорости и углового ускорения барабана показал, что неравномерность его вращения ниже, чем у выходного кривошипа того же смесителя.

Представленная нами пространственная шлифовальная машина, надеемся, удовлетворит практиков, так как в ней осуществляется непрерывный процесс шлифования семян, качество обработки регулируется и проводится в самых благоприятных условиях, практически без травмирования семян с минимальными энергозатратами. Полученные в результате кинематического анализа выражения, позволят подобрать оптимальные параметры базового механизма и режим работы машины.

Литература

1. Доронин, В.А. Влияние режимов шлифования на качество семян сахарной свёклы / В.А. Доронин, Н.В. Бусол, Л.М. Карпук // Сахарная свёкла. - 2007, № 1. – С. 13–15.
2. Авторское свидетельство № 797878 А1 СССР, МПК В28С 5/18, В01F 9/06. Смеситель: № 2736311: заявл. 12.03.1979: опубл. 23.01.1981 / П. Г. Мудров, А. Г. Мудров, А. П. Мудров; заявитель Казанский ордена "знак почета" сельскохозяйственный институт им. М. Горького.
3. Авторское свидетельство № 812535 А1 СССР, МПК В24В 31/02. Устройство для галтовки деталей: № 2736189: заявл. 12.03.1979: опубл. 15.03.1981 / П. Г. Мудров, А. Г. Мудров, А. П. Мудров; заявитель Казанский ордена "знак почета" сельскохозяйственный институт им. М. Горького.
4. Гургенидзе З.Д. Обоснование параметров и разработка конструкции дисковой установки для шлифования семян сахарной свеклы: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01/ З.Д. Гургенидзе. - Казань, 2019. - 144 с.
5. Гайнутдинов, Р.Х. Кинематика эллипсовидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы /Р.Х. Гайнутдинов, С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, Г.В. Пикмуллин// Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.
6. Нуруллин, Э.Г. Основные направления и результаты научной школы по разработке энергосберегающих машин пневмомеханического типа для

производства и переработки зерна / Э.Г. Нуруллин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 17. – С. 100– 103.

7. Воронин, Е.А. Обоснование параметров и режимов работы машины для шлифования семян мелкосемянных овощных культур: дис.... канд. техн. наук:05.20.01. / Е.А. Воронин. – Благовещенск, 2006. – 118 с.

8. Яхин, С.М. Совершенствование конструкции дисковой установки для шлифования семян сахарной свёклы / С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, З.Д. Гургенидзе, А.А. Мустафин // Вестник Казанского ГАУ. – 2015. – №2. – С.87– 92.

9. Мудров, А.П. Исследование методов синтеза модификаций механизма Беннетта/ Ф.Ф. Хабибуллин, А.П. Мудров., М.Г. Яруллин //Теория механизмов и машин. 2018. Т. 16. № 2 (38). С. 56-65.

10. Мудров, П.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / П.Г. Мудров. - Изд-во Казанского университета, Казань, 1976. -264 с.

11. Обоснование формы и определение конструктивных параметров ротационного рыхлителя почвы / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, И.Г. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 73-76. – DOI 10.12737/article_5bcf57b1d90178.85890011.

12. Патент № 2755685 С1 Российская Федерация, МПК В01F 9/08, В01F 11/04, В28С 5/18. Смеситель сыпучих материалов: № 2020127628: заявл. 18.08.2020: опубл. 20.09.2021 / А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

13. Валиев, А. Р. Обоснование параметров конического почвообрабатывающего рабочего органа путем решения многокритериальной задачи оптимизации / А. Р. Валиев, Р. И. Ибяттов, Ф. Ф. Яруллин // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 7. – С. 69-72. – EDN ZHRFSH.

14. Мудров, А.П. Синтез пространственных пяти- и шестизвенных механизмов с вращательными парами по движению выходного звена / А. П. Мудров, Ф. Ф. Хабибуллин, Г. В. Пикмуллин, З. Д. Гургенидзе // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 92-98. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-92-98.

15. Mudrov, A.P. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery /A.P. Mudrov, S.M. Yakhin, G.V. Pikmullin, A.G. Mudrov// International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.

16. Патент на полезную модель № 164779 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для шлифования, шелушения семян и измельчения зерна: № 2015153963/13: заявл. 15.12.2015: опубл. 20.09.2016 / С. М. Яхин, И. И. Алиакберов, З. Д. Гургенидзе.
17. Совершенствование конструкции дисковой установки для шлифования семян сахарной свёклы / С. М. Яхин, И. И. Алиакберов, З. Д. Гургенидзе, А. А. Мустафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 2(36). – С. 87-92.
18. Гургенидзе, З. Д. Обоснование конструктивно-технологических параметров дисковой шлифовальной установки / З.Д. Гургенидзе, Р.И. Ибяттов, Ф.Ф. Яруллин, С.М. Яхин // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 4(83). – С. 28-38.
19. Гургенидзе, З. Д. Технологический процесс шлифования семян сахарной свёклы / З. Д. Гургенидзе, С. М. Яхин, Г. В. Пикмуллин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 227-232.
20. Энергетический показатель истирания рабочих органов сельскохозяйственных машин при взаимодействии с абразивным материалом / А. В. Белинский, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 4(30). – С. 55-60. – DOI 10.12737/2434. – EDN RZAYXZ.
21. Пикмуллин, Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук /Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
22. Агротехнопарк как инновационный фактор повышения конкурентоспособности сельского хозяйства в условиях вхождения России в ВТО / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Ф. Т. Нежметдинова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 3(25). – С. 50-58. – EDN PDTOBH.
23. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.
24. Мудров, А. П. Пространственные многозвенные механизмы в сельскохозяйственной технике / А. П. Мудров, Г. В. Пикмуллин //

Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 279-282.

© Мудров А.П., Пикмуллин Г.В., Гургенидзе З.Д., 2022

УДК 621. 926

Мудров Александр Петрович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*mudrov.aleks@yandex.ru**Пикмуллин Геннадий Васильевич***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*pikmullin@mail.ru**Гургенидзе Зураб Джемалович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*t001ke116rus@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНЕРЦИОННОЙ МАШИНЫ ШЛИФОВАНИЯ СЕМЯН

Аннотация. Представлены основы проектирования машины для объёмного шлифования семян с базовым механизмом в виде пространственного инерционного барабанного смесителя. Они включают в себя определение параметров барабана и других звеньев базового механизма в зависимости от производительности машины, оптимальной рабочей скорости входного кривошипа, мощности электропривода.

Ключевые слова: пространственная инерционная машина шлифования семян, пространственный шарнирно-рычажный механизм, кривошипы, проектирование.

Aleksandr P. Mudrov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*mudrov.aleks@yandex.ru**Gennady V. Pikmullin***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*pikmullin@mail.ru**Zurab D. Gurgeniidze***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*t001ke116rus@mail.ru

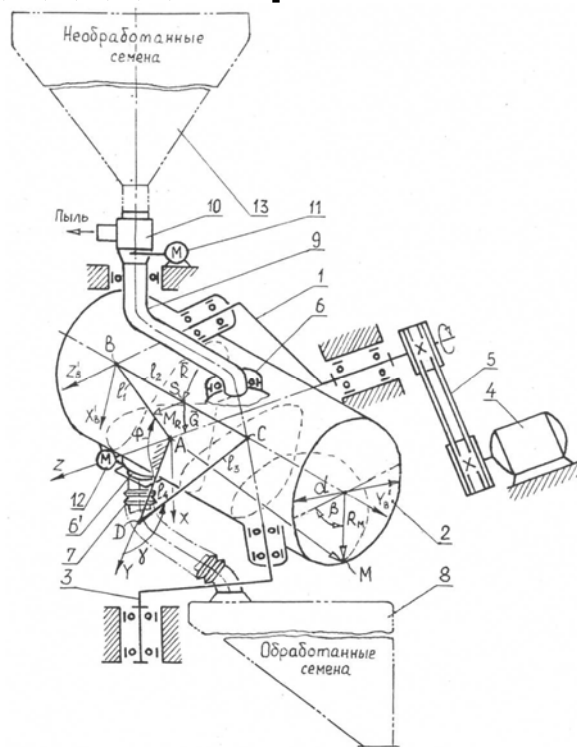
SOME QUESTIONS OF SPATIAL DESIGN INERTIA SEED GRINDING MACHINE

Annotation. The basics of designing a machine for volumetric grinding of seeds with a basic mechanism in the form of a spatial inertial drum mixer are

presented. They include the determination of the parameters of the drum and other links of the basic mechanism, depending on the performance of the machine, the optimal operating speed of the input crank, and the power of the electric drive.

Key words: spatial inertial seed grinding machine, spatial articulated-lever mechanism, cranks, design.

Пространственная инерциальная машина шлифования семян, а также её фрагментарный кинематический анализ были представлены в статье тех же авторов «О пространственной инерционной машине для шлифования семян сахарной свеклы», приведённой в этом же сборнике. Главной, основополагающей частью этой машины (смотри рисунок) является пространственный барабанный смеситель, с базовым пространственным шарнирно-рычажным механизмом (механизмом Беннетта) –ABCD [1, 2, 3,4,5,6,7,12-20].



- 1, 3- входной и выходной кривошипы, 2 – барабан,
4 – электродвигатель, 5 – ремённая передача,
6, 6' -верхний и нижний патрубки, 7 – рукав, 8 – бункер для
обработанных семян, 9 – фальш-кривошип, 10 – коллектор,
11, 12 – заслонки, 13 – бункер для необработанных семян

Рисунок 1. Схема пространственной шлифовальной машины семян

Для проектирования машины приводим все силы, действующие на барабан смесителя и семенной материал, к центру масс барабана (т. S). В результате получаем главный вектор $\bar{R}$ и главный момент $\bar{M}_R$, которые находятся в проекциях на оси координат соответственно X,Y,Z и X'_B, Y'_B, Z'_B :

$$R^X = ma_S^X, R^Y = ma_S^Y, R^Z = ma_S^Z, \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
M_R^{X'_B} &= \varepsilon_{\delta}^{X'_B} J^{X'_B} + \omega_{\delta}^{Y'_B} \omega_{\delta}^{Z'_B} (J^{Z'_B} - J^{Y'_B}), \\
M_R^{Y'_B} &= \varepsilon_{\delta}^{Y'_B} J^{Y'_B} + \omega_{\delta}^{Z'_B} \omega_{\delta}^{X'_B} (J^{X'_B} - J^{Z'_B}), \\
M_R^{Z'_B} &= \varepsilon_{\delta}^{Z'_B} J^{Z'_B} + \omega_{\delta}^{X'_B} \omega_{\delta}^{Y'_B} (J^{Y'_B} - J^{X'_B}),
\end{aligned} \tag{2}$$

где m – масса барабана, $J^{X'_B}, J^{Y'_B}, J^{Z'_B}$ – его осевые моменты инерции;
 a_S^X, a_S^Y, a_S^Z – проекции на оси X,Y,Z ускорения центра масс барабана;
 $\omega_{\delta}^{X'_B}, \omega_{\delta}^{Y'_B}, \omega_{\delta}^{Z'_B}$ – проекции на оси X'_B, Y'_B, Z'_B угловой скорости барабана;
 $\varepsilon_{\delta}^{X'_B}, \varepsilon_{\delta}^{Y'_B}, \varepsilon_{\delta}^{Z'_B}$ – проекции на те же оси его углового ускорения (приведены в указанной выше статье – формулы (10),(13) и (15):

$$\begin{cases}
a_S^X = l_1 \omega_1^2 \sin \varphi + 0,5l[(\omega_1 \cos \alpha_1 + \omega_3) \times \\
\quad \times (\omega_1 \cos \varphi \sin \gamma + \omega_3 \sin \varphi \cos \gamma) + \\
\quad + (\omega_1 + \omega_3 \cos \alpha_1)(\omega_1 \sin \varphi \cos \gamma + \omega_3 \cos \varphi \sin \gamma) + \\
\quad + \varepsilon_3(\sin \varphi \sin \gamma - \cos \alpha_1 \cos \varphi \cos \gamma)], \\
a_S^Y = -l_1 \omega_1^2 \cos \varphi - 0,5l[(\omega_1 \cos \alpha_1 + \omega_3) \times \\
\quad \times (\omega_3 \cos \varphi \cos \gamma - \omega_1 \sin \varphi \sin \gamma) + \\
\quad + (\omega_1 + \omega_3 \cos \alpha_1)(\omega_1 \cos \varphi \cos \gamma + \omega_3 \sin \varphi \sin \gamma) + \\
\quad + \varepsilon_3(\cos \varphi \sin \gamma + \cos \alpha_1 \sin \varphi \cos \gamma)], \\
a_S^Z = 0,5l(\omega_3^2 \sin \gamma - \varepsilon_3 \cos \gamma) \sin \alpha_1, \\
\omega_{\delta}^{X'_B} = \omega_1 \sin \alpha_1 \sin \gamma, \omega_{\delta}^{Y'_B} = -\omega_1 \sin \alpha_1 \sin \gamma, \omega_{\delta}^{Z'_B} = \omega_1 \cos \alpha_1 \omega_3, \\
\varepsilon_{\delta}^{X'_B} = -\omega_1 \omega_3 \sin \alpha_1 \sin \gamma, \varepsilon_{\delta}^{Y'_B} = -\omega_1 \omega_3 \sin \alpha_1 \cos \gamma, \\
\varepsilon_{\delta}^{Z'_B} = \frac{\sin \alpha_1 \cos \alpha_1 \sin \varphi}{(1 - \sin \alpha_1 \cos \varphi)^2} \omega_1^2.
\end{cases}$$

Принимаем, что масса m барабана (а значит и сила тяжести $\bar{G}$) вместе с обрабатываемыми семенами известна.

Проектирование начинается с установки геометрических параметров барабана (длины L и диаметра d), исходя из его объёма, определяемого задаваемой производительностью машины. При этом:

$$\vartheta = \frac{QT_c}{\mu K_{\vartheta} 3600}, \tag{3}$$

а так как объём цилиндрического барабана:

$$\vartheta = \pi D^2 / 4$$

и отношение:

$$\frac{L}{d} = K_D, \tag{4}$$

то из формулы (3) имеем:

$$d = \frac{1}{30} \sqrt[3]{\frac{QT_c}{\pi \mu K_D K_{\vartheta}}}, \tag{5}$$

где d – диаметр барабана, м; Q – производительность машины (смесителя), кг/час; T_c – время одного цикла, с; $\pi = 3,14$; μ – плотность

материала (для семян свеклы $\mu = 270 \dots 340$ кг/м); K_D – коэффициент геометрии барабана ($K_D = 1,25 \dots 2,00$) и K_g – коэффициент заполнения ($K_V = 0,5 \dots 0,8$) [8].

Шлифовальная машина может работать в двух автоматических режимах: циклическом и поточном [9, 10]. В первом режиме для проектируемой машины (на основании экспериментальных исследований) $T'_C = 200 \dots 300$ с. Сюда входит время загрузки T_3 , обработки и выгрузки. Во втором процесс загрузки, обработки и выгрузки семян (объём их в барабане остаётся постоянным) идёт одновременно и непрерывно, поэтому:

$$T''_C = T_3 = \frac{K_g \vartheta}{KF^{1,25}}, \quad (6)$$

где F – площадь отверстия истечения (нижнее отверстие бункера, впускное отверстие барабана – на рисунке не показаны), м; K – коэффициент (безразмерная величина), подсчитываемый по формуле [11]:

$$K = 2,546 - 0,162d_C.$$

Здесь d_C – диаметр семени (зерна) в мм (для сахарной свеклы $d_C = 3,5 \dots 5,0$ мм). Для той же машины, которая при работе в первом режиме имела $T'_C = 228$ с и производительность $Q' = 300$ кг/час, во втором будет иметь $T''_C = 19$ с и $Q'' = (T'_C/T''_C) \cdot Q' = (228/19)300 = 3600$ кг/час.

Итак, определив параметры барабана, на основании проведённых кинематического и силового анализов смесителя и полученных данных, сначала назначаются основные структурные размеры смесителя (l_1 , α_1 и l), а затем по методике и формулам, описанным в главе XIII [1], устанавливаются, с учётом найденных силовых факторов, конструктивные размеры шарнирных узлов, кривошипов, барабана и станины.

Следующая задача – определение рабочей угловой скорости входного кривошипа смесителя, которая обеспечивает оптимальную кинематику барабана. Анализ работы смесителя с использованием лабораторных его образцов показал, что хороший эффект получается при угловой скорости входного кривошипа ω_1 , установленной из условия отрыва материальной точки (т.М) от внутренней поверхности горизонтально расположенного барабана. Из уравнения равновесия материальной точки:

$$m_M g = m_M a_M^X,$$

где m_M – масса частицы обрабатываемого материала, a_M^X – проекция на ось X ускорения этой частицы (м/с²), $g = 9,81$ м/с – ускорение свободного падения, получим:

$$g = a_M^X = R_M \omega_1^2 \sin^2 \alpha_1. \quad (7)$$

Учитывая, что:

$$R_M = d/2$$

из выражения (7) окончательно имеем:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2g}{d \sin^2 \alpha_1}}. \quad (8)$$

Так, к примеру, рабочая угловая скорость ω_1 входного кривошипа смесителя, у которого диаметр барабана $d = 0,45$ м и угол скрещивания осей шарниров кривошипов $\alpha_1 = 15^\circ$:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{0,45 \sin^2 15^\circ}} = 25,51 \text{ рад/с.}$$

И, наконец, при проектировании смесителя необходимо знать мощность электродвигателя привода, которая определяется по расчётной мощности на входном кривошипе. Её находим через рабочую скорость ω_1 кривошипа и приведённый к нему момент M_1^H двигателя, найденный за половину оборота кривошипа, т.к. за вторую половину модуль его сохраняется, а знак меняется на противоположный. Момент вычисляется по формуле:

$$M_1^H = \frac{1}{\pi \omega_1} \int_0^\pi [\omega_{\delta'}^{X_B'} (\varepsilon_{\delta'}^{X_B'} J^{X_B'} + \omega_{\delta'}^{Y_B'} \omega_{\delta'}^{Z_B'} (J^{Z_B'} - J^{Y_B'})) + \omega_{\delta'}^{Y_B'} (\varepsilon_{\delta'}^{Y_B'} J^{Y_B'} + \omega_{\delta'}^{Z_B'} \omega_{\delta'}^{X_B'} \times \\ \times (J^{X_B'} - J^{Z_B'})) + \omega_{\delta'}^{Z_B'} (\varepsilon_{\delta'}^{Z_B'} J^{Z_B'} + \omega_{\delta'}^{X_B'} \omega_{\delta'}^{Y_B'} (J^{Y_B'} - J^{X_B'})) + \\ + m(a_s^X V_s^X + a_s^Y V_s^Y + a_s^Z V_s^Z - g V_s^X)] d\varphi. \quad (9)$$

Здесь, так же m – масса барабана вместе с обрабатываемыми в нём семенами; g – ускорение свободного падения; V_s^X, V_s^Y, V_s^Z – проекции скорости, а a_s^X, a_s^Y, a_s^Z – проекции ускорения центра масс (т. S) барабана на оси координат XYZ , $\omega_{\delta'}^{X_B'}, \omega_{\delta'}^{Y_B'}, \omega_{\delta'}^{Z_B'}$ – проекции угловой скорости и $\varepsilon_{\delta'}^{X_B'}, \varepsilon_{\delta'}^{Y_B'}, \varepsilon_{\delta'}^{Z_B'}$ – проекции углового ускорения барабана на оси X_b', Y_b', Z_b' ; $J^{X_B'}, J^{Y_B'}, J^{Z_B'}$ – моменты инерции барабана относительно тех же осей (определяются аналитически или экспериментально).

Тогда номинальная мощность электродвигателя:

$$N_{\Sigma} = 10^{-3} M_1^H \frac{\omega_1}{\eta_0}. \quad (10)$$

Здесь η_0 – КПД привода, в который входит КПД η_M механизма смесителя ($\eta_M = 0,96 \dots 0,98$) и η редуктора ($\eta_0 = \eta_M \eta$).

Таким образом, рассмотрен круг вопросов, который составляет теоретические основы создания и проектирования высокоэффективной машины для шлифования семян свеклы и других сельскохозяйственных культур. Достоверность полученных положений и выводов подтверждена экспериментально с использованием изготовленных моделей и лабораторных образцов смесителей.

Литература

1. Мудров, П.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / П.Г. Мудров. - Изд-во Казанского университета, Казань, 1976. - 264 с.
2. Авторское свидетельство № 797878 А1 СССР, МПК В28С 5/18, В01F 9/06. Смеситель: № 2736311: заявл. 12.03.1979: опубл. 23.01.1981 / П. Г.

- Мудров, А. Г. Мудров, А. П. Мудров; заявитель Казанский ордена "знак почета" сельскохозяйственный институт им. М. Горького.
3. Авторское свидетельство № 812535 А1 СССР, МПК В24В 31/02. Устройство для галтовки деталей: № 2736189: заявл. 12.03.1979: опубл. 15.03.1981 / П. Г. Мудров, А. Г. Мудров, А. П. Мудров; заявитель Казанский ордена "знак почета" сельскохозяйственный институт им. М. Горького.
4. Мудров, А. Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / А. Г. Мудров, А. П. Мудров, Г. В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.
5. Mudrov, A.P. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery /A.P. Mudrov, S.M. Yakhin, G.V. Pikmullin, A.G. Mudrov// International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.
6. Мудров, А.П. Синтез пространственных пяти- и шестизвенных механизмов с вращательными парами по движению выходного звена / А. П. Мудров, Ф. Ф. Хабибуллин, Г. В. Пикмуллин, З. Д. Гургенидзе // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 92-98.
7. Мудров, А. Г. Устройства для первичной обработки изделий / А. Г. Мудров, А. П. Мудров, Г. В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74. – EDN PIBSWH.
8. Нуруллин, Э.Г. Основные направления и результаты научной школы по разработке энергосберегающих машин пневмомеханического типа для производства и переработки зерна / Э.Г. Нуруллин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 17. – С. 100– 103.
9. Мудров, А. П. Пространственные многозвенные механизмы в сельскохозяйственной технике / А. П. Мудров, Г. В. Пикмуллин // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский

- государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 279-282.
10. Мудров, А.П. Исследование методов синтеза модификаций механизма Беннетта/ Ф.Ф. Хабибуллин, А.П. Мудров., М.Г. Яруллин // Теория механизмов и машин. 2018. Т. 16. № 2 (38). С. 56-65.
 11. Воронин, Е.А. Обоснование параметров и режимов работы машины для шлифования семян мелкосемянных овощных культур: дис.... канд. техн. наук: 05.20.01. / Е.А. Воронин. – Благовещенск, 2006. – 118 с.
 12. Патент на полезную модель № 164779 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для шлифования, шелушения семян и измельчения зерна: № 2015153963/13: заявл. 15.12.2015: опубл. 20.09.2016 / С. М. Яхин, И. И. Алиакберов, З. Д. Гургенидзе.
 13. Совершенствование конструкции дисковой установки для шлифования семян сахарной свёклы / С. М. Яхин, И. И. Алиакберов, З. Д. Гургенидзе, А. А. Мустафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 2(36). – С. 87-92.
 14. Гургенидзе, З. Д. Обоснование конструктивно-технологических параметров дисковой шлифовальной установки / З. Д. Гургенидзе, Р. И. Ибятков, Ф. Ф. Яруллин, С. М. Яхин // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 4(83). – С. 28-38.
 15. Гургенидзе, З. Д. Технологический процесс шлифования семян сахарной свёклы / З. Д. Гургенидзе, С. М. Яхин, Г. В. Пикмуллин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 227-232.
 16. Энергетический показатель истирания рабочих органов сельскохозяйственных машин при взаимодействии с абразивным материалом / А. В. Белинский, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 4(30). – С. 55-60. – DOI 10.12737/2434. – EDN RZAYXZ.
 17. Пикмуллин, Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
 18. Агротехнопарк как инновационный фактор повышения конкурентоспособности сельского хозяйства в условиях вхождения России в ВТО / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Ф. Т. Нежметдинова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 3(25). – С. 50-58. – EDN PDTOBH.

19. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.
20. Некоторые результаты полевых испытаний рабочего органа машины для безотвальной обработки почвы. Салахов И.М., Матяшин А.В., Вафин Н.Ф. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 2 (28). С. 81-83.
21. Мейзер А.В., Салахов И.М., Зиганшин Б.Г., Матяшин А.В. В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. 2019. С. 293-298.
22. Совершенствование технологий и средств механизации в животноводстве и растениеводстве с использованием шарнирно-рычажных механизмов. Матяшин А.В. В сборнике: Высокотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенокосов и пастбищ. Подготовка специалистов для проектирования, создания и внедрения импортоопережающей инновационной техники в сельскохозяйственное производство. материалы выездного заседания секции механизации, электрификации и автоматизации отделения сельского хозяйства Российской академии наук - РАН. 2015. С. 265-272.
23. Способ безотвальной обработки склоновых земель. Матяшин Ю.И., Валиев А.Р., Сафин Р.И., Мартьянов А.П., Матяшин А.В. Патент на изобретение RU 2487518C2, 20.07.2013. Заявка №2011140904/13 от 07.10.2011.

УДК 631.95

Иванов Борис Литта*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*littab@mail.ru**Ильясов Рамиль Равилевич***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramililyasov27@gmail.com**Сабиров Айдар Дамирович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*aidar.sabirov.793@yandex.ru

СУШКА ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАНИЯ

Аннотация. Предложен комбинированный метод просушки применяемых трансформаторов. Техническое решение направлено на повышение надежности работы, срока службы трансформаторов и бесперебойного электроснабжения потребителей. Предложенный метод может применяться для всех типов трансформаторов, находящихся на разных трансформаторных подстанциях сельскохозяйственных объектов.

Ключевые слова: трансформатор, сушка, комбинированный метод.

Boris L. Ivanov*Candidate of Technical sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*littab@mail.ru**Ramil R. Iyasov***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ramililyasov27@gmail.com**Aidar D. Sabirov***Student*aidar.sabirov.793@yandex.ru*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

DRYING OF INSULATION OF TRANSFORMERS BY THE METHOD OF COMBINING EXISTING METHODS

Abstract. A combined method for drying the used transformers is proposed. The technical solution is aimed at improving the reliability of operation, the service life of transformers and uninterrupted power supply to consumers. The

proposed method can be applied to all types of transformers located at different transformer substations of agricultural facilities.

Key words: transformer, drying, combined method.

Эффективность сельскохозяйственного производства главным образом зависит от качества поставки электроэнергии до потребителей [1,2,3]. Энергетическая эффективность в свою очередь зависит от характеристик работы силовых трансформаторов, которые должны бесперебойного питания электрических машин и оборудования [4,5,6,7]. В сельскохозяйственном производстве в основном применяются силовые жидкостные [8,9,10] (масляные) трансформаторы (рисунок 1). Силовые масляные трансформаторы общего назначения в сельских электрических сетях составляют наиболее многочисленную группу и являются самыми надежными из всех элементов сети.

Надежность трансформаторов достигается только при тщательном соблюдении всех норм правильной организации работы, определенных условиях эксплуатации, что является проблемой в настоящее время. Она заключается не только в несоблюдении норм и дальнем расположении трансформатора от организаций, которые занимаются обслуживанием, но и в устаревших, а в некоторых случаях неэффективных методах обслуживания. Все эти факторы особенно негативно сказываются на экономической устойчивости сельского хозяйства республики.

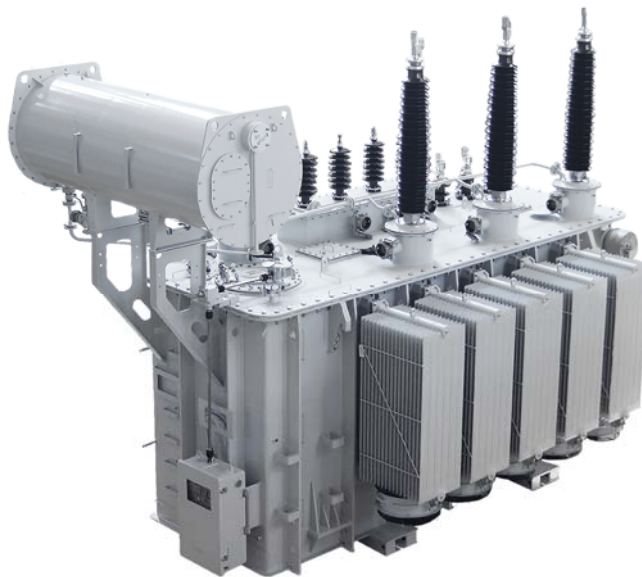


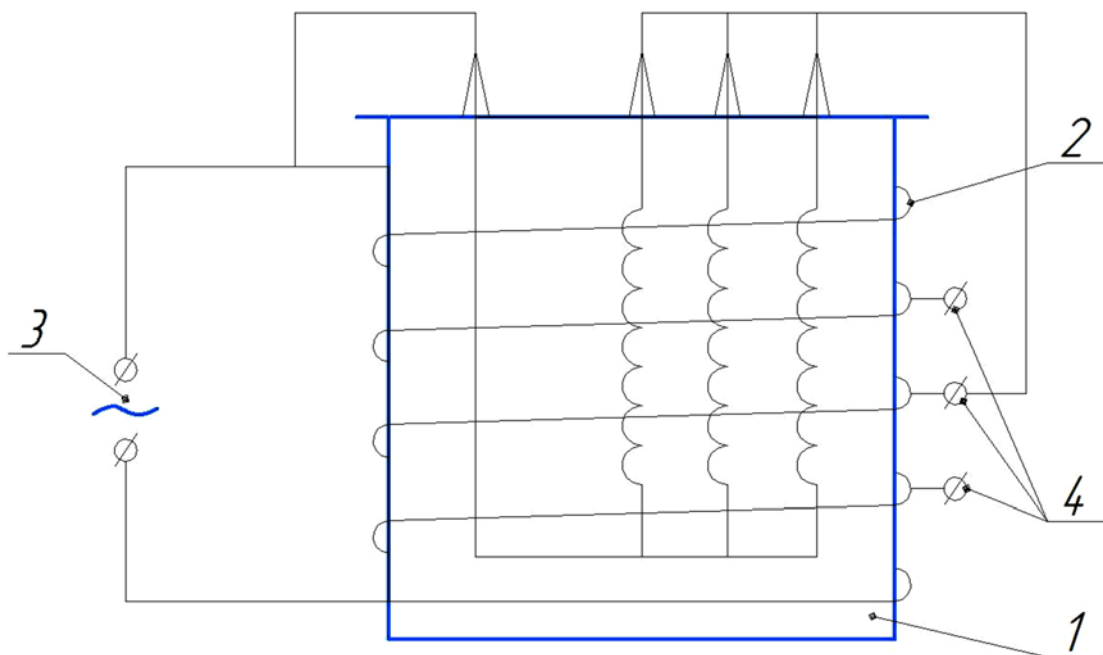
Рисунок 1 – Силовой масляный трансформатор

Основной причиной отказов трансформаторов является пробой изоляции обмоток. Причины пробоев объясняются, в основном, переувлажнением и связанным с этим ускоренным старением изоляции обмоток, а также устаревшими способами (методами) обслуживания. Стоит так же отметить, что чем выше содержание влаги, тем интенсивнее идет процесс старения. И если при содержании влаги в твердой изоляции

трансформатора, равном 3% от сухого веса, старение происходит в 12 раз быстрее, чем при влагосодержании 0.3%, при влагосодержании 5% – в 46 раз быстрее.

К настоящему времени разработано немало способов сушки твердой изоляции активной части трансформаторов. Поэтому при выборе метода сушки в конкретных эксплуатационных условиях подходят с учетом его рациональности, так как каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Наибольшее применение в сельской электрификации получили: потери короткого замыкания, потерями в собственном баке, потерями от токов нулевой последовательности.

Исходя из всего вышеперечисленного, нами разработан вариант комбинирования (объединения) наиболее популярных методов обсушки твердой изоляции активной части масляного трансформатора (рисунок 2). При разработке учитывались особенности конструкций трансформаторов, их мощности, время установки в эксплуатацию, место расположения трансформаторной подстанции, стоимость проведения работ по отбору проб, сезонность ввода, загрузки трансформаторов, коэффициент заполнения среднего суточного графика работ, остаточный ресурс и так далее.



1 – сердечник трансформатора; 2 – первичная обмотка трансформатора;
3 – выводы первичной обмотки, 4 – фазы; 5 – вторичные обмотки.
Рисунок 2 – Схема сушки изоляции трансформатора комбинированным способом

Предлагаемый комбинированный способ удаления влаги из твердой изоляции силовых трансформаторов дает возможность получить

высококачественную ее сушку, значительно сократив время сушки и понизив расход электроэнергии на эту операцию, исключить необходимость в дополнительных устройствах питания с нестандартным напряжением. Бесперебойная работа силовых масляных трансформаторов обеспечит стабильную работу машин и оборудования в таких технологических процессах как обработка и переработка продукции и отходов сельскохозяйственного производства [11-22].

Литература

1. Сафиуллин И.Н. Обеспеченность энергетическими ресурсами в сельскохозяйственных организациях Республики Татарстан / И.Н. Сафиуллин, Р.М. Галяутдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2020. - С.412-415.
2. Иванов, Б.Л. Пути снижения энергетических затрат при сушке зерна / Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, И.Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 19 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 83-89.
3. Лукманов, Р.Р. Энергосберегающий доильный аппарат / Р.Р. Лукманов, И.Р. Нафиков, И.И. Кашапов, В.А. Суханова // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 48-54.
4. Халиуллин Д.Т. Устройство для снятия плодовой оболочки с зерна / Д.Т. Халиуллин, Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев // Патент на полезную модель № 88990 U1 Российская Федерация, МПК В02В 3/00: № 2009123888/22: заявл. 22.06.2009: опубл. 27.11.2009 / заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
5. Федоров Д.Г. Пневмомеханический шелушитель гречихи / Д.Г. Федоров, М.И. Далалеева, А.В. Дмитриев, Д.Т. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 12-13.
6. Нуруллин, Э.Г. Теоретическое определение скорости воздушно-зерновой смеси в конфузоре пневмомеханической семенорушки / Э. Г. Нуруллин, Д. Т. Халиуллин, Э. Э. Нуруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 23. – С. 113-116.
7. Валиев А.Р. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А.Р. Валиев, Ю.Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 188 с.

8. Нурсубин, М.С. Газодинамическая теория эжекторной ступени ЖКВН с пульсирующим движением активного потока / М.С. Нурсубин, А.И. Рудаков, И.Р. Нафиков, Б.Л. Иванов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 4. – С. 121-123.
9. Патент на полезную модель № 119264 U1 Российская Федерация, МПК B05B 7/00. Пневматический распылитель: № 2012107613/05: заявл. 28.02.2012: опубл. 20.08.2012 / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, О.Ю. Маркин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
10. Патент на полезную модель № 123475 U1 Российская Федерация, МПК F04F 5/04, B05B 7/00. Струйный распылитель жидкостей: № 2012107611/06: заявл. 28.02.2012: опубл. 27.12.2012 / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, О.Ю. Маркин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
11. Зиганшин, Б.Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б.Г. Зиганшин, И.Х. Гайфуллин, Н.Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84. – DOI 10.51794/27132064-2022-3-78.
12. Ганиев, А.С. Практическое использование куриного помета при возделывании озимой пшеницы / А.С. Ганиев, Ф.С. Сибагатуллин, З.М. Халиуллина [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10(137). – С. 38-47. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-38-47.
13. Ганиев, А.С. Проблема утилизации куриного помета с использованием биохимических препаратов / А.С. Ганиев, З.М. Халиуллина, Р.Р. Ахметзянова, И.Х. Гайфуллин // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан. – Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 63-72.
14. Гайфуллин, И.Х. Результаты экспериментальных исследований малообъемного биореактора / И.Х. Гайфуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 51-56.
15. Гайфуллин, И.Х. Биогаз - альтернативный источник энергии / И.Х. Гайфуллин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции ИМиТС. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 82-86.

16. Droplet size of virocid disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev [et al.] // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 564-571.
17. Уравнения движения лезвия зуба спирально-пластинчатого рабочего органа в пространстве / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 66-69.
18. Пикмуллин, Г. В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
19. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.
20. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.
21. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112-114.
22. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК: 619.614.48

Иванова Яна Михайловна

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

yana2001ivanova60@gmail.com

Иванов Борис Литта

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

littab@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНФЕКЦИОННЫХ И ЛЕЧЕБНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ФОРМЕ АЭРОЗОЛЕЙ

Аннотация. В статье приведен анализ повышения эффективности дезинфекционных и лечебных препаратов, применяемых в форме аэрозолей.

Ключевые слова: дезинфекция, обработка, аэрозоли, термомеханический генератор, генератор, клапан.

Yana M. Ivanova

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

yana2001ivanova60@gmail.com

Boris L. Ivanov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

littab@mail.ru

INCREASING THE EFFICIENCY OF DISINFECTIOUS AND MEDICINES USED IN THE FORM OF AEROSOLS

Abstract. The article provides an analysis of increasing the effectiveness of disinfectants and medicinal products used in the form of aerosols.

Keywords: disinfection, treatment, aerosols, thermomechanical generator, generator, valve.

Эффективность проведения ветеринарно-санитарных работ в сельском хозяйстве зависит от дезинфицирующих средств, от вида обработки и форм распыления дезинфицирующих препаратов [1,2]. Самым распространенной формой распыления является аэрозольный метод [3,4,5,6]. Использование аэрозольного метода дезинфекции обрабатываемых поверхностей в 2...3 раза снижает расход дезсредств и трудоемкость ветеринарно-санитарных работ. При аэрозольной дезинфекции переувлажнения обрабатываемых поверхностей не

происходит, тем самым, коррозии металлических поверхностей не бывает [7,8,9].

Эффективность применения на практике дезинфекционных и лечебных препаратов в форме аэрозолей во многом зависит от аппаратуры для получения аэрозолей с учетом возможности регулирования их дисперсности, обеспечения монодисперсности, электрозарядки частиц [10,11].

На сегодняшний день в сельскохозяйственных предприятиях, для выполнения ветеринарно-санитарных работ применяются термомеханические генераторы АГ-УД, ТФ-35, ВИР и т.д. (генераторы «горячего» тумана). При помощи генераторов термомеханического типа получают капли очень маленького размера – 10...50 мкм, тем самым расход дезинфицирующей жидкости минимален и снижается экологическая нагрузка как на животных, так и на самого человека.

В аэрозольных термомеханических генераторах используются химические растворы в жидком виде. Принцип работы аэрозольных генераторов термомеханического типа на том, что жидкое дезсредство под давлением впрыскивается в поток горячего газа, который движется с высокой скоростью в распылительной камере. Раствор сначала диспергируется (дробится) на мельчайшие капли, после эти капли испаряются за счет высокой температуры нагретого газа за распылительной головкой аэрозольного генератора. Распыленный туман дезинфицирующего раствора конденсируется на обрабатываемой поверхности в виде капелек размером 10...35 мкм.

Генераторы термомеханического типа работают как с растворами на основе масел, так и растворами на водной основе [12,13,14].

Аэрозольные генераторы, как правило, состоят из бензинового двигателя реактивно-импульсного типа, карбюратора, бака с топливом, бака для дезинфицирующего раствора с предохранительным клапаном, который производит дозированную подачу дезсредства.

Как правило, такие конструкции аэрозольных генераторов имеют малую массу конструкции, что позволяет применять их в труднодоступных местах в сельскохозяйственных помещениях.

При использовании аэрозольных генераторов с максимальной производительностью и норме расхода дезинфицирующего раствора, оператор может провести обработку помещений, машин и оборудования до 105000 м² полезной работы. Эффективное горизонтальное проникновение распыленных аэрозолей в закрытых помещениях составляет до 8 метров. Кроме этого, туман образованный из аэрозолей дезинфицирующего раствора обеззараживает воздух в помещении, благоприятно влияя на здоровье животных.

Применение термомеханических генераторов для получения аэрозолей дезинфекционных и лечебных препаратов сокращает требуемое время обработки и повышает её эффективность. При этом

затраты труда, в сравнении с обычным опрыскиванием, сокращаются до 90%.

Литература

1. Иванов, Б.Л. Дезинфекция производственных помещений и оборудования / Б.Л. Иванов, А.И. Рудаков, Н.Х. Зиннатуллин, М.А. Лушнов // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 21. – С. 130-133.
2. Иванов, Б.Л. Аэрозольная дезинфекция животноводческих помещений / Б.Л. Иванов, А.И. Рудаков, Р.Ф. Шарафеев, Н. Karadag // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 114-117.
3. Костенко, М.Ю. Исследование работы генератора горячего тумана при обработке стеблестоя / М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, И. Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 87-92. – DOI 10.36508/RSATU.2019.23.11.015.
4. Костенко, М.Ю. Исследование влияния обработки семян ячменя горячим туманом биологических препаратов и гуминовых продуктов / М. Ю. Костенко, Г. К. Рембалович, И. Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 93-99. – DOI 10.36508/RSATU.2019.30.21.016.
5. Горячкина, И.Н. Установка для нанесения аэрозоля гуматов в потоке сельскохозяйственной продукции / И. Н. Горячкина, О. А. Тетерина, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник ВИЭСХ. – 2017. – № 4(29). – С. 124-128.
6. Шемякин, А.В. Анализ урожайности картофеля при обработке семян туманом биопрепаратов / А.В. Шемякин, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14. – № 3. – С. 139-147. – DOI 10.36508/RSATU.2022.82.44.016.
7. Горячкина, И.Н. Лабораторные исследования дисперсности аэрозоля для механизированной обработки растений / И.Н. Горячкина, А.И. Ликучев, Д.М. Юмаев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14. – № 3. – С. 85-93. – DOI 10.36508/RSATU.2022.94.92.011.
8. Патент № 2731576 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/06. Устройство для протравливания семян: № 2019137171: заявл. 19.11.2019: опубл. 04.09.2020 / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, М. Ю. Костенко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Патент № 2731577 С1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09, А61L 2/22. Агрегат для аэрозольной обработки пропашных культур: № 2019137170: заявл. 19.11.2019: опубл. 04.09.2020 / Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, М. Ю. Костенко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
10. Нурсубин, М.С. Газодинамическая теория эжекторной ступени ЖКВН с пульсирующим движением активного потока / М.С. Нурсубин, А.И. Рудаков, И.Р. Нафиков, Б.Л. Иванов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 4. – С. 121-123.
11. Иванов, Б.Л. Классификация и морфологический анализ структуры распылителей жидкостей / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, И.Р. Сагбиев, Р.Ф. Шарафеев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 149-156.
12. Лекомцев, П.Л. Осаждение электроаэрозольной струи в растительном слое / П.Л. Лекомцев, А.М. Ниязов, Е.В. Дресвянникова // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 6(57). – С. 21.
13. Лекомцев, П.Л. Методика расчета электрогидравлического распылителя жидкостей / П.Л. Лекомцев, А.М. Ниязов, Е.В. Дресвянникова // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4(51). – С. 76.
14. Лекомцев, П.Л. Математическое моделирование процессов холодоснабжения с использованием вихревых труб в овощехранилищах / П.Л. Лекомцев, Е.В. Дресвянникова, А.М. Ниязов, С. В. Орлов // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4(47). – С. 93.
15. Droplet size of virocid disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev [et al.] // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 564-571.
16. Уравнения движения лезвия зуба спирально-пластинчатого рабочего органа в пространстве / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 66-69.
17. Пикмуллин, Г. В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.

18. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.
19. Вагизов, Т. Н. Особенности применения современных технологий для изготовления и восстановления деталей машин / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 236-242. – EDN ESXDBI.
20. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.
21. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112-114.

УДК: 621.573

Иванов Борис Литта

*Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
littab@mail.ru*

Зиганшин Булат Гусманович

*Доктор технических наук, профессор, профессор РАН
Казанский государственный аграрный университет, Казань
zigan66@mail.ru*

Гайфуллин Ильнур Хамзович

*Кандидат технических наук, старший преподаватель
Казанский государственный аграрный университет, Казань
ilnur-gai@yandex.ru*

Шарафеев Рустем Фаридович

*Кандидат технических наук, доцент
sharafeevrf@mail.ru
Казанский национальный исследовательский технологический
университет, Казань*

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА

Аннотация. В статье проведен анализ эффективности применения существующих холодильных установок и выявлены их недостатки. Дано математическое описание явления вихревого эффекта. Получены зависимости температурного эффекта от доли холодного потока. Рассмотрены дальнейшие возможности и перспективы применения вихревого эффекта.

Ключевые слова: вихревая труба, сжатый воздух, температура.

Boris L. Ivanov

*Candidate of Technical Sciences, Associate professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
littab@mail.ru*

Bulat G. Ziganshin

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor RAS
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
zigan66@mail.ru*

Ilnur Kh. Gayfullin

*Candidate of Technical sciences, Senior lecturer
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
ilnur-gai@yandex.ru*

Rustem F. Sharafiev

*Candidate of Technical sciences, Associate professor
Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

POSSIBILITIES AND PROSPECTS FOR USE OF THE VORTEX EFFECT

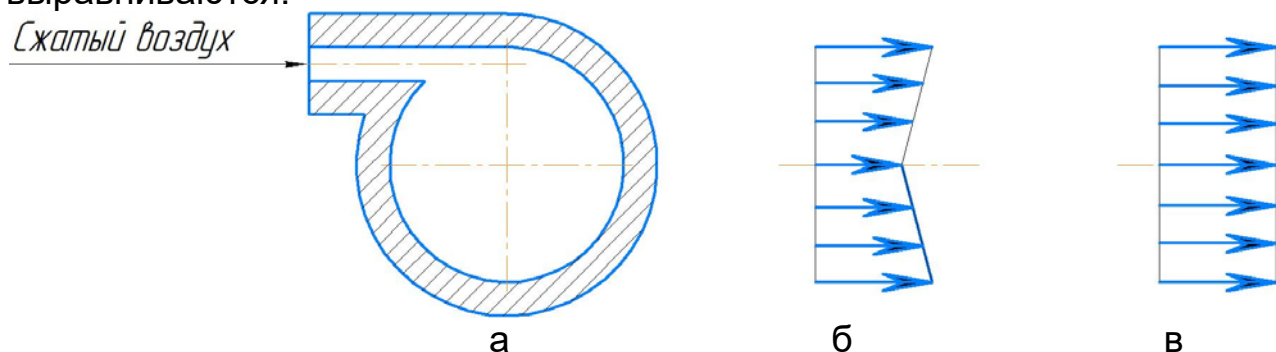
Abstract. The article analyzes the effectiveness of the use of existing refrigeration units and identifies their shortcomings. A mathematical description of the phenomenon of the vortex effect is given. Dependences of the temperature effect on the share of the cold flow are obtained. Further possibilities and prospects for the application of the vortex effect are considered.

Key words: vortex tube, compressed air, temperature.

На современном этапе ещё остаётся актуальным вопрос эффективного получения холода и тепла, поскольку и то и другое широко используется как в быту, так и на производстве [1,2]. В сельском хозяйстве имеют место огромные потери произведённой продукции из-за плохих условий хранения [3].

В настоящее время для получения холода наиболее широко используются фреоновые холодильные установки, но они сложны в обслуживании и дорогостоящие. Также утечки фреона могут привести к глобальной экологической катастрофе – озоновым дырам. Поэтому встал вопрос об ограничении применения фреона в холодильных установках или его замене. Одним из вариантов такой замены является вихревой эффект [4].

Вихревой эффект был открыт в 1931 году французским инженером Жанном Ранком и основан на разделении сжатого газа на холодную и горячую составляющие в результате завихрения в вихревой камере (рисунок 1). При завихрении сжатый воздух начинает вести себя как твёрдое тело, т.е. угловые скорости периферийных и центральных слоев выравниваются.



а – вихревая камера; б – эпюра скорости сжатого воздуха в вихревой камере; в – эпюра угловой скорости сжатого воздуха в вихревой камере.

Рисунок 1 – Вихревая камера и эпюры скоростей сжатого воздуха

Поскольку периферийные слои сжатого воздуха имеют большую линейную скорость и обладают большей кинетической энергией, следовательно, и температурой. В вихревых аппаратах горячие и холодные потоки сжатого воздуха отводятся из вихревой камеры в равные стороны [5,6].

Эффективность охлаждения (нагрева) сжатого воздуха η – вихревого эффекта оценивается отношением разности между конечной и начальной температурами потока при охлаждении в вихревой трубе к изэнтропической разности температур потока при том же перепаде давлений [7,8,9]:

$$\eta = \frac{\Delta T}{\Delta T_{\Gamma}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1 \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} \quad (1)$$

где: T_1 – абсолютная температура сжатого воздуха, входящего в вихревую трубу, К;

P_1 – абсолютное давление сжатого воздуха, входящего в вихревую трубу, МПа;

T_2 – абсолютная температура холодного (горячего) воздуха, выходящего из вихревой трубы, МПа;

P_1 – абсолютное давление холодного (горячего) воздуха, выходящего из вихревой трубы, МПа;

k – газовая постоянная.

При расширении в вихревой трубе на 1 кг поступающего сжатого воздуха приходится μ кг холодного потока. Поэтому действительная эффективность охлаждения (нагревания) с помощью вихревого эффекта меньше и оценивается произведением $\mu \cdot \eta_x$ (или $(1 - \mu) \cdot \eta_{\Gamma}$ при нагревании) [10,11,12]. На рисунке 2 представлена зависимость температурного эффекта от μ .

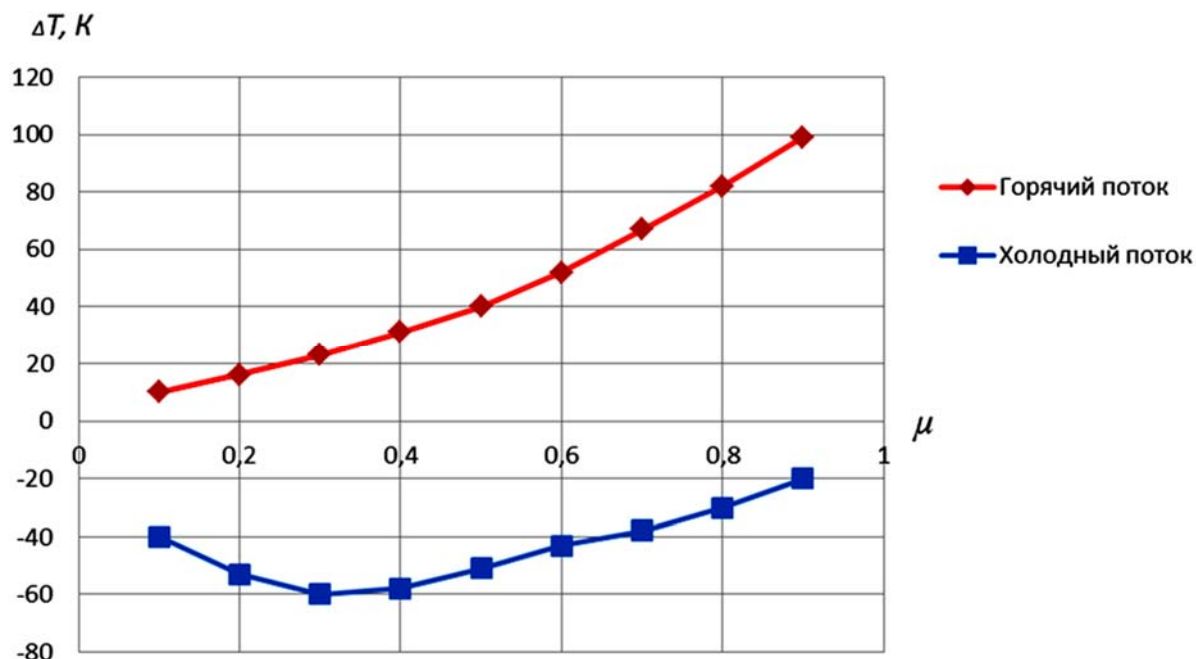


Рисунок 2 – Зависимость температурного эффекта от доли холодного потока

Из графика видно, что максимальный эффект охлаждения наблюдается при $\mu = 0,3$.

Процесс разделения сжатого воздуха в вихревой трубе весьма сложный, поэтому до сих пор нет точного математического описания вихревого эффекта на основе законов термодинамики. Возможно, что в результате решения этой проблемы можно будет получить более эффективный и экологичный источник холода и тепла.

В настоящее время вихревой эффект может применяться в различных областях техники [13,14,15,16]. Особенно там, где по производственной или другой необходимости нужно получение как холода, так и тепла одновременно, или где дешевый источник сжатого воздуха. В этих условиях вихревой эффект будет наиболее эффективен [17-22].

Литература

1. Рудаков, А.И. Повышение энергетической эффективности сублимационной сушки сельскохозяйственных материалов / А. И. Рудаков, И.Р. Нафиков, Б.Л. Иванов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2007. – Т. 2. – № 2(6). – С. 101-105.
2. Иванов, Б.Л. Применение генератора тепла и холода в сельском хозяйстве / Б.Л. Иванов // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 201-204.

3. Сафиуллин И.Н. Обеспеченность энергетическими ресурсами в сельскохозяйственных организациях Республики Татарстан/ И.Н. Сафиуллин, Р.М. Галяутдинов// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2020. - С.412-415.
4. Патент на полезную модель № 123475 U1 Российская Федерация, МПК F04F 5/04, B05B 7/00. Струйный распылитель жидкостей: № 2012107611/06: заявл. 28.02.2012: опубл. 27.12.2012 / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, О.Ю. Маркин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
5. Рудаков, А.И. Вихревой газожидкостный теплогенератор / А.И. Рудаков, Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, И.Р. Нафиков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 94-102.
6. Мударисов, С. Г. Моделирование движения воздушного потока в пневмосистемах сельскохозяйственных машин / С.Г. Мударисов, А.В. Шарафутдинов, И.Д. Бадретдинов // Достижения науки - агропромышленному производству : Материалы XLVIII Международной научно-технической конференции, Челябинск, 26–27 января 2009 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Департамент научно-технологической политики и образования, ФГОУ ВПО Челябинский государственный агроинженерный университет. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2009. – С. 148-151.
7. Мударисов, С.Г. Экспериментальные исследования аэродинамического сопротивления зерновой смеси в двухфазном потоке / С.Г. Мударисов, И.Д. Бадретдинов, А.В. Шарафутдинов // Достижения науки - агропромышленному производству: материалы XLIX Международной научно-технической конференции, Челябинск, 01–02 марта 2010 года. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2010. – С. 266-270.
8. Мударисов, С. Моделирование технологического процесса работы пневматических систем сельскохозяйственных машин / С. Мударисов, И. Бадретдинов // САПР и графика. – 2011. – № 7(177). – С. 87-88.
9. Горячкина, И.Н. Установка для нанесения аэрозоля гуматов в потоке сельскохозяйственной продукции / И.Н. Горячкина, О.А. Тетерина, М.Ю. Костенко [и др.] // Вестник ВИЭСХ. – 2017. – № 4(29). – С. 124-128.

10. Мельников, В.С. Теоретические исследования теплового потока в диспергирующем устройстве / В.С. Мельников, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 104. – С. 222-236.
11. Мельников, В.С. Тепловой баланс генератора горячего тумана с устройством для диспергирования / В.С. Мельников, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 864-876.
12. Костенко, М.Ю. Исследование влияния обработки семян ячменя горячим туманом биологических препаратов и гуминовых продуктов / М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, И.Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 93-99.
13. Рахматуллина, Р.Г. Практическое применение теоремы об изменении кинетической энергии механической системы / Р.Г. Рахматуллина, А.Н. Зиннатуллина // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 271-278.
14. Киселева, Н.Г. Роботизация в сельском хозяйстве / Н.Г. Киселева, А.Н. Зиннатуллина // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 224-230.
15. Zinnatullina, A.N. Simulating a pollution process in water filtration under a hydraulic structure / A.N. Zinnatullina, R.I. Ibyatov, M.N. Shamsiev // Mathematical Models and Computer Simulations. – 2015. – Vol. 7. – No 3. – P. 254-258. – DOI 10.1134/S2070048215030114.
16. Зиннатуллина, А.Н. Численное моделирование процесса распространения загрязнения под гидросооружением / А.Н. Зиннатуллина, М.Н. Шамсиев, Е.Г. Шешуков // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 257-259.
17. Droplet size of virocid disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev [et al.] // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 564-571.
18. Уравнения движения лезвия зуба спирально-пластинчатого рабочего органа в пространстве / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 66-69.

19. Пикмуллин, Г. В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
20. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.
21. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.
22. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112-114.
23. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© *Иванов Б.Л., Зиганшин Б.Г., Гайфуллин И.Х., Шарафеев Р.Ф., 2022*

УДК 631.363

Шакиров Рамзиль Миннегалиевич*Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*shramzil2000@mail.ru**Хусаинов Раиль Камилевич***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*rail-1312@mail.ru**Галиев Ильгиз Гакифович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*drgali@mail.ru**Нафиков Инсаф Рафитович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Insaf-82@mail.ru**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПЛЮЩИЛКИ ЗЕРНА
ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

Аннотация. В данной статье осуществляется обзор существующих конструкций плющилки зерна, используемые в фермерских хозяйствах Республики Татарстан. Рассматривается проблема и технология организации правильного питания для животных в сельском хозяйстве. Дается объяснение существующим конструкциям, и подробно излагается их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: плющилка, зерно, питательность, устройство, организация, животные, вальцы.

Ramzil M. Shakirov*Master's degree student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*shramzil2000@mail.ru**Rail K. Khusainov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*rail-1312@mail.ru**Ilgiz G. Galiev***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*drgali@mail.ru**Nafikov Insaf Rafitovich***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

ANALYSIS OF EXISTING GRAIN CONDITIONER DESIGNS FOR FARMS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. This article provides an overview of the existing designs of grain conditioners used in farms of the Republic of Tatarstan. The problem and technology of organizing proper nutrition for animals in agriculture are considered. Existing designs are explained and their advantages and disadvantages are detailed.

Keywords: conditioner, grain, nutritional value, device, organization, animals, rollers.

Сложно представить сельское хозяйство, а именно кормопроизводство без организации правильного питания животных. Для организации правильного питания в фермерских хозяйствах Республики Татарстан используются различные технологии. В большинстве случаев фермеры применяют технологию плющения, а именно плющилки для зерна, чтобы качество питания было наилучшим. Устройство для плющения зерна производит плющенное зерно, с сохранением витаминов и всех питательных веществ, которые крайне необходимы для кормления животным. Надо отметить, что животные успешно усваивают плющенное зерно, процесс переваривания проходит благополучно [1,2,3].

В сегодняшнее время имеется достаточно широкий выбор отечественных производителей плющилки для зерна. Большинство фермеров из Республики Татарстан дают предпочтение плющилкам зерна из компании «АгромашНПФ» г.Краснообск, «Агротехмаш-55» г.Омск, «Уралспецмаш» г.Челябинск, и другие производители данной продукции. Необходимо добавить о рекомендации плющеного зерна к применению в корм для молодняка [4, 5, 6].

Начнем анализ с плющильной машины МП-2.0, производимая в компании «Агромаш НПФ».

Данная конструкция в своей основной составной части имеют раму, электродвигатель с напряжением 380В, бункер приемный, плющильные вальцы [7, 8, 9]. Вальцы закрыты защитным металлическим корпусом желтого цвета. Работа вальцов осуществляется при включении электродвигателя с помощью клиноременной передачи. В процессе работы зерно загружается в приемный бункер, плющится, далее снизу вальцов имеется рукоятка для открытия и закрытия выгрузного патрубка, после открытия выгружается готовый продукт [10, 11, 12].



Рисунок 1 – Машина плющильная МП-2.0

Недостатком данной конструкции можно отнести быстрый износ валцов машины при малом производительностью, что потребует чаще замену валцов, увеличивая денежные затраты на ремонт плющильной машины, что стоит немало денег.

Широким спросом используется «Агрегат для плющения зерна» АПЗ-01М, производимой в городе Челябинск, компанией «Уралспецмаш».



Рисунок 2 - «Агрегат для плющения зерна» АПЗ-01М

В состав конструкции входит рама, магнитный бункер, служащий очистку зерна от посторонних предметов, зерновое сито, электродвигатель с мощностью 5000Вт, напряжение 380В, валцы, изготовленные из углеродистой стали, выгрузной патрубков. Производительность может достичь до 1000 кг/ч. Отличительная черта данной конструкции заключается в присутствии магнитного пускателя [13, 14, 15]. Данный инструмент поможет защитить устройство от скачков напряжения и защитит от перегрузки.

Недостаткам можно отнести малой области диапазона регулировки зазоров между вальцами, что уменьшает шанс получать более качественную продукцию (от 0,5 до 0,7 мм). Отметить надо также и малый объем бункера 0,38 куб.м., при таком большой производительности данный объем очень мало.

Также в Республике Татарстан большинство фермеров предпочитают «Плющилка машина для зерна ПЗ-0,5» от компании «Агротехмаш-55», производство город Омск.



Рисунок 3 - «Плющилка машина для зерна ПЗ-0,5»

Конструкция идентична по сравнению с «Агрегат для плющения зерна» АПЗ-01М. Данное устройство может быть произведено с ременным или зубчатым приводом, также трех вальцовыми. Отличительная черта – изготовление продукта размером 0,4-1,5 мм, что вполне достаточно для осуществления более качественной продукции для животных. Производительность составляет 500 кг/ч.

Недостаток составляет большая стоимость конструкции. Большая мощность (4 кВт) осуществляет и большой затраты на электроэнергию, что очень не нравится фермерам.

После проведенных анализов конструкций плющилок для зерна, следует признать, что у разных устройств есть свои преимущества и недостатки. Ценность данной технологии плющения возрастает с каждым днём [16, 17]. Использование плющеного зерна дает возможность на получение привеса мяса, удои молока, улучшению вкусового качества молока, повышению жирности и содержанию белка в молоке [18, 19]. Необходимо подчеркнуть, что плющение зерна выступает не только как качественный процесс, но и выгодным с точки зрения затрат электроэнергии, что очень немаловажный компонент сейчас [20-22].

Литература

1. Шакиров Р.М. Разработка малогабаритной плющилки для зерна/ Р.М. Шакиров// В сборнике: Студенческая наука – аграрному производству. Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции. Казань, 2022. – С. 424-429.
2. Шайхутдинов, Э.И. Обзор существующих конструкции грануляторов концентрированных кормов / Э.И. Шайхутдинов, Д.Т. Халиуллин, И.Р. Нафиков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 90-96.
3. Халиуллин, Д.Т. Шелушение семян подсолнечника / Д.Т. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 10.
4. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.
5. Ахметшин, Р.К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р.К. Ахметшин, И.И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора ГайнановаХазипаСабиновича. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 16-21.
6. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т.Н. Вагизов, Х.С. Фасхутдинов, Р.Р. Ахметзянов, Н.Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.
7. Салахов, И.М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти ГайнановаХазипаСабиновича. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 139-145.
8. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т.Н. Вагизов, Н.Я. Галимова, Н.А. Адыева, Э.Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.
9. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01М 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора

двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).

10. Габдрафиков, Ф.З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.

11. Хусаинов, Р.К. Обоснование объектов наблюдения для проведения экспериментальных исследований / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, МазитоваНазибаКаюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 199-205.

12. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с.

13. Адигамов, Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброисковой обработкой / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов, Л.А. Хисамов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С. 226-229.

14. Гималтдинов, И.Х. Решение инженерной задачи при разработке прибора для вычисления остаточного ресурса подшипников качения / И.Х. Гималтдинов, Р.С. Шайхетдинова // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 7. – С. 112-116.

15. Адигамов, Н.Р. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм / Н. Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // Вестник Казанского ГАУ. – 2011. – Т. 6. – № 2(20). – С. 89-90.

16. Разработка подшипника скольжения с регенерирующейся смазочной пленкой / Р.Р. Ахметзянов, Х.С. Фасхутдинов, Р.Р. Шайхутдинов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 299-300.

17. Гималтдинов, И.Х. Моделирование динамики ротора молотковой дробилки в среде ANSYS Workbench 16.2 / И.Х. Гималтдинов, Н.Р. Адигамов, К. А. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 34-37.

18. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период

до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

19. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

20. Гималтдинов, И.Х. Безразборное определение остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов / И.Х. Гималтдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2016. – С. 192-198.

21. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, МазитоваНазибаКаюмовича. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 40-45.

22. Пути совершенствования технологии доения / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, А. А. Мустафин, Ф. Ф. Ситдилов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 181-185.

© Шакиров Р.М., Хусаинов Р.К., Галиев И.Г., Нафиков И.Р., 2022

УДК 625.08

Шамсутдинов Ильмир Ильгизович*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ilmir.sham@mail.ru**Халиуллин Дамир Тагирович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*damirtag@mail.ru**Нургаянов Рустем Ринатович***Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*karson2613@gmail.com**Земдиханов Минсур Миналимович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный архитектурно-строительный**университет, Казань*

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ГОЛОЛЁДОМ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Аннотация. Рассмотрены способы проведения комплекса мероприятий по обеспечению бесперебойного и безопасного дорожного движения на дороге, включая очистку дорог и тротуаров от снега и борьбу с зимней скользкостью. Изучены основные способы борьбы с гололедом и нормы распределения противогололедных материалов, технологии работ по борьбе с зимней скользкостью. Проанализированы средства механизации для распределения противогололедных материалов. Выявлено, что применяемые комбинированные дорожные машины недостаточно равномерно распределяют антигололедный материал, а также при работе существует вероятность повреждения лакокрасочных покрытий автомобилей при оказании их непосредственной близости со спецтехникой.

Ключевые слова: реагент, техника для разбрасывания, безопасность дорог, равномерное распределение.

Ilmir I. Shamsutdinov*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ilmir.sham@mail.ru**Damir T. Khaliullin***Candidate of technics sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*damirtag@mail.ru**Rustem R. Nurgayanov***Master's degree student*

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

karson2613@gmail.com

Minsur M. Zemdikhanov

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

WAYS TO FIGHT ICE IN WINTER

Abstract. The methods of carrying out a set of measures to ensure uninterrupted and safe traffic on the streets, including clearing roads and sidewalks of snow and combating winter slipperiness, are considered. The main methods of combating ice and the norms of distribution of deicing materials on the streets of cities, technologies of work to combat winter slipperiness have been studied. The means of mechanization for the distribution of deicing materials are analyzed. It was revealed that the combined road vehicles used do not distribute the anti-icing material evenly enough, and also during operation there is a possibility of damage to the paint coatings of cars when providing them in close proximity to special equipment.

Keywords: reagent, scattering equipment, road safety, uniform distribution.

Увеличение объемов производства продукции зависит от эффективного использования техники [1...4] при выполнении различных технологических операций [5...9], в том числе в сельскохозяйственном производстве [10...14]. Одним из путей увеличения производительности перевозки грузов и выполнения погрузочно-разгрузочных работ является поддержание состояния дорожного покрытия [15]. Ежегодно из-за образования снежно-ледяной корки в зимнее время года на проезжей части дорог и открытых площадках возникают не очень благоприятные условия как для водителей автомобилей и погрузчиков, так и пешеходов. Из-за гололеда снижаются скорость движения автомобилей, увеличиваются количество ДТП, себестоимость перевозок, на скользкой дороге повышается вероятность получения травм пешеходами. Снежно-ледяные отложения, покрывающие дорожное полотно, могут быть в виде рыхлого снега, снежного наката и стекловидного льда. Для обеспечения бесперебойного и безопасного дорожного движения в зимний период на проезжей части и пешеходных дорожках необходимо проводить комплекс организационно-технических мероприятий, включающее очистку автомобильных дорог от снежно-ледяных отложений, а также борьбу с зимней скользкостью на тротуарах и дворах.

Целью данной работы является анализ решений для борьбы со снежно-ледяными отложениями на дорогах, открытых площадках и пешеходных зонах в зимний период.

Для выполнения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить основные способы борьбы с гололедом и нормы

распределения противогололедных материалов на проезжей части.

2. Рассмотреть технологии работ по борьбе с зимней скользкостью.

3. Проанализировать средства механизации для распределения противогололедных материалов.

В настоящее время способов борьбы с зимней скользкостью автомобильных дорог несколько – это химический: твердые и жидкие реагенты; фрикционный: щебень, песок и т.п; физико-химический: асфальт с наполнителем «Грикол»; комбинированный: смесь фрикционных и химических материалов. Необходимо отметить, что в последние годы все шире применяются различные химические материалы, которые при контакте со снежно-ледяными отложениями превращают их в раствор, не замерзающий даже при отрицательных температурах. При этом возникает экологическая проблема из-за использования химических средств, отрицательно воздействующие на природу, загрязняющие почву, уничтожающие растения.

Химические средства, согласно требованиям ТУ к ним, необходимо распределять равномерно [16] по поверхности дорожного покрытия в соответствии с нормами расхода от 10 до 240 г/м², зависящие от типа средства, вида снежно-ледяного отложения и температуры окружающей среды. Фрикционные материалы в зависимости от интенсивности движения (автомобилей в сутки) распределяют в количестве от 100 до 400 г/м².

Для борьбы с гололедом применяются следующие технологии работ:

- профилактическая обработка дорожного покрытия;
- ликвидация скользкости химическими или комбинированными средствами;
- обработка улиц фрикционными материалами.

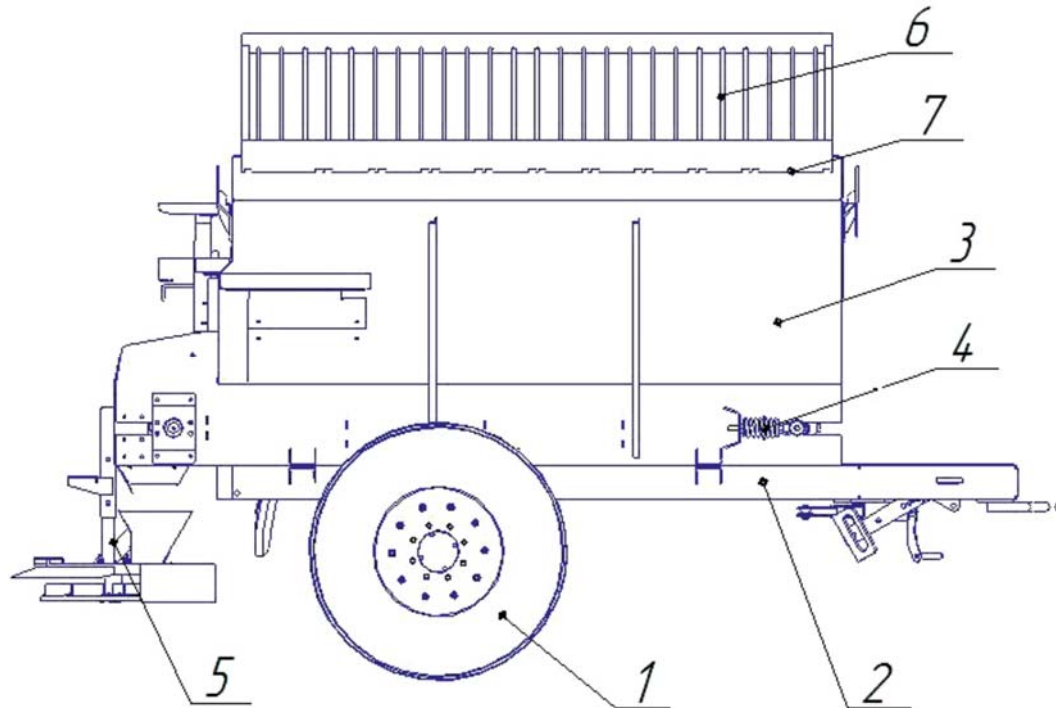
Во всех способах и технологиях работ борьбы с гололедом кроме физико-химического, который распространен менее всего, необходимо применять специальное оборудование, предназначенное для распределения твердых, жидких и смоченных противогололедных материалов. К этому виду техники относятся пескосолепразбрасыватели, пескосолепраспределители, распределители противогололедных материалов (реагентов) и т.д [17, 18]. На отечественном рынке представлено большое количество близких по назначению, но все же разных агрегатов для распределения по дорогам, площадкам и пешеходным зонам средств борьбы со скользкостью.

По способу агрегатирования распределители противогололедных материалов могут быть навесными, прицепными и монтируемыми в кузов или на шасси автомобиля (самые распространённые).

Тракторные полуприцепные пескоразбрасыватели серии ПРК и ПРС (объем бункера от 3 до 10 тонн), которые выпускает АО «Производственная компания «Ярославич» (рисунок 1) предназначены

для разбрасывания песка и других противогололедных реагентов по тротуарам и дорогам в осеннее-зимнее время [19].

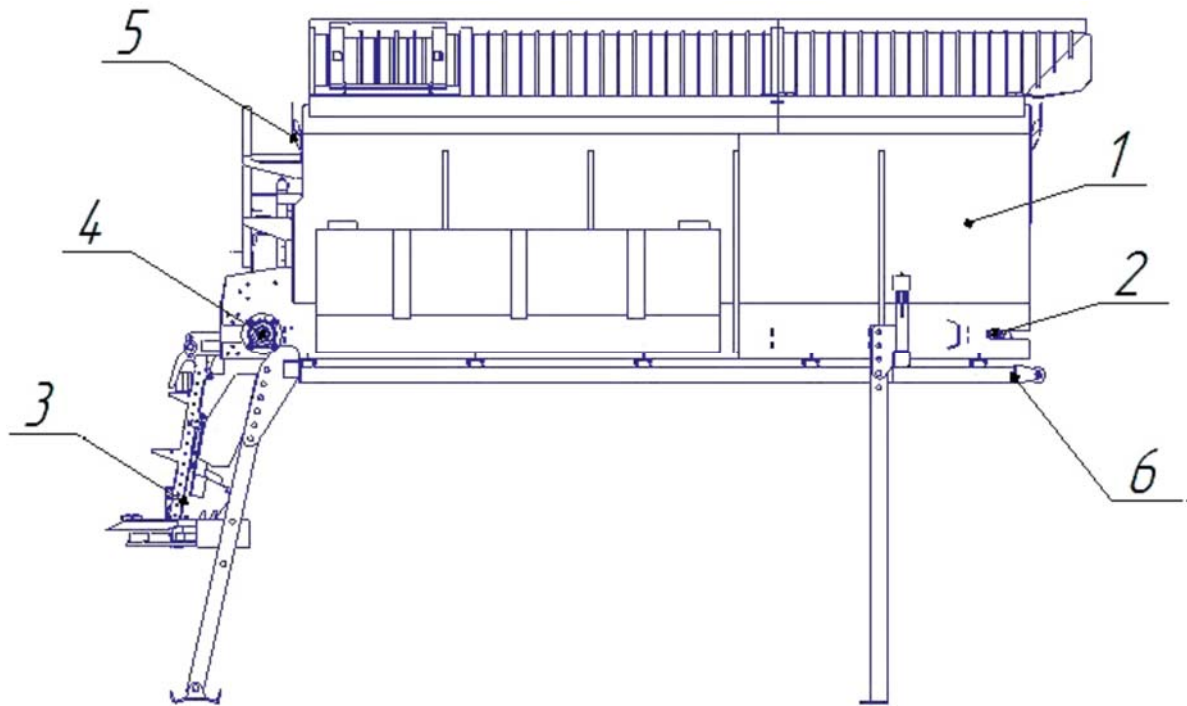
Основными частями пескоразбрасывателя являются: шасси, рама, кузов, узел подачи реагента, узел распределения реагента, решетка, наставной борт. Агрегатируется с тракторами тягового класса 0,6...2 кН. (или 3 для ПРК-10), оборудованных насосом НШ-32 (и выше), раздельно-агрегатной гидросистемой, имеющими тягово-сцепное устройство по ГОСТ 2349, а также пневмо-, электро- и гидровыводы.



1 – шасси; 2 – рама; 3 – кузов; 4 – узел подачи реагента; 5 – узел распределения реагента; 6 – решетка; 7 – наставной борт.

Рисунок 1 – Общий вид пескоразбрасывателя типа ПРК

Распределители серии ПРС (бункер 5,5–10 м³) и легкоъемные разбрасыватели Road Master (7,8–16 м³) также производителем данного оборудования является АО «ПК «Ярославич» (рисунок 2). Подобно первому оборудованию выполняет такие же функции [20, 21].



1 – бункер с решеткой; 2 – транспортер; 3 – разбрасыватель; 4 – гидрооборудование; 5 – электрооборудование; 6 – устройство для самостоятельной погрузки-выгрузки.

Рисунок 2 – Схема пескоразбрасывателя съемного Road Master-10

Основными частями пескоразбрасывателя ПРС являются: бункер с решеткой, транспортер, разбрасыватель, гидрооборудование, электрооборудование, устройство для самостоятельной погрузки-выгрузки с поворотными опорами. Данное оборудование устанавливается на шасси отечественных автомобилей типа КАМАЗ, а также – автомобилей иностранного производства.

Также АО «Ряжский авторемонтный завод» («Ряжский АРЗ», РАРЗ, г. Ряжск Рязанской обл.) предлагает многофункциональные машины, устанавливающие в кузов самосвалов на зимнее время, позволяющие распределять жидкие и твердые противогололедные материалы.

Тракторный навесной разбрасыватель твердых материалов для МТЗ-82 применяется против ледяного покрытия дорожного полотна на подведомственной территории. Агрегатируется с помощью сельскохозяйственной (3-х точечной) навески тракторов тягового класса 1,4. Привод, разбрасывающий диск получает от гидромотора, питающийся от гидросистемы трактора.

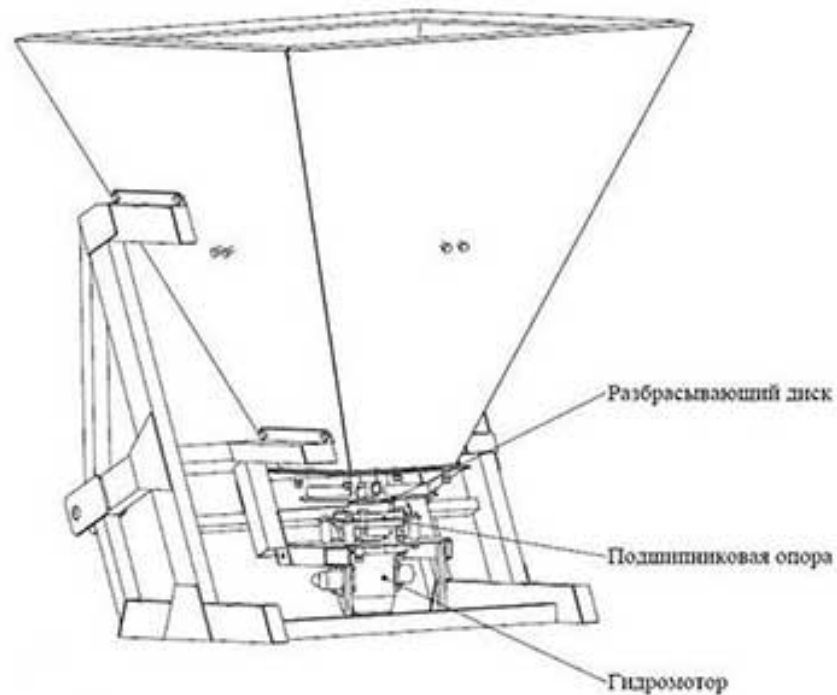


Рисунок 3 – Общий вид навесного пескоразбрасывателя

Необходимо отметить, что во всех распределителях твёрдых противогололёдных материалов основным рабочим органом, отвечающим за распределение материала по поверхности дорожного полотна, является вращающийся диск с прямыми лопатками метательного типа. Как известно разбрасывающие рабочие органы метательного типа не удовлетворяют требованиям по равномерности распределения даже в пределах $\pm 25\%$. А от равномерности и точности напрямую зависит эффективность действия распределяемых материалов и экономическая эффективность работы предприятия – потери, перерасход материалов увеличивают производственные затраты и, что также немаловажно, избыток реагентов оказывает негативное влияние на экологию.

Проведенный анализ позволяет нам сделать заключение, что применяемые в настоящее время комбинированные дорожные машины, которые предназначены для покрытия трасс песком, технической солью, различными реагентами, уничтожающими наледь, недостаточно равномерно распределяют антигололедный материал. Кроме этого, при работе данных машин существует вероятность повреждения лакокрасочных покрытий автомобилей, а также частицы реагента могут попасть на людей или животных при оказании их непосредственной близости со спецтехникой. В связи с этим, можно сделать вывод, что разработка эффективного технического решения для решения проблемы скользкости дороги в зимнее время, является важной научно-технической задачей.

Литература

1. Галиев, И. Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с. – ISBN 978-5-4365-3422-0.
2. Хусаинов, Р. К. Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом дифференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период / Р. К. Хусаинов, И. Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 2(28). – С. 73-76. – EDN QIYQAZ.
3. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Gomaа, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/bioconf/20201700233.
4. The artificial power system networks stability control using the technology of neural network / A. M. N. Alzakkar, I. M. Valeev, N. P. Mestnikov, E. G. Nurullin // E3S Web of Conferences: 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 05002. – DOI 10.1051/e3sconf/201912405002.
5. Перспективные направления энергообеспечения и энергоснабжения в сельском хозяйстве / И. Х. Гайфуллин, А. И. Рудаков, З. М. Халиуллина, И. Н. Сафиуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 386-393.
6. Гайфуллин, И. Х. Самодельный двигатель Стирлинга / И. Х. Гайфуллин, И. Р. Нафиков // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 13 частях. – Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком", 2015. – С. 36-39.
7. Биоконверсия солнечной энергии / И. Х. Гайфуллин, Ю. Х. Шогенов, З. М. Халиуллина [и др.] // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 19-26.
8. Биореактор с подогревом горячим воздухом / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков, Ю. Х. Шогенов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 6-7.

9. Зиганшин Б. Г. Вакуумные насосы доильных установок / Б. Г. Зиганшин, И. Н. Гаязиев, А. А. Мустафин [и др.] // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 32-33.
10. Нуруллин, Э. Г. Математическая модель движения семян в основной камере пневмомеханического протравливателя / Э. Г. Нуруллин, И. М. Салахов, А. В. Дмитриев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 1(31). – С. 69-72. – DOI 10.12737/3814. – EDN TGRIBN.
11. Nurullin E. G. Modeling of grain processing in a pneumomechanical dresser / E. G. Nurullin, R. I. Ibyatov, A. Dmitriev, D. T. Khaliullin // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00077. – EDN EBNUGJ.
12. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Н.К. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 40-45.
13. Гибатдинов, Л. З. Виды вентиляции и их применение в животноводческих помещениях / Л. З. Гибатдинов, И. Р. Нафиков, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Н.К. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 33-39.
14. Современные энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве / Б. Г. Зиганшин, Ю. Х. Шогенов, И. Х. Гайфуллин [и др.]. – Казань: КГАУ, 2018. – 276 с. – EDN VOVAII.
15. Maksimov I. I. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tche Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557.
16. Результаты экспериментальных исследований разбрасывателя минеральных удобрений / Д. А. Мингалиев, Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков, Д. Т. Халиуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова И. Е. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 58-62.
17. Халиуллин Д. Т. Разбрасыватель минеральных удобрений / Д. Т. Халиуллин, Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев [и др.] // Патент на полезную модель № 179534 U1 РФ, МПК A01C 15/00: № 2017142174: заявл. 04.12.2017; опубл. 17.05.2018; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
18. Халиуллин Д. Т. Разбрасыватель минеральных удобрений / Д. Т. Халиуллин, А. В. Дмитриев, Б. Г. Зиганшин // Патент № 2740810 C1 РФ,

МПК А01С 15/06: № 2020112330: заявл. 24.03.2020: опубл. 21.01.2021; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

19. Пескоразбрасыватель коммунальный ПРК-3,4,5,10 <https://www.esauto.by/upload/iblock/5e3/5e35421f27d82843d664f7bab0142630.pdf> (дата обращения 20.09.2022).

20. Пескоразбрасыватель съемный ПРС серии «Road Master» <https://www.esauto.by/upload/iblock/eaf/eaf4ccc74c62b350c7aa7a8292da8771.pdf> (дата обращения 20.09.2022).

21. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

© Шамсутдинов И.И., Нургаянов Р.Р., Халиуллин Д.Т.,
Земдиханов М.М., 2022.

ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СЕРВИС ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.43

Меньшенин Александр Сергеевич

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

jibrifl@gmail.com

Чокоев Степан Андреевич

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

mail2014mail@mail.ru

Гриценко Александр Владимирович

Доктор технических наук, профессор

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

alexgrits13@mail.ru

Гималтдинов Ильдус Хафизович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

tskazgau@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВС К ИЗМЕНЕНИЮ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО НЕЙТРАЛИЗАТОРА ПРИ МАЛЫХ ДЛИТЕЛЬНОСТЯХ ВПРЫСКА

Аннотация. В статье анализируется влияние изменения сопротивления каталитического нейтрализатора на частоту вращения коленчатого вала ДВС. Рассматриваются исследования по оценке чувствительности частоты вращения коленчатого вала при различном сопротивлении каталитического нейтрализатора и вариации зазора свечи системы зажигания для разных степеней открытия дроссельной заслонки.

Ключевые слова: двигатель, диагностика, каталитический нейтрализатор, частота вращения, свеча зажигания, пропускная способность.

Alexander S. Menshenin

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

jibrifl@gmail.com

Stepan A. Chokoy

*Graduate student
South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia
mail2014mail@mail.ru*

Alexander V. Gritsenko
*Doctor of Technical Sciences, Professor
South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia
alexgrits13@mail.ru*

Ildus Kh. Gimaltdinov
*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
tskazgau@mail.ru*

STUDY OF THE SENSITIVITY OF THE ENGINE CRANKSHAFT ROTATION SPEED TO A CHANGE IN THE RESISTANCE OF THE CATALYTIC CONVERTER AT SMALL INJECTION DURATIONS

Abstract. The article analyzes the effect of changing the resistance of the catalytic converter on the frequency of rotation of the crankshaft of the internal combustion engine. Studies are considered to assess the sensitivity of the speed of the crankshaft with different resistance of the catalytic converter and variation in the gap of the spark plug of the ignition system for different degrees of throttle opening.

Key words: engine, diagnostics, catalytic converter, speed, spark plug, throughput.

Актуальность вопроса. Ежегодно растут требования к автотранспорту [1, 2]. Увеличивается надежность основных систем машин, отдельных узлов и деталей [3, 4]. Развиваются методы контроля и прогнозирования [5, 6]. Наряду с этим совершенствуются методы и приборные средства контроля систем автотракторного транспорта [7,8]. Разрабатываются исследовательские стенды, экспертные системы контроля, комплексные приборы [9,10]. Все разрабатываемые приборные средства имеют значительные возможности при работе с современными микропроцессорными системами [11]. В частности, распространение получили тестовые методы контроля [12]. Методологические и функциональные особенности которых получили развитие в работах А.С. Гребенникова, В.М. Лившица и др. [13]. Актуально совершенствование тестовых методов в области диагностирования подшипниковых узлов [14]. Основой которых могут быть методы вибродиагностики и выходного контроля [15]. Тестовые методы позволяют проводить встроенный контроль не выводя машину из эксплуатации [16]. Но вместе с разработкой методов контроля, совершенствуются расходные и эксплуатационные материалы [17]. Предъявляются серьезные требования к качеству топлива, и ужесточаются стандарты токсичности

выбросов автомобиля (рисунок 1), с июля 2018 года в России стали действовать знаки ограничения для автомобилей с низким экологическим классом [18].

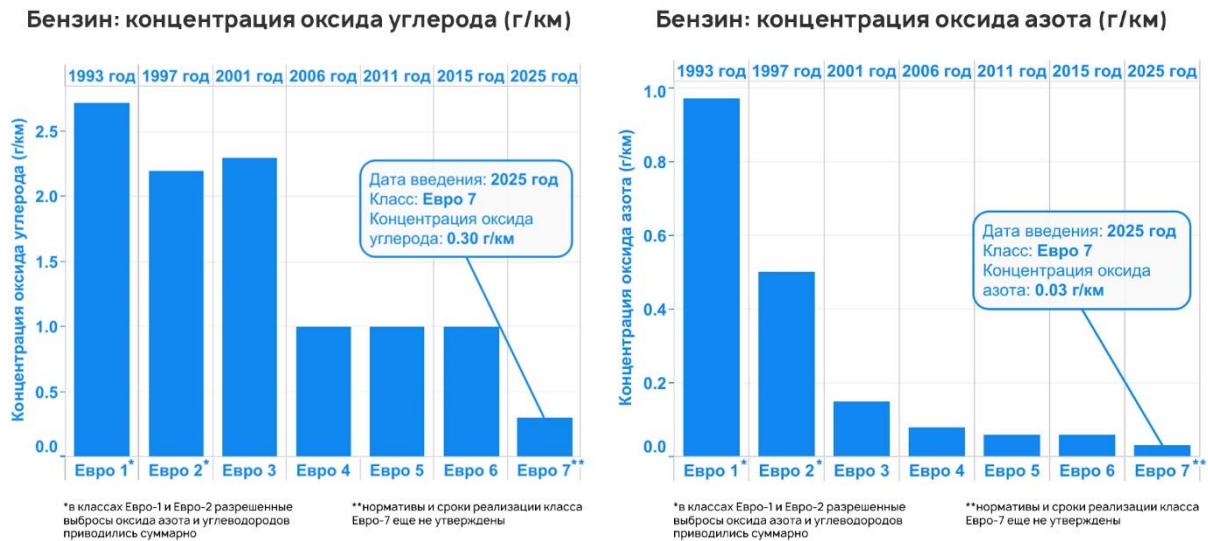


Рисунок 1 – Нормы выбросов CO и N₂O для стандартов токсичности

Из рисунка 1 видно, что очередной стандарт ЕВРО-7 минимум в два раза ужесточил требования по токсичности по сравнению с предыдущим стандартом ЕВРО-6 [19]. Как показывает практика эксплуатации автотракторной техники любое ограничение нормативов сопровождается сложностью их поддержания и высокими требованиями к расходным материалам [20]. В связи с чем необходимо постоянно контролировать изменение технического состояния систем двигателя автомобиля [19].

Большинство отказов в эксплуатации современных двигателей связано с несвоевременностью диагностических и профилактических операций, а также их недостаточным качеством [20].

Для решения проблем целесообразно использовать новейшие методы диагностики и настройки, которые будут легки в использовании для рядовых специалистов и охватывать большую часть потребительского рынка [17, 18, 19].

Предлагаемая нами методика опирается на непрерывное встроенное диагностирование и коррекцию рабочих параметров работы ДВС по результатам вычисления [10, 12, 19].

При оценке экспериментальных данных предлагается использовать коэффициент чувствительности, характеризующий связь структурного параметра СП с диагностическим ДП:

$$K = \frac{(\text{ДП})}{(\text{СП})}, \quad (1)$$

В экспериментальной части работы диагностическим параметром была принята частота вращения коленчатого вала ДВС, а структурным параметром эквивалентное сечение каталитического нейтрализатора. С учетом этого уравнение (1) примет вид:

$$K = \frac{(\Delta n)}{(\Delta R)}, \quad (2)$$

где Δn - изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС, мин^{-1} ;
 ΔR - изменение эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора, мм.

Методика эксперимента и условия его проведения. При проведении отсеивающего эксперимента было выявлено что оптимальным режимом выступает вариант: 20% открытия дроссельной заслонки [10]. В экспериментах контролируемым параметром являлось изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС при его работе на одном цилиндре [16, 17]. Данные условия эксперимента формировались посредством приборного средства – догрузатель бензинового двигателя [10, 20]. Режимы устанавливались путем полного отключения цилиндров ДВС и принудительного воздействия на длительность впрыска топлива форсункой [19].

Результаты эксперимента и анализ данных. В соответствии с представленной выше методикой был проведен эксперимент. Проведем анализ полученных экспериментальных данных. На графике (рисунок 2) представлена динамика изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин^{-1} от времени впрыска электромагнитной форсунки t , мс при различных сопротивлениях каталитического нейтрализатора. В данном эксперименте был установлен тестовый режим, заключающийся в отключении трех цилиндров из четырех и открытии дроссельной заслонки на 20%. Кроме того, зазор свечи зажигания оставшегося в работе цилиндра был равен – 1,1 мм.

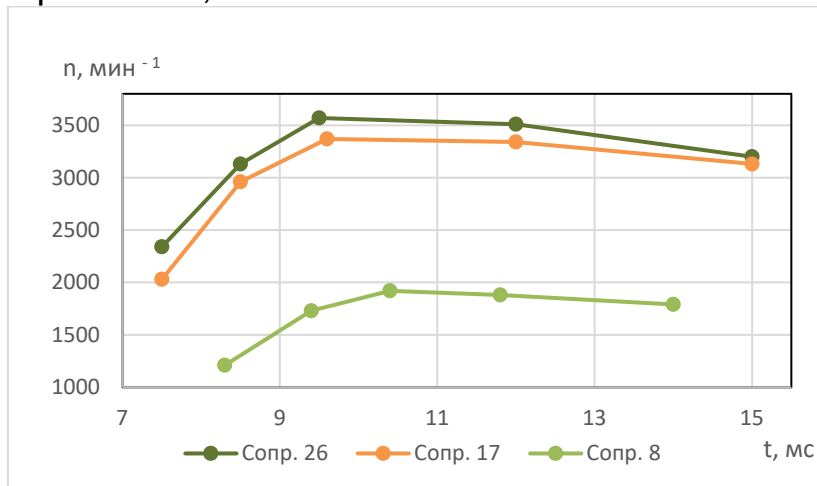


Рисунок 2 – Зависимость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин^{-1} от времени впрыска электромагнитной форсунки t , мс при открытии дроссельной заслонки на 20%: Сопр. 26 – эквивалентное сечение каталитического нейтрализатора 26 мм; Сопр. 17 – 17 мм; Сопр. 8 – 8 мм

Как видно из рисунка 2 с уменьшением эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора частота вращения коленчатого вала ДВС эквидистантно снижается и при $R=8$ мм достигает минимального значения. Это объясняется плохой очисткой цилиндров ДВС от сгорания топлива и малой подачей воздуха на впуске. В ходе эксперимента было установлено, что эквивалентное сечение каталитического нейтрализатора $R=8$ мм является минимально возможным и его дальнейшее снижение приводит к неустойчивой работе ДВС и невозможности запуска. Что исключает дальнейшее исследование в сторону еще более сниженных сечений каталитического нейтрализатора.

Проведем анализ зависимости на рисунке 2 и определим чувствительность диагностического параметра – изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС при тестовом воздействии. Для этого установим максимумы частоты вращения коленчатого вала ДВС и через эти максимумы проведем линии параллельно горизонтальной оси времени впрыска электромагнитной форсунки t , мс рисунок 3.

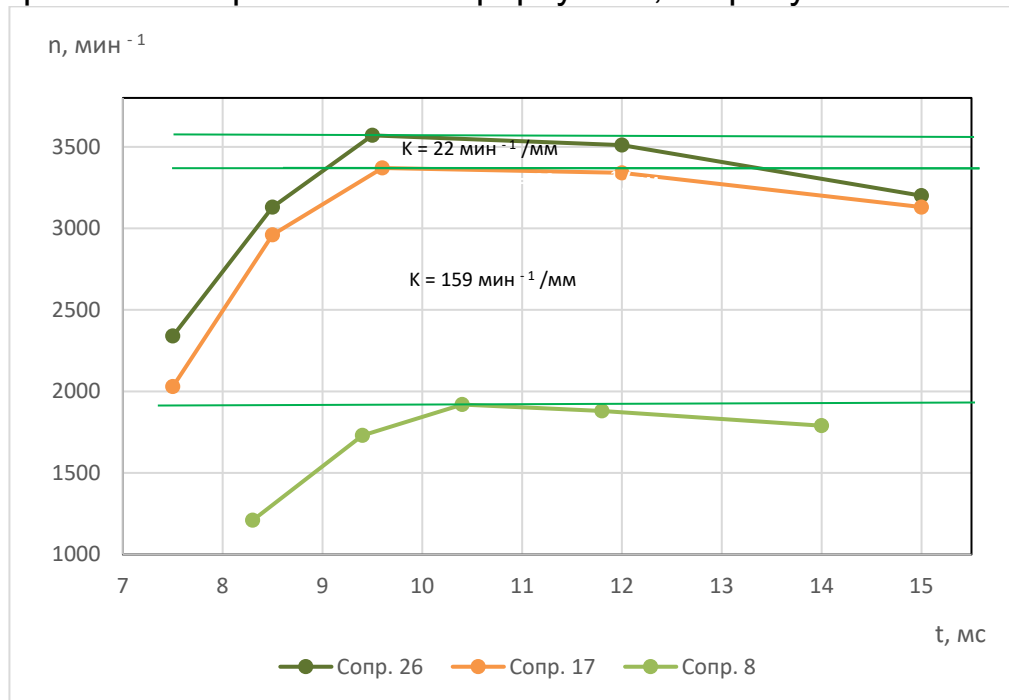


Рисунок 3 – Максимумы частоты вращения коленчатого вала ДВС для оценки коэффициента чувствительности при открытии дроссельной заслонки на 20%

На рисунке 3 видно, что максимум частоты вращения коленчатого вала ДВС $n=3570$ мин⁻¹ достигается при самом наибольшем эквивалентном сечении каталитического нейтрализатора $R=26$ мм. При $R=17$ мм максимум частоты вращения коленчатого вала ДВС составляет 3370 мин⁻¹. Используя формулу (2) вычислим коэффициент чувствительности изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС при изменении эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора с $R=26$ мм до $R=17$ мм. В результате получим:

$$K_{26-17} = \frac{(3570-3370)}{26-17} = 22 \text{ мин}^{-1}/\text{мм}.$$

В среднем чувствительность частоты вращения коленчатого вала ДВС будет изменяться на 22 мин^{-1} на каждый 1 мм уменьшения эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора.

Однако в диапазоне изменения эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора с $R=17 \text{ мм}$ до $R=8 \text{ мм}$ частота вращения коленчатого вала изменяется значительно больше. Рассчитаем коэффициент чувствительности используя данные рисунка 2, в результате получим следующее:

$$K_{17-8} = \frac{(3370-1940)}{17-8} = 159 \text{ мин}^{-1}/\text{мм}.$$

Сравним два диапазона изменения эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора путем расчета коэффициента сравнения $K_{\text{ср}}$:

$$K_{\text{ср}} = \frac{K_{17-8}}{K_{26-17}}, \quad (3)$$

При подстановке данных в отношение (3) получим:

$$K_{\text{ср}} = \frac{159}{22} = 7,2.$$

Т.е., отношение (3) показывает, что чувствительность диапазона изменения эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора $17...8 \text{ мм}$ в 7,2 раза выше по сравнению с диапазоном $R=26...17 \text{ мм}$. Таким образом, контроль изменения максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС при тестовом диагностировании позволяет определить с высокой чувствительностью изменение сопротивления каталитического нейтрализатора в эксплуатации. Надо сказать, что скорость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС (снижение частоты вращения коленчатого вала ДВС) значительно возрастает с ростом сопротивления выпускного тракта.

Также анализ данных на рисунке 2 показывает на смещение максимума частоты вращения коленчатого вала двигателя. Рассмотрим динамику смещения на рисунке 4.

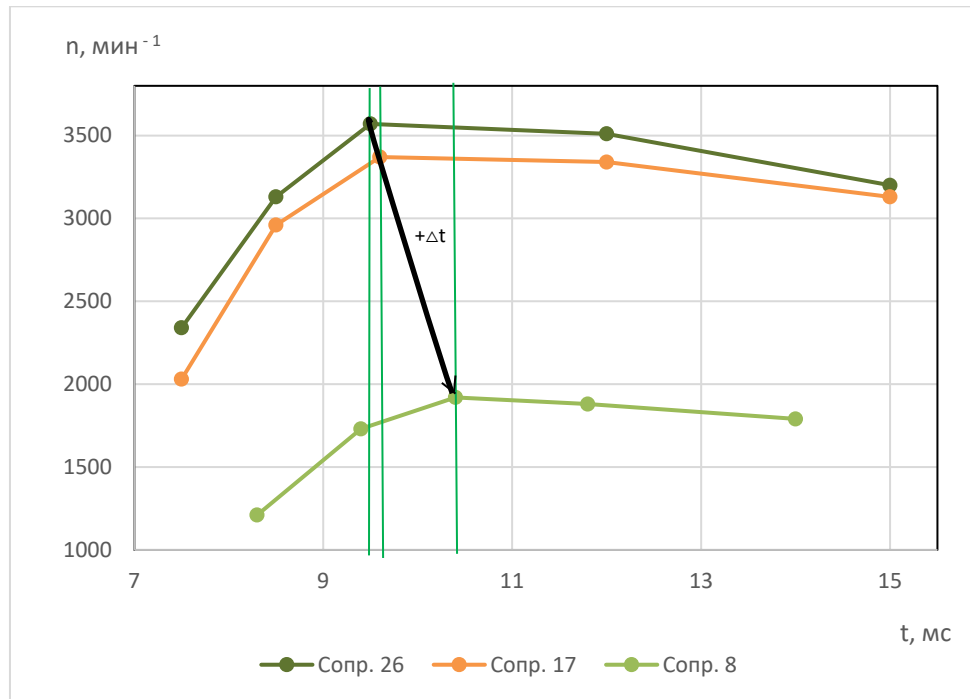


Рисунок 4 – Смещение максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС в сторону больших длительностей впрыска топлива и богатых смесей

Как видно из рисунка 4 с уменьшением эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора максимум значения частоты вращения коленчатого вала ДВС смещается по стрелке в сторону больших длительностей впрыска топлива и более богатых смесей для поддержания работы ДВС. Динамика смещения показывает на изменение точки максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС на величину около 1 мс вправо. Смещение максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС представляет собой также чувствительный параметр к изменению эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора (однако менее чувствительный, чем максимум частоты вращения).

Выводы: как показывает практика эксплуатации современных автотракторных средств наименее надежным элементом ДВС является каталитический нейтрализатор. Изменение технического состояния каталитического нейтрализатора связано с его пропускной способностью, которое может быть рассмотрено косвенно, как эквивалентное сечение каталитического нейтрализатора. Диагностическим параметром контроля технического состояния каталитического нейтрализатора нами принимается изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС при тестовом диагностировании. Тестовое диагностирование обеспечивается отключением трех цилиндров из четырех рабочих цилиндров ДВС, изменении длительности впрыска топлива при фиксированном положении дроссельной заслонки. Реализация тестовых воздействий производилась догрузателем бензинового двигателя. В результате экспериментальных исследований установлено, что наибольшая

чувствительность изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС наблюдается в диапазоне изменения эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора $R=17\ldots 8$ мм. При 20 % степени открытия дроссельной заслонки коэффициент чувствительности составил – $159 \text{ мин}^{-1}/\text{мм}$. Коэффициент сравнения $K_{\text{ср}}=7,2$ показывает на семикратное отличие чувствительности при исследовании предельных сопротивлений каталитического нейтрализатора по сравнению с допустимым техническим состоянием.

Эксперимент при 20 % степени открытия дроссельной заслонки показал, что с уменьшением эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора максимум значения частоты вращения коленчатого вала ДВС смещается в сторону больших длительностей впрыска топлива и более богатых смесей для поддержания работы ДВС. Динамика смещения показывает на изменение точки максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС на величину около 1 мс вправо.

Таким образом разработан новый способ контроля технического состояния ДВС, в частности каталитического нейтрализатора по степени изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС при тестовом диагностировании. Достаточно в процессе эксплуатации автоматически проводить тестовый контроль для контроля сопротивления каталитического нейтрализатора. Резкое изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС при тестовом контроле может указывать на зреющий отказ. Высокая чувствительность диагностического параметра при реализации нового способа диагностирования может на ранних стадиях помочь определить снижение пропускной способности каталитического нейтрализатора.

Литература

1. Кадилов, Ш. Р. Методика определения уровня качества ремонта тракторов и обоснование мероприятий по ее повышению / Ш. Р. Кадилов, А. А. Мухаметшин, И. Г. Галиев // Проблемы научной мысли. – 2019. – Т. 2. – № -2. – С. 018-022.
2. Влияние уровня эксплуатации тракторов в сельскохозяйственном производстве на показатели их надежности / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов, Т. А. Хусаинова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 77-80.
3. Гарифуллин, Р. Ф. Анализ работ по оптимизации использования ресурса тракторов в аграрном производстве / Р. Ф. Гарифуллин, Ш. Р. Кадилов, И. Г. Галиев // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 7. – № 1. – С. 094-098.
4. Параметры распределения ресурса упорного подшипникового узла скважинных электронасосов / Л. А. Саплин, В. А. Буторин, Р. Т. Гусейнов, И. Б. Царев // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 130-134.

5. Оценка параметра начальной скорости изнашивания модели долговечности упорного подшипникового узла погружных электродвигателей / В. А. Буторин, Л. А. Саплин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 5. – С. 801-805.
6. Обоснование сроков ремонта и службы тракторов в аграрном производстве / И. Г. Галиев, Р. М. Гимадиев, А. Р. Галимов, Д. Н. Мухаметзянов // Проблемы научной мысли. – 2018. – Т. 5. – № -3. – С. 019-025.
7. Галиев, И. Г. Определение перечня факторов, характеризующих условия эксплуатации тракторов / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 77-80. – DOI 10.12737/14761.
8. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 113-118.
9. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – № 18(145). – С. 53-56.
10. Межцикловая неидентичность рабочего процесса и проблемы улучшения показателей ДВС с искровым зажиганием: дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02 / Е. А. Федянов. – Волгоград, 1999. – 337 с.
11. Плаксин А. М., Гриценко А. В., Глемба К. В. Экспериментальные исследования технического состояния цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером // Пром-Инжиниринг: тр II Междунар. науч.-техн. конференции. Челябинск: ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», – 2016. – С. 111–113.
12. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей / С. С. Куков, Ю. Е. Михайлов, В. К. Глемба [и др.] // Вестник Челябинского агроинженерного университета. – 2006. – Т. 47. – С. 67-69.
13. Развитие технических средств диагностирования тракторных ДВС по параметрам рабочих процессов / О. Ф. Савченко, В. В. Альт, С. Н. Ольшевский, И. П. Добролюбов // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 106-112.
14. Экспертная система контроля технического состояния автомобилей / А. Д. Шумилин, В. В. Лянденбургский, М. К. Капунова, В. В. Ивахин, И. С. Моисеев // Научное обозрение. – 2016. № 4. – С. 85-89.
15. Глемба, К. В. Диагностирование коренных и шатунных подшипников кривошипно-шатунного механизма / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, О. Н. Ларин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2014. – Т. 14. – № 1. – С. 63-71.
16. Плаксин, А. М. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 / А. М. Плаксин, А. В.

Гриценко, А. Ю. Бурцев // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 70. – С. 130-135.

17. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т. Н. Вагизов, Н. Я. Галимова, Н. А. Адыева, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции, Казань, 05–06 декабря 2019 года. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15. – EDN EEARIW.

18. Куков, С. С. Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса / С. С. Куков, А. В. Гриценко // АПК России. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 400-407.

19. Пат. № 2474805 Российская Федерация, RU G 01 M 15/04. Способ диагностирования выпускного тракта поршневого двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, С. С. Куков, К. А. Цыганов, А. В. Горбунов. № 2011139288; заявл. 26.09.11; опубл. 27.02.13, Бюл. № 6.

20. Методология бестормозного диагностирования кривошипно-шатунного механизма ДВС / С. А. Гребенников, А. С. Гребенников, Г. О. Киселев [и др.] // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2020. – № 3(42). – С. 147-155.

21. Гребенников, С. А. Повышение точности диагностирования цилиндропоршневой группы ДВС динамическим методом / С. А. Гребенников, А. С. Гребенников // Грузовик. – 2018. – № 5. – С. 2-9.

© *Меньшенин А.С., Чоккой С.А., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х., 2022*

УДК 621.43

Меньшенин Александр Сергеевич

Аспирант

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*jibrilfl@gmail.com**Чокоев Степан Андреевич**

Аспирант

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*mail2014mail@mail.ru**Гриценко Александр Владимирович**

Доктор технических наук, профессор

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*alexgrits13@mail.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович**

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казаньtskazgau@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВС К ИЗМЕНЕНИЮ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО НЕЙТРАЛИЗАТОРА ПРИ БОЛЬШИХ ДЛИТЕЛЬНОСТЯХ ВПРЫСКА

Аннотация. В статье представлены материалы исследования по контролю сопротивления выпускного тракта. Рост сопротивления выпускного тракта влияет на выходные показатели ДВС. В частности, на изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС при вариации тестовых воздействий, обеспечиваемых приборными методами. При больших длительностях впрыска частота вращения коленчатого вала ДВС проявляет максимальную чувствительность к росту сопротивления выпускного тракта.

Ключевые слова: выпускной тракт, рост сопротивления, изменение величины параметра, износ, анализ, чувствительность.

Alexander S. Menshenin

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russiajibrilfl@gmail.com**Stepan A. Chokoy**

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

mail2014mail@mail.ru

Alexander V. Gritsenko

Doctor of Technical Sciences, Professor

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

alexgrits13@mail.ru

Ildus Kh. Gimaltdinov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

tskazgau@mail.ru

STUDY OF THE SENSITIVITY OF THE ENGINE CRANKSHAFT ROTATION FREQUENCY TO A CHANGE IN THE RESISTANCE OF THE CATALYTIC CONVERTER AT LARGE INJECTION DURATIONS

Abstract. The article presents the materials of the study on the control of the resistance of the exhaust tract. The increase in the resistance of the exhaust tract affects the output performance of the internal combustion engine. In particular, the change in the frequency of rotation of the crankshaft of the internal combustion engine with a variation of the test effects provided by instrumental methods. At long injection times, the ICE crankshaft speed exhibits maximum sensitivity to an increase in exhaust tract resistance.

Key words: exhaust duct, resistance increase, parameter value change, wear, analysis, sensitivity.

Актуальность вопроса. Значительными темпами развивается машиностроение и сопутствующие производства [1, 2]. Существенно возрастает ресурс автотракторной техники и отдельных агрегатов за счет повышения надежности [3]. Так пробег грузовых и легковых автомобилей до капитального ремонта составляет 0,5...1,5 млн. км, ресурс тракторной техники от 50000 до 250000 мото-часов [4,5]. Такие значительные вариации ресурса связаны с конструктивным исполнением автотракторного средства, условий эксплуатации, выполняемых работ, способа хранения и др. [6]. Но вместе с тем, остаются операции технического обслуживания, текущего ремонта, диагностирования для поддержания в исправном состоянии машин [7,8]. Для этого разрабатывается значительное количество средств контроля и диагностирования [9]. Появляются принципиально новые приборные средства, встроенные методы контроля, автоматизированные и адаптивные системы. Особое значение приобрели методы, основанные на тестовом контроле технического состояния систем автотракторной техники [10,11]. Отдельные аспекты использования тестовых методов изложены в работах [12]. В дальнейшем охват применения тестовых методов значительно расширился и распространился на подшипники [13]. В частности, вибродиагностика нашла применение практически во всех

системах, где присутствует относительное движение и соударение деталей [14]. Основным преимуществом тестовых методов является возможность реализации в процессе эксплуатации объекта, не выводя его из использования по назначению [15,16].

Кроме того, на первое место вышли диагностические методы, позволяющие контролировать параметры токсичности [17,18]. При этом позволяющие косвенно диагностировать каталитический нейтрализатор и другие важные системы [19, 20]. Таким образом целью исследования является разработка тестового метода диагностирования каталитических нейтрализаторов и его производственная проверка.

Методы и материалы.

В технической эксплуатации принято оценивать качество процесса диагностирования и результат диагноза по таким показателям как достоверность, точность, чувствительность. Для оценки возможности применения метода и его сравнения с существующими методами применяется коэффициент чувствительности K :

$$K = \frac{(\Delta\Pi)}{(\Delta\Pi)}, \quad (1)$$

где $\Delta\Pi$ – изменение величины диагностического параметра; $\Delta\Pi$ – изменение величины структурного параметра.

Запишем выражение (1) в реальных величинах. Так, за диагностический параметр выбрано изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС, за структурный параметр принято эквивалентное сечение каталитического нейтрализатора (круглое сечение, диаметр). Тогда уравнение (1) запишем:

$$K = \frac{(\Delta n)}{(\Delta R)}, \quad (2)$$

где Δn - изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС, мин⁻¹; ΔR - изменение эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора, мм.

Для успешного проведения исследования на экспериментальной установке (двигатель ВАЗ-2112) был подготовлен выпускной тракт путем установки искусственных сопротивлений в виде сечения шайб с номиналом: 8, 17, 26 мм. С интервалом варьирования внутри диапазона 9 мм. Максимальная величина 26 мм соответствовала номинальному значению сечения выпускного тракта. Минимальная величина 8 мм – являлась пределом работоспособности ДВС. Эксперименты проводились при открытии дроссельной заслонки на 40% и фиксированном ее положении. Тестовый режим заключался в работе одного цилиндра (выключены топливоподачи трех остальных) при вариации длительности впрыска в пределах работоспособности [10]. Контролировалось изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС при вариации длительности впрыска [17]. Тесты обеспечивались догрузателем бензинового двигателя ДБД-3 [9, 18].

Результаты эксперимента и анализ данных.

Экспериментальные исследования проводились при величине открытия дроссельной заслонки – 40%. В результате получена зависимость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин^{-1} от времени впрыска электромагнитной форсунки t , мс при открытии дроссельной заслонки на 40% (рисунок 1).

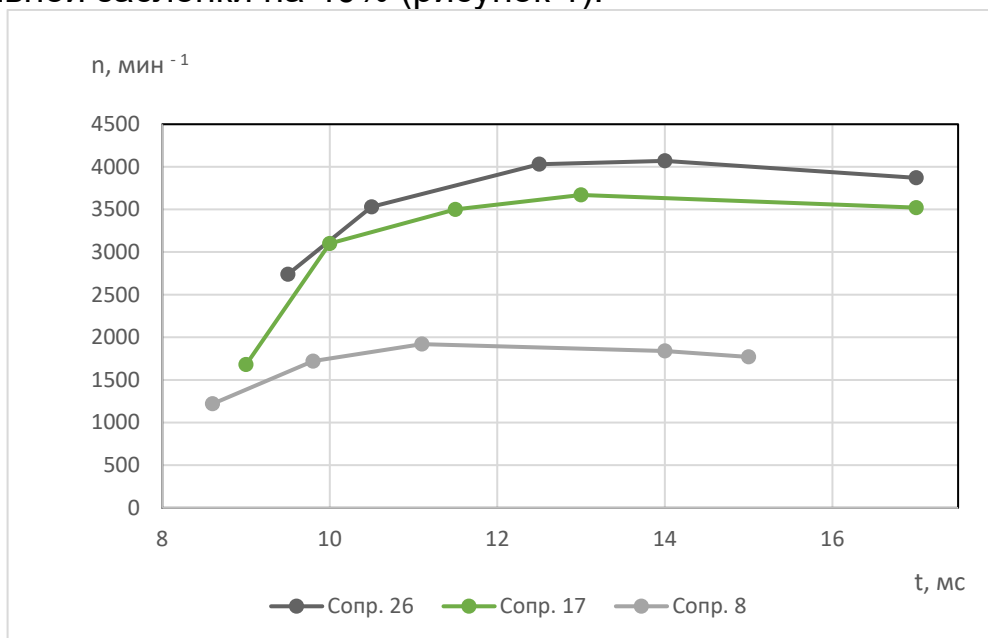


Рисунок 1 – Зависимость изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин^{-1} от времени впрыска электромагнитной форсунки t , мс при открытии дроссельной заслонки на 40%: Сопр. 26 – эквивалентное сечение каталитического нейтрализатора 26 мм; Сопр. 17 – 17 мм; Сопр. 8 – 8 мм

Как видно из рисунка 1 максимальные изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС составляют – 4070 мин^{-1} . Зона работоспособности растягивается в сторону больших длительностей впрыска топлива электромагнитной форсункой. Чем больше степень открытия дроссельной заслонки во время тестового воздействия, тем большие длительности впрыска обеспечивают работу ДВС. Также в сторону более богатых смесей может сдвинуться соотношение воздух-топливо.

Проведем анализ зависимости на рисунке 1 и определим чувствительность диагностического параметра – изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС при тестовом воздействии. Для этого установим максимумы частоты вращения коленчатого вала ДВС. Далее рассчитаем коэффициенты чувствительности [19-22].

На рисунке 1 видно, что максимум частоты вращения коленчатого вала ДВС $n=4070 \text{ мин}^{-1}$ достигается при самом наибольшем эквивалентном сечении каталитического нейтрализатора $R=26$ мм. При $R=17$ мм максимум частоты вращения коленчатого вала ДВС составляет 3670 мин^{-1} . Используя формулу (2) вычислим коэффициент

чувствительности изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС при изменении эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора с $R=26$ мм до $R=17$ мм. В результате получим:

$$K_{26-17} = \frac{(4070-3670)}{26-17} = 44,4 \text{ мин}^{-1}/\text{мм}.$$

В среднем чувствительность частоты вращения коленчатого вала ДВС будет изменяться на $44,4 \text{ мин}^{-1}$ на каждый 1 мм уменьшения эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора.

Однако в диапазоне изменения эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора с $R=17$ мм до $R=8$ мм частота вращения коленчатого вала изменяется значительно больше. Рассчитаем коэффициент чувствительности используя данные рисунка 1, в результате получим следующее:

$$K_{17-8} = \frac{(3670-1920)}{17-8} = 194,4 \text{ мин}^{-1}/\text{мм}.$$

Также анализ данных на рисунке 1 показывает на смещение максимума частоты вращения коленчатого вала двигателя. Рассмотрим динамику смещения на рисунке 2.

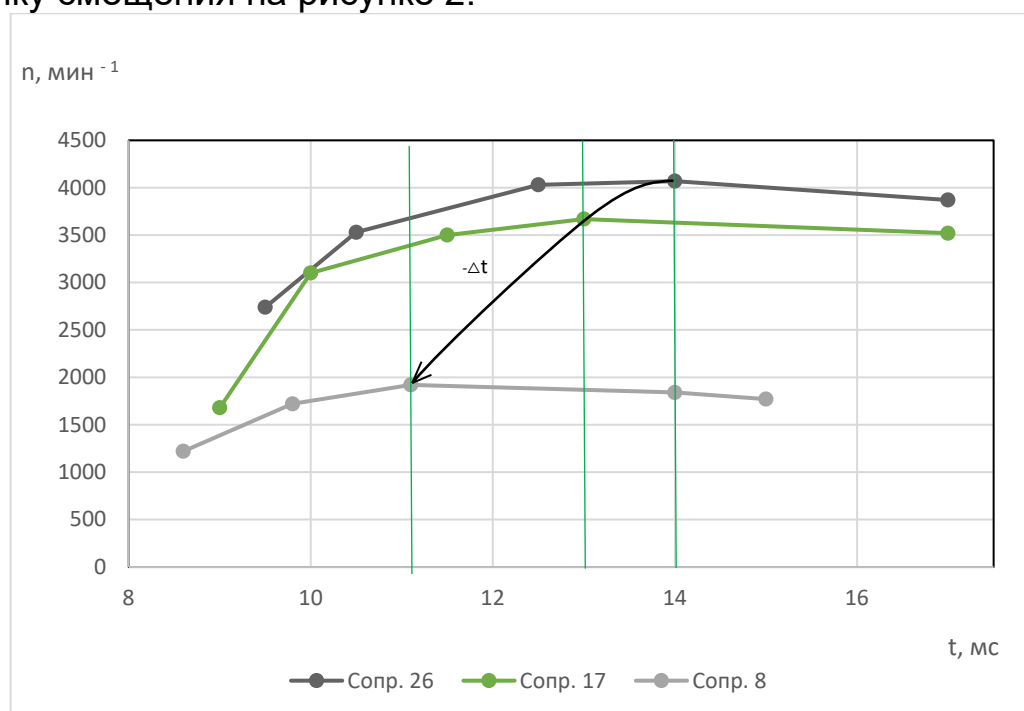


Рисунок 2 – Смещение максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС в сторону меньших длительностей впрыска топлива и бедных смесей

Как видно из рисунка 2 с уменьшением эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора максимум значения частоты вращения коленчатого вала ДВС смещается по стрелке в сторону меньших длительностей впрыска топлива и менее богатых смесей для поддержания работы ДВС. Динамика смещения показывает на изменение точки максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС на величину около 3 мс влево. Смещение максимума частоты вращения коленчатого

вала ДВС представляет собой также чувствительный параметр к изменению эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора (однако менее чувствительный, чем максимум частоты вращения).

Выводы: Анализ экспериментальных данных показал, что при 40 % степени открытия дроссельной заслонки коэффициент чувствительности составил – 194,4 мин⁻¹/мм. С уменьшением эквивалентного сечения каталитического нейтрализатора максимум значения частоты вращения коленчатого вала ДВС смещается в сторону меньших длительностей впрыска топлива и менее богатых смесей для поддержания работы ДВС. Динамика смещения показывает на изменение точки максимума частоты вращения коленчатого вала ДВС на величину около 3 мс влево.

Литература

1. Кадилов, Ш. Р. Методика определения уровня качества ремонта тракторов и обоснование мероприятий по ее повышению / Ш. Р. Кадилов, А. А. Мухаметшин, И. Г. Галиев // Проблемы научной мысли. – 2019. – Т. 2. – № -2. – С. 018-022.
2. Влияние уровня эксплуатации тракторов в сельскохозяйственном производстве на показатели их надежности / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов, Т. А. Хусаинова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 77-80. – DOI 10.12737/article_5bcf57af5d83b6.20549781.
3. Гарифуллин, Р. Ф. Анализ работ по оптимизации использования ресурса тракторов в аграрном производстве / Р. Ф. Гарифуллин, Ш. Р. Кадилов, И. Г. Галиев // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 7. – № 1. – С. 094-098.
4. Параметры распределения ресурса упорного подшипникового узла скважинных электронасосов / Л. А. Саплин, В. А. Буторин, Р. Т. Гусейнов, И. Б. Царев // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 130-134.
5. Оценка параметра начальной скорости изнашивания модели долговечности упорного подшипникового узла погружных электродвигателей / В. А. Буторин, Л. А. Саплин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 5. – С. 801-805.
6. Обоснование сроков ремонта и службы тракторов в аграрном производстве / И. Г. Галиев, Р. М. Гимадиев, А. Р. Галимов, Д. Н. Мухаметзянов // Проблемы научной мысли. – 2018. – Т. 5. – № -3. – С. 019-025.
7. Галиев, И. Г. Определение перечня факторов, характеризующих условия эксплуатации тракторов / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 77-80. – DOI 10.12737/14761.
8. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба //

Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 113-118.

9. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – № 18(145). – С. 53-56.

10. Межцикловая неидентичность рабочего процесса и проблемы улучшения показателей ДВС с искровым зажиганием: дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02 / Е. А. Федянов. – Волгоград, 1999. – 337 с.

11. Плаксин А. М., Гриценко А. В., Глемба К. В. Экспериментальные исследования технического состояния цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером // Пром-Инжиниринг: тр II Междунар. науч.-техн. конференции. Челябинск: ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», – 2016. – С. 111–113.

12. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей / С. С. Куков, Ю. Е. Михайлов, В. К. Глемба [и др.] // Вестник Челябинского агроинженерного университета. – 2006. – Т. 47. – С. 67-69.

13. Развитие технических средств диагностирования тракторных ДВС по параметрам рабочих процессов / О. Ф. Савченко, В. В. Альт, С. Н. Ольшевский, И. П. Добролюбов // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 106-112.

14. Экспертная система контроля технического состояния автомобилей / А. Д. Шумилин, В. В. Лянденбургский, М. К. Капунова, В. В. Ивахин, И. С. Моисеев // Научное обозрение. – 2016. № 4. – С. 85-89.

15. Глемба, К. В. Диагностирование коренных и шатунных подшипников кривошипно-шатунного механизма / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, О. Н. Ларин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2014. – Т. 14. – № 1. – С. 63-71.

16. Гриценко А. В., Цыганов К. А. Диагностирование электрических бензонасосов автомобилей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 4. – С. 22–23.

17. Куков, С. С. Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса / С. С. Куков, А. В. Гриценко // АПК России. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 400-407.

18. Пат. № 2474805 Российская Федерация, RU G 01 M 15/04. Способ диагностирования выпускного тракта поршневого двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, С. С. Куков, К. А. Цыганов, А. В. Горбунов. № 2011139288; заявл. 26.09.11; опубл. 27.02.13, Бюл. № 6.

19. Методология бестормозного диагностирования кривошипно-шатунного механизма ДВС / С. А. Гребенников, А. С. Гребенников, Г. О. Киселев [и др.] // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2020. – № 3(42). – С. 147-155.

20. Гребенников, С. А. Повышение точности диагностирования цилиндропоршневой группы ДВС динамическим методом / С. А. Гребенников, А. С. Гребенников // Грузовик. – 2018. – № 5. – С. 2-9.
21. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
22. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© *Меньшенин А.С., Чоккой С.А., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х., 2022*

УДК 664.08

Богданов Андрей Владимирович*Доктор технических наук, доцент**Южно-Уральский государственный университет, Челябинск*bav-64@mail.ru**Гриценко Александр Владимирович***Доктор технических наук, профессор**Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*alexgrits13@mail.ru**Сунарсина Надежда Юрьевна***Студент**Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*sunarsina98@gmail.com**Штриккер Любовь Андреевна***Ассистент**Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*shtrikker93@mail.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*tskazgau@mail.ru

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИРОЧНЫХ МАШИН

Аннотация. В статье изучили недостатки, имеющиеся у существующих протирающих машин. Проанализировали параметры влияющие на эффективность работы протирающих машин.

Ключевые слова: протирающая машина, эффективность, производительность, доступность, качество.

Andrey V. Bogdanov*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor**South Ural State University Chelyabinsk, Russia*bav-64@mail.ru**Nadegda Y. Sunarsina***Student**South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia*sunarsina98@gmail.com**Alexander V. Gritsenko***Doctor of Technical Sciences, Professor**South Ural State Agrarian University Chelyabinsk, Russia*

alexgrits13@mail.ru

Lubov A. Shtrikker

Assistant

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

shtrikker93@mail.ru

Ildus Kh. Gimaltdinov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

tskazgau@mail.ru

PERFORMANCE INDICATORS OF PULPING MACHINE

Abstract. The article studied the shortcomings of existing pulping machines. Analyzed the parameters affecting the efficiency of the pulping machines.

Key words: the pulping machine, efficiency, productivity, availability, quality.

Актуальность вопроса. Для снижения трудоемкости и увеличения эффективности оборудования на производстве каждый год внедряют более современные машины, увеличивая ассортимент перерабатывающего оборудования. [1, 2, 3].

В процессе переработки плодоовощное сырье, проходит следующие основные технологические этапы: сортировка, мойка, чистка и измельчение. Последующие этапы зависят от получаемого продукта и технологии его изготовления. Основу процесса измельчения составляют протирочные машины, обеспечивающие тонкое измельчение и разделение продукта за счет протирания сырья через сита при помощи бичей либо шнека [4, 5, 6].

Наиболее популярными представителями протирок являются конструкции машин с цилиндрическим ситовым барабаном, машины протираемые исключительно косточковые плоды, универсальные протирочные машины типа КПУ, также блочные протирочные машины, например, А9-КИГ. Протирочные машины применяются в консервной промышленности при изготовлении таких продуктов питания как, кабачковой икры, овощного пюре (для детского питания), овощные и фруктовые соки, томатной пасты, производство джемов и т.д. [7].

Для повышения эффективности работы протирочной машины существует необходимость в сравнении особенностей распространенных конструкций протирочных машины. В настоящий момент представленные на рынке протирочные машины имеют ряд недостатков, которые заметно снижают показатели эффективности [8, 9, 10]:

- при регулировании зазора между бичом и ситом необходимо останавливать технологический процесс, что усложняет настройку и обслуживание протирочных машин;

- применение ударно-протирочных машин приводит к необходимости использования других видов оборудования для извлечения части перерабатываемого продукта из остатков;
- для увеличения производительности в некоторых протирочных машинах необходимо регулировать зазор между бичом и ситом, увеличивать угол наклона бичей по отношению к валу, а также увеличение числа бичей и оборотов рабочего органа;
- некоторые протирочные машины ограничены узким спектром перерабатываемого сырья (косточковые плоды – 1ПЗ1, плоды томата – Т1-КПХ, Т1-КП2Т, Л9-КИГ-28Д);
- при использовании протирочных машин, имеющих бичи, снижается удельная протирочная способность (не более 2 кг/см²), также используется не вся площадь ситового барабана что существенно снижает производительность оборудования;
- в зависимости от вида протирочных машин используется разное усилие на перерабатываемый продукт, что сказывается на качестве готового продукта и зачастую приводит к использованию дополнительного оборудования для достижения заданного размера частиц дисперсного продукта [11,12,13].

Материалы и методы.

Эффективность работы технологического оборудования зависит от множества факторов важнейшими из которых являются доступность, производительность и качество [14,15,16]

Показатель доступности отражает величину, позволяющую определить количество внеплановых остановок: поломки и отказы, остановки из-за дефицита сырья или отсутствия места на складе. Таким образом, этот критерий учитывает потери времени из-за простоев оборудования:

$$A = T_{\text{маш}} / T_{\text{фонд}} \quad (1)$$

где $T_{\text{маш}}$ - время на проведение данной операции, мин.; $T_{\text{фонд}}$ - планируемое производственное время, мин.

Показатели производительности оказывают воздействие на эффективность работы оборудования, то есть учитывают потери в скорости. Производительность можно определить так:

$$P = (I_{\text{вц}} \cdot V_{\text{прод}}) / T_{\text{фонд}} \quad (2)$$

где $I_{\text{вц}}$ - минимальное время для выпуска единицы продукции, ч.; $V_{\text{прод}}$ - объем выпускаемой продукции в смену, т.

Показатель качества учитывает потери в качестве продукта и определяется по выражению:

$$Q = V_{\text{зн}} \cdot V_{\text{прод}} \quad (3)$$

где $V_{\text{зн}}$ - выпускаемый объем годной продукции, т.

В результате исследования характеристик известных протирочных машин было составлено техническое задание, на основании которого, спроектирована и изготовлена протирочная машина (рисунок 1).



Рисунок 1 – Изготовленная протирачная машина

Дальнейшая работа будет направлена на планирование эксперимента, выбор входных и выходных параметров, проведение эксперимента и анализ полученных данных. В качестве выходных параметров будет определяться производительность протирачной машины, качественные показатели процесса, эффективность работы. Основные результаты будут сравниваться с известными параметрами существующих протирачных машин [23, 24].

Выводы: таким образом эффективность протирачных машин зависит показателей производительности, качества и доступности. Также сюда можно отнести техническое обслуживание оборудования. Если техническое обслуживание производится нерегулярно и в неполном объеме, чаще происходят отказы по техническим причинам, возрастает продолжительность простоев в текущих ремонтах, значительно снижается эффективность работы машин.

При проектировании и модернизации новых конструкций протирачных машин необходимо учитывать критерий эффективности. Которые можно рассчитать по представленной методике [17]. Работа по

усовершенствованию протирочного оборудования должна быть направлена на повышение производительности за счет использования всей площади ситового барабана, снижение энерго - и металлоемкости [9]. Стоит учесть, что при использовании частотных регуляторов будет возможно регулировать режимы работы без остановки технологического процесса.

Литература

1. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41.
2. Вагизов, Т. Н. Технологии получения и свойства световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Л. Р. Фазлыев, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018 (МНТК "ИМТОМ-2018"): Материалы IX Международной научно-технической конференции, Казань, 05–07 декабря 2018 года. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2018. – С. 17-23.
3. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.
4. Патент на полезную модель № 179697 U1 Российская Федерация, МПК A23N 15/00. Протирочная машина: № 2018105205: заявл. 12.02.2018: опубл. 22.05.2018 / А. В. Богданов, С. В. Ганенко, С. Ю. Попова, Л. А. Штриккер; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный университет", ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
5. Патент на полезную модель № 186721 U1 Российская Федерация, МПК A23N 15/00. Протирочная машина: № 2018137760: заявл. 25.10.2018: опубл. 30.01.2019 / А. В. Богданов, С. В. Ганенко, С. Ю. Попова, Л. А. Штриккер; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный аграрный университет", ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

6. Золин В.П. Технологическое оборудование предприятий общественного питания: Учебник для начального профессионального образования, изд. 8-е. М.: Academia, – 2009. – 320 с.
7. Елхина В.Д. Механическое оборудование предприятий общественного питания. Учебное пособие для начального профессионального образования: справочник, изд. 2-е. – М.: Academia, – 2009. – 336 с.
8. Антипов С.Т. Процессы и аппараты пищевых производств в 2 т. Т 1. Машины и аппараты – Преобразователи пищевых сред// Антипов С.Т. и др.; под ред. Акад. РАСХН В.А. Панфилов В.А. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: КолосС, – 2009. – 874 с.
9. Богданов А.В., Попова С.Ю., Штриккер Л.А. Анализ протирочных машин по качеству готового продукта, производительности и травмобезопасности/ Материалы национальной научной конференции института агроинженерии. под редакцией С.А. Гриценко. - Актуальные вопросы агроинженерных наук в сфере технического сервиса машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности: теория и практика. – 2020 – С.42-48.
10. Сунарсина Н.Ю. Исследование существующих конструкций протирочных машин Идеи молодых ученых – агропромышленному комплексу: агроинженерные науки: матер. студенческой науч. конф. Института агроинженерии (Челябинск, 2022) / под ред. проректора по научной и инновационной работе, канд. экон. наук, доцента Н. С. Низамутдиновой. – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, – 2022. – С.193-200.
11. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.
12. Салахов, И. М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.
13. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т. Н. Вагизов, Н. Я. Галимова, Н. А. Адыева, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции, Казань, 05–06 декабря 2019 года. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.

14. Солдатов, В. Г. Менеджмент в машиностроении / В. Г. Солдатов, Я. А. Вавилин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: – Лань, – 2022. — 292 с.
15. Богданов А.В., Ганенко С.В., Попова С.Ю., Штриккер Л.А. Обоснование необходимости совершенствования протирочной машины для переработки фруктового и овощного сырья/ Материалы национальной научной конференции Института агроинженерии – Актуальные вопросы Агроинженерных наук: теория и практика. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, – 2018. – С. 132-138.
16. Анализ конструкций машин для дробления кормов / З. С. Хабибуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий, И. М. Гомаа // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 86-91.
17. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 40-45.
18. Пикмуллин, Г.В. Упрочнение лезвийных элементов почвообрабатывающих машин способом электрической обработки контактным непрерывным оплавлением /Г.В. Пикмуллин, Р.Х. Гайнутдинов, Ф.Р.А. Шамсутдинов// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 70-72. – DOI 10.12737/19328.
19. Пикмуллин, Г.В. Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе /Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 115-118.
20. Droplet size of virocid disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev [et al.] // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 564-571.
21. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings / F. Khaliullin, G. Pikmullin, J. Aladashvili [et al.] // IOP conference series: earth and

environmental science: International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials, Ekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. Vol. 699. – Ekaterinburg: IOP Publishing, 2021. – P. 012042. – DOI 10.1088/1755-1315/699/1/012042.

22. Влияние уровня эксплуатации тракторов в сельскохозяйственном производстве на показатели их надежности / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов, Т.А. Хусаинова [и др.]// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 77-80.

23. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

24. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

© Богданов А.В., Гриценко А.В., Сунарсина Н.Ю., Штриккер Л.А.,
Гималтдинов И.Х., 2022

УДК 629.1

Емельянова Анастасия Ивановна

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

Nastyuib96@gmail.com**Русакова Наталья Николаевна**

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

rusakovvvvv@gmail.com**Уланов Владислав Евгеньевич**

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

vulanov@rasm.ru**Гриценко Александр Владимирович**

Доктор технических наук, профессор

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

alexgrits13@mail.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович**

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

tskazgau@mail.ru

КОНТРОЛЬ МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ТЕСТОВОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования тестовых методов для диагностирования современных датчиков массового расхода воздуха. Для чего были разработаны тестовые режимы и выбраны контролируемые параметры. Контроль датчиков возможен методами встроенного диагностирования при высокой степени автоматизации процесса.

Ключевые слова: диагностирование, тестовый контроль, подача, впуск, мотор-тестер.

Anastasia I. Emelyanova

Graduate student

South Ural State Agrarian University,

Chelyabinsk, Russia

Nastyuib96@gmail.com**Natalia N. Rusakova**

*Graduate student
South Ural State Agrarian University,
Chelyabinsk, Russia
rusakovvvv@gmail.com*

Vladislav E. Ulanov

*Graduate student
South Ural State Agrarian University,
Chelyabinsk, Russia
vulanov@rssm.su*

Alexander V. Gritsenko

*Doctor of Technical Sciences, Professor
South Ural State Agrarian University,
Chelyabinsk, Russia
alexgrits13@mail.ru*

Ildus Kh. Gimaltdinov

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
tskazgau@mail.ru*

CONTROL OF THE MASS AIR FLOW OF AUTOTRACTOR ENGINES DURING TEST DIAGNOSIS

Abstract. The article discusses the possibility of using test methods for diagnosing modern mass air flow sensors. Why were developed test modes and selected controlled parameters. The control of sensors is possible by methods of built-in diagnostics with a high degree of automation of the process.

Key words: diagnostics, test control, supply, inlet, motor-tester.

Актуальность вопроса. Для любой сельскохозяйственной техники ресурсные параметры являются наиглавнейшими [1, 2, 3]. Их обеспечение и поддержание является ключевой задачей на современном уровне машиностроения и машиноиспользования [4, 5, 6]. Но в силу влияния множества эксплуатационных факторов ресурс узлов может заметно отклоняться от номинального [7, 8]. Проблема снижения ресурсных параметров решается за счет внедрения более надежных элементов [9, 10, 11]. Современные электронные сенсоры, цифровые технологии, встроенные адаптивные системы – все перечисленные разработки существенно увеличивают наработку на отказ. Кроме того, в межремонтный период важную роль играют новые методы диагностирования [12, 13, 14].

Рассмотрим особенности диагностирования и подходы к контролю датчиков массового расхода воздуха (ДМРВ) современных автотракторных средств. Надо сказать, что сегодня на всех без исключения дизельных и бензиновых ДВС установлены ДМРВ [15, 16, 17].

Все ДМРВ существенно отличаются по принципу работы [18, 19, 20]. Еще 10 лет назад основную долю ДМРВ занимали термоанемометрические датчики [20]. Сегодня же наиболее массовыми стали пленочные ДМРВ [17]. При этом методы контроля, пригодные для термоанемометрических ДМРВ не подходят для ДМРВ пленочного типа [14, 15, 20]. Для возможности диагностирования ДМРВ предлагается использовать метод отключения цилиндров ДВС. Деактивация цилиндров может производиться разными способами. Среди них: отключение импульсов топливоподачи и зажигания, дезактивация клапанов газораспределения, отсоединение кривошипно-шатунного механизма и др. В своих исследованиях нами применяется метод тестовых статических нагрузок [3, 6]. Основанный на полном и частичном отключении топливоподачи и зажигания [20].

Методика экспериментальных исследований.

Для реализации экспериментальной работы была разработана установка с возможностью доступа к впускной системе и выводам ДМРВ рисунок 1.



Рисунок 1 – Установка с возможностью доступа к впускной системе и выводам ДМРВ

Перед проведением экспериментальных измерений были внесены изменения в техническое состояние цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Контроль утечки воздуха из цилиндров показал, что в первом цилиндре утечка составила – 32%; во втором – 22%; в третьем – 29%, в четвертом 14%. Для обеспечения тестовых режимов при экспериментальной работе использовался приборный комплекс ДБД-4 рисунок 2.



Рисунок 2 – Приборный комплекс ДБД-4

Тестовый режим обеспечивался приборным комплексом ДБД-4 путем отключения трех цилиндров [3, 5, 17]. При этом одновременно плавно обеспечивается открытие дроссельной заслонки с шагом в 3 - 5%. С учетом заданного тестового режима осуществлялся контроль выходных параметров: массового расхода воздуха Q , кг/ч при медленном открытии дроссельной заслонки ДВС и изменении частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин⁻¹.

Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение.

В результате проведенного эксперимента были получены данные, обработаны и представлены в виде графиков рисунок 3.

Из рисунка 3 видно, что максимальное значение величины массового расхода воздуха фиксируется при работе четвертого цилиндра – 361 кг/ч. Как раз в четвертом цилиндре наблюдается минимальный износ ЦПГ – 14 %. При работе второго цилиндра фиксируется значение – 355 кг/ч. Во втором цилиндре утечка воздуха составила – 22%. Она несколько больше, чем в четвертом цилиндре. Минимальные значения величины Q наблюдается при работе первого и третьего цилиндров, соответственно – 315 и 321 кг/ч. Выше было показано, что утечки воздуха при проверке первого и третьего цилиндров составили 32 и 29 %. Таким образом, при контроле ДМРВ нужно учитывать степень износа ЦПГ двигателя. Чем выше износ ЦПГ проверяемого цилиндра, тем меньше значение массового расхода воздуха. В качестве рекомендации предлагается проводить контроль ДМРВ при работе на лучшем с точки зрения герметичности цилиндре.

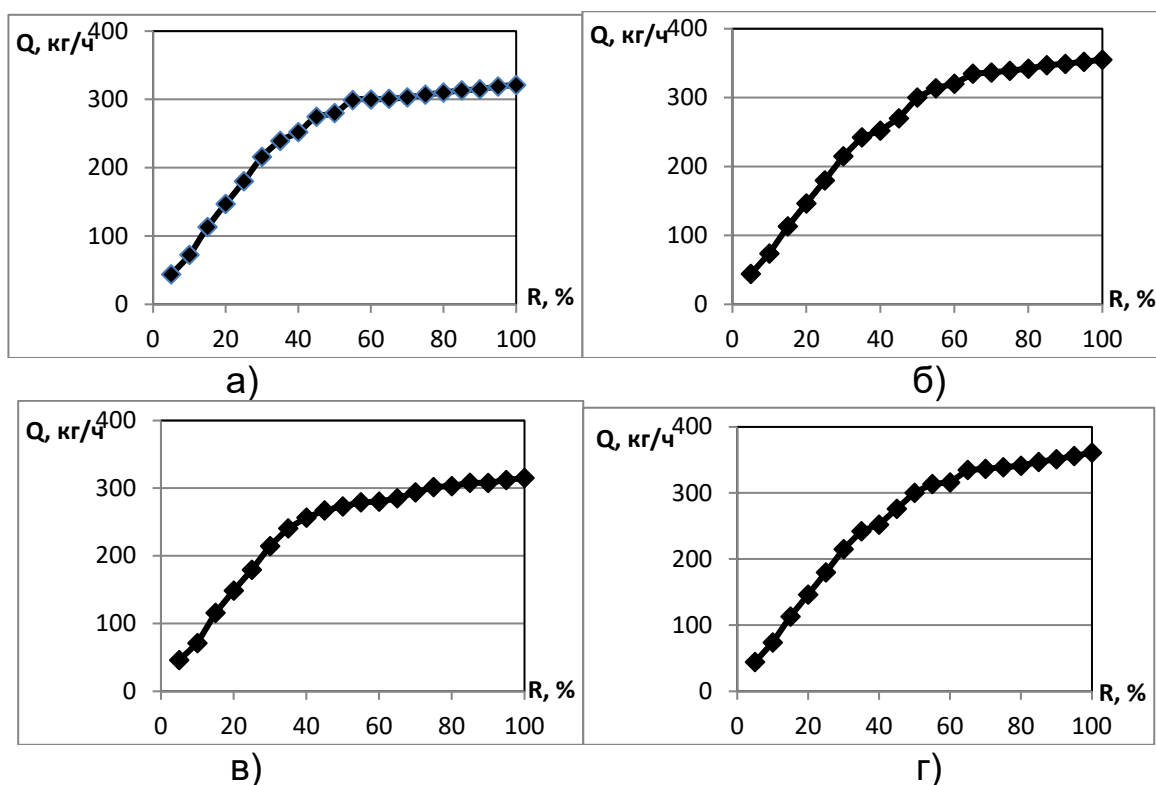


Рисунок 3 – Результаты экспериментальной работы по установлению взаимосвязи массового расхода воздуха Q , кг/ч от степени открытия дроссельной заслонки R , %: а) при третьем рабочем цилиндре (1, 2, 4 выключены); б) при втором рабочем цилиндре (1, 3, 4 выключены); в) при первом рабочем цилиндре (2, 3, 4 выключены); г) при четвертом рабочем цилиндре (1, 2, 3 выключены)

Выводы.

Анализ современных конструкций автотракторной техники показывает, что на передний план выходит разработка и контроль технического состояния электронных систем. Основой контроля может выступать тестовый метод при использовании приборного комплекса ДБД-4. Эксперименты показали на значительную тесноту связи массового расхода воздуха с техническим состоянием ЦПГ двигателя. Тестовое диагностирование ДМРВ следует проводить на минимально изношенном цилиндре при плавном открытии дроссельной заслонки. Максимальное значение массового расхода воздуха характеризует работоспособность ДМРВ и косвенно характеризует исправность ЦПГ и других систем двигателя.

Литература

1. Обоснование сроков ремонта и службы тракторов в аграрном производстве / И. Г. Галиев, Р. М. Гимадиев, А. Р. Галимов, Д. Н. Мухаметзянов // Проблемы научной мысли. – 2018. – Т. 5. – № -3. – С. 019-025.

2. Параметры распределения ресурса упорного подшипникового узла скважинных электронасосов / Л. А. Саплин, В. А. Буторин, Р. Т. Гусейнов, И. Б. Царев // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 130-134.
3. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – № 18(145). – С. 53-56.
4. Буторин, В. А. Теоретическое обоснование ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя / В. А. Буторин, И. Б. Царев, Р.Т. Гусейнов//АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 5. – С. 1157-1160.
5. Буторин, В. А. Оценка ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя / В. А. Буторин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 5. – С. 1152-1156.
6. Салахов, И. М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.
7. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей/С.С. Куков [и др.]//Вестник ЧГАУ. – 2006. – Т. 47. – С. 67–69.
8. Сажин О.В., Первушин Ю.В. Микросенсор потока теплового типа для датчика массового расхода воздуха // Научное приборостроение. – 2011. – Т. 21, – № 3. – С. 52–61.
9. Сажин О.В., Первушин Ю.В. Микросенсор потока теплового типа для датчика массового расхода воздуха. Научное приборостроение. – 2011. – Т. 21. № 3. – С. 52-61.
10. Мельников, А.А. Ультразвуковые преобразователи в средствах измерения/А.А. Мельников, А. А.Мельников. – М.: Спутник, 2010. – 154 с.
11. Теремякин П.Г. Определение циклового наполнения воздухом цилиндров газового двигателя. Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 1 (19). – С. 19-21.
12. Ерохов В.И. Проектирование и расчет расходомера воздуха электронных систем впрыскивания топлива. Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 6 (24). – С. 20-27.
13. Набоких В.А., Сафронов А.В. Способы диагностирования датчиков автомобильных электронных систем управления с гибридной силовой установкой. Известия МГТУ МАМИ. – 2013. – Т. 1. – № 2 (16). – С. 185-188.
14. Исследование способа повышения экологичности и экономичности автотранспорта на тестовых режимах холостого хода работы двигателя

внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт Урала. – 2016. – № 1(48). – С. 97-102. – DOI 10.20291/1815-9400-2016-1-97-102.

15. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 113-118.

16. Медведев, В. М. Влияние инерционного коэффициента на коэффициент избытка воздуха двигателя машинно-тракторного агрегата / В. М. Медведев, С. А. Сеницкий // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: без издательства, 2018. – С. 39-44.

17. Сеницкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Сеницкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.

18. Сеницкий, С. А. Определение динамических потерь в двигателе машинно-тракторного агрегата при работе с неустановившейся нагрузкой / С. А. Сеницкий, В. М. Медведев // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 34-39.

19. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя для запуска в зависимости от температуры окружающей среды / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, С. А. Сеницкий [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4(64). – С. 53-58.

20. Сеницкий, С. А. Влияние динамических факторов на показатели двигателя МТА при неустановившейся нагрузке / С. А. Сеницкий, В. М. Медведев // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 16-19.

УДК 629.1

Емельянова Анастасия Ивановна

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

Nastyuib96@gmail.com**Русакова Наталья Николаевна**

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

rusakovvvvv@gmail.com**Уланов Владислав Евгеньевич**

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

vulanov@rasm.ru**Гриценко Александр Владимирович**

Доктор технических наук, профессор

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

alexgrits13@mail.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович**

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

tskazgau@mail.ru

КОНТРОЛЬ ЧАСОВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ТЕСТОВОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ

Аннотация. Контроль технического состояния электронных компонентов современных автотракторных средств очень важен для обеспечения максимального ресурса всего двигателя. В данной статье предлагается использование тестового метода контроля датчиков массового расхода воздуха. Выходной контроль показал, что наилучший по герметичности цилиндр имеет наибольшую характеристику часового расхода топлива при больших значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Ключевые слова: двигатель, отказ, диагностирование, тестовый метод.

Emelyanova Anastasia Ivanovna

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

Nastyuib96@gmail.com**Natalia N. Rusakova**

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia
rusakovvvv@gmail.com

Vladislav E. Ulanov

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia
vulanov@rssm.su

Alexander V. Gritsenko

Doctor of Technical Sciences, Professor

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia
alexgrits13@mail.ru

Ildus Kh. Gimaltdinov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
tskazgau@mail.ru

CONTROL OF HOURLY FUEL CONSUMPTION OF AUTO-TRACTOR ENGINES DURING TEST DIAGNOSIS

Abstract. Monitoring the technical condition of the electronic components of modern automotive vehicles is very important to ensure the maximum resource of the entire engine. This article proposes the use of a test method for monitoring mass air flow sensors. The output control showed that the best tightness cylinder has the highest characteristic of hourly fuel consumption at high values of the engine crankshaft speed.

Key words: engine, failure, diagnostics, test method.

Актуальность работы. Надежность автотракторных средств непрерывно растет [1]. Сроки службы влияют на выбор предприятий при покупке новой техники [2, 3, 4]. Однако приобретение новой надежной техники еще не значит, что в эксплуатации она отработает заданный срок службы [5]. Все зависит от работы эксплуатационной службы предприятия, качества обслуживания, качества запчастей и других важных факторов [6].

Как показывает практика эксплуатации автотракторной техники ее надежность зависит от надежности работы электронных компонентов [7, 8, 9]. Среди которых выделяются сенсоры и различные датчики [10, 11, 12]. Так, например, датчики массового расхода воздуха (ДМРВ) могут существенно изменить качество работы двигателя [13, 14, 15]. В конечном итоге привести к значительному перерасходу топлива [16, 17]. Поэтому контроль и поддержание исправности работы систем двигателя принципиально важны на всех этапах жизненного цикла автотракторной техники [18, 19, 20]. Среди средств контроля и диагностирования электронных компонентов двигателя можно выделить ряд наиболее распространенных средств: мотор-тестеры, сканеры, электронные

осциллографы. Однако среди этого множества диагностических средств можно выделить тестовые методы контроля [17, 19]. В частности, данные методы интересны с точки зрения формирования тестовой нагрузки. Отключение рабочих цилиндров может производиться различными способами. Среди них выделяются сложные в реализации: путем дезактивации цилиндров за счет кинематических изменений. Более простые в реализации, при отключении топливоподачи и циклов зажигания.

Таким образом, целью данного исследования является разработка метода тестового контроля ДМРВ при формировании нагрузочных воздействий и фиксации отклика в виде зависимости расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Методика экспериментальных исследований.

Для решения поставленных задач был разработан электронный прибор ДБД-4 для формирования нагрузки на ДВС рисунок 1.



Рисунок 1 – Экспериментальный прибор

Экспериментальный прибор сопрягался через сетевой кабель с компьютерным устройством и все экспериментальные данные выводились через рабочий интерфейс на экран монитора [6, 16, 17]. При этом осуществлялся контроль выходных параметров: часового расхода топлива V , л/ч при плавном изменении частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин⁻¹.

Результаты экспериментальных исследований.

При проведении экспериментальной работы в работе оставлялся один рабочий цилиндр при отключении трех других [3, 5]. Затем плавно производилось увеличение частоты вращения коленчатого вала с кратностью 100-200 мин⁻¹. И на компьютерном устройстве фиксировалось значение часового расхода топлива. После сбора и обработки экспериментальных данных строились зависимости часового расхода топлива V , л/ч от частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин⁻¹ рисунок 2.

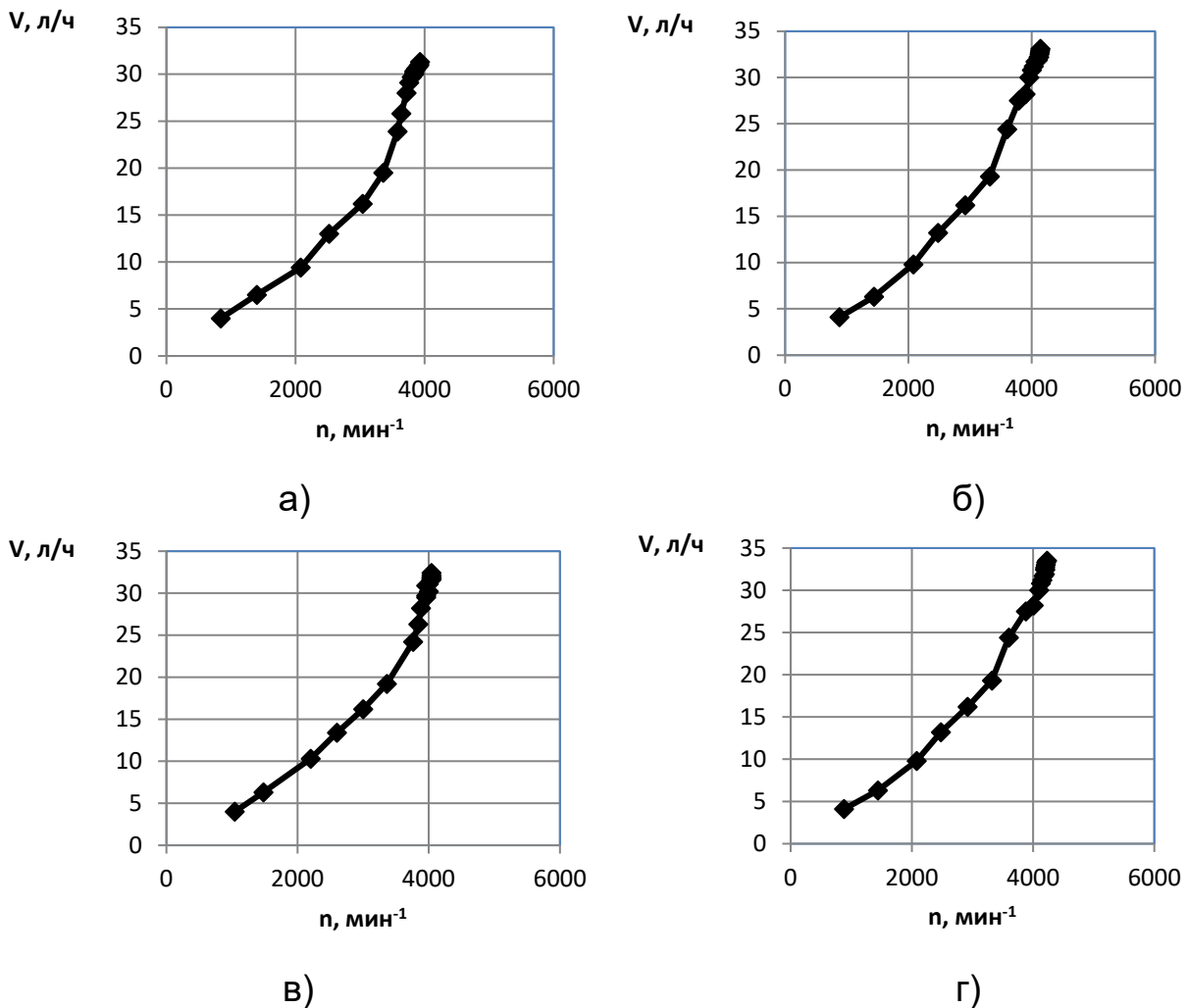


Рисунок 2 – Зависимость часового расхода топлива V , л/ч от частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин⁻¹ при работе, а) на первом цилиндре (2, 3, 4 выключены); б) на втором цилиндре (1, 3, 4 выключены); в) на третьем цилиндре (1, 2, 4 выключены); г) на четвертом цилиндре (1, 2, 3 выключены)

Анализ результатов контроля часового расхода топлива (рисунок 2) показал, что наибольшее значение при максимальной частоте вращения коленчатого вала ДВС наблюдается для четвертого цилиндра 33,5 л/ч. При контроле часового расхода второго цилиндра зафиксирован результат – 33,1 л/ч. Измерение параметров часового расхода топлива в третьем и первом цилиндре показали данные, соответственно – 32,4 и 31,3 л/ч. Представленный результат показывает, что с увеличением износа ЦПГ падает значение массового расхода воздуха и соответственно снижается подача топлива. Таким образом, наилучший по герметичности цилиндр всегда покажет максимум часового расхода топлива.

Выводы. Разработан новый метод контроля работоспособности ДМРВ с учетом износа ЦПГ отдельных цилиндров. Основой метода выступает прибор ДБД-4 для осуществления тестового нагружения.

Эксперименты показали, что цилиндр с наилучшей герметичностью покажет наибольший максимум частоты вращения коленчатого вала и максимум часового расхода топлива при пиковом нагружении.

Литература

1. Обоснование сроков ремонта и службы тракторов в аграрном производстве / И. Г. Галиев, Р. М. Гимадиев, А. Р. Галимов, Д. Н. Мухаметзянов // Проблемы научной мысли. – 2018. – Т. 5. – № 3. – С. 019-025.
2. Буторин, В. А. Оценка ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя / В. А. Буторин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 5. – С. 1152-1156.
3. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.
4. Параметры распределения ресурса упорного подшипникового узла скважинных электронасосов / Л. А. Саплин, В. А. Буторин, Р. Т. Гусейнов, И. Б. Царев // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 130-134.
5. Буторин, В. А. Теоретическое обоснование ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя / В. А. Буторин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 5. – С. 1157-1160.
6. Сажин О.В., Первушин Ю.В. Микросенсор потока теплового типа для датчика массового расхода воздуха // Научное приборостроение. – 2011. – Т. 21, – № 3. – С. 52–61.
7. Сажин О.В., Первушин Ю.В. Микросенсор потока теплового типа для датчика массового расхода воздуха. Научное приборостроение. – 2011. – Т. 21. № 3. – С. 52-61.
8. Мельников, А. А. Ультразвуковые преобразователи в средствах измерения / А. А. Мельников, А. А. Мельников. – М.: Спутник, 2010. – 154 с.
9. Теремякин П.Г. Определение циклового наполнения воздухом цилиндров газового двигателя. Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 1 (19). – С. 19-21.
10. Ерохов В.И. Проектирование и расчет расходомера воздуха электронных систем впрыскивания топлива. Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 6 (24). – С. 20-27.
11. Набоких В.А., Сафронов А.В. Способы диагностирования датчиков автомобильных электронных систем управления с гибридной силовой установкой. Известия МГТУ МАМИ. – 2013. – Т. 1. – № 2 (16). – С. 185-188.
12. Исследование способа повышения экологичности и экономичности автотранспорта на тестовых режимах холостого хода работы двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт Урала. – 2016. – № 1(48). – С. 97-102

13. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 113-118.
14. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – № 18(145). – С. 53-56.
15. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей / С. С. Куков [и др.] // Вестник ЧГАУ. – 2006. – Т. 47. – С. 67–69.
16. Плаксин, А. М. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 70. – С. 130-135.
17. Синицкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Синицкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.
18. Синицкий, С. А. Определение динамических потерь в двигателе машинно-тракторного агрегата при работе с неустановившейся нагрузкой / С. А. Синицкий, В. М. Медведев // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 34-39.
19. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя для запуска в зависимости от температуры окружающей среды / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, С. А. Синицкий [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4(64). – С. 53-58.
20. Синицкий, С. А. Влияние динамических факторов на показатели двигателя МТА при неустановившейся нагрузке / С. А. Синицкий, В. М. Медведев // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 16-19.

УДК 621.43

Меньшенин Александр Сергеевич

Аспирант

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*jibrifl@gmail.com**Чокоев Степан Андреевич**

Аспирант

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*mail2014mail@mail.ru**Гриценко Александр Владимирович**

Доктор технических наук, профессор

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*alexgrits13@mail.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович**

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казаньtskazgau@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА АВТОТРАНСПОРТЕ И МЕХАНИЗМЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. В статье приводится анализ проблем эксплуатации автомобилей на газовом топливе. Рассматриваются перспективные методики настройки современного газового оборудования. В эксплуатации предлагается использование тестового метода контроля и последующая его автоматизация. Которая позволит исключить множественные трудовые и финансовые затраты.

Ключевые слова: двигатель, газовое топливо, настройка, адаптивность, новый способ, эффективность.

Alexander S. Menshenin

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russiajibrifl@gmail.com**Stepan A. Chokoy**

Graduate student

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russiamail2014mail@mail.ru**Alexander V. Gritsenko**

Doctor of Technical Sciences, Professor

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

alexgrits13@mail.ru**Ildus K. Gimaltdinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*tskazgau@mail.ru

MODERN ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN MOTOR TRANSPORT AND MECHANISMS FOR THEIR SOLUTION

Abstract. The article provides an analysis of the problems of operation of vehicles running on gas fuel. Perspective methods of setting up modern gas equipment are considered. In operation, it is proposed to use a test method of control and its subsequent automation. Which will eliminate multiple labor and financial costs.

Key words: engine, gas fuel, tuning, adaptability, new method, efficiency.

Актуальность исследования. Основываясь на тенденциях развития автопроизводства число автомобилей растет с избытком производственных мощностей, что способствует формированию «здоровой конкуренции». У стран развивающихся, развитых и «третьего эшелона» формируется различная конфигурация парка техники [1].

Для развивающихся стран (большинство членов СНГ; Китай; Бразилия ит.д.) формирование парка техники происходит с серьезным расслоением по нормам токсичности (ЕВРО, Китай, Федеральные стандарты и т.д.), основная доминанта рынка отдана классу ЕВРО 0-2, а автомобили ЕВРО 5 и выше составляют лишь малую часть на рынке. Поэтому для решения экологических проблем целесообразно вытеснить устаревшие модели с плавным включением новейших автомобилей. Преимуществом устаревших моделей автомобилей является их дешевизна, а также простота ремонта и доступность запасных частей.

Современные требования к нормам токсичности автомобиля побуждают государство стимулировать покупателей к рассмотрению, не только бензиновых и дизельных ДВС, но и альтернативного варианта двигателя: газовый; водородный; электрический; биодизельный.

Электротранспорт обладает рядом преимуществ по сравнению со всеми остальными, так как обладает «условной чистотой топлива», а также высоким КПД 90-95 % из-за отсутствия коробки передач. Основными недостатками такого вида сырья являются, как способы получения «топлива», так и носители электроэнергии – АКБ.

Материалы и их анализ. В мировой практике и большинстве стран получение электроэнергии происходит двумя основными путями – ГЭС, ТЭЦ и АЭС. Недостатки первого способа получения электроэнергии связаны с площадью полезной плодородной земли, а также снижением качества воды, что тоже наносит вред экологии [2]. Другой основной путь

получение электроэнергии связан с получением самого исходного сырья - ректификация нефти. Итоговая эффективность электроэнергии определяется по формуле:

$$\eta_{\text{элек}} = \eta_{\text{ср}}^{\text{ч}} \cdot \eta_{\text{ср}}^{\text{обр}} \cdot \eta_{\text{тр}} \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{l_0} \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot k \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{мет}}^{\text{зар}}, \quad (1)$$

где $\eta_{\text{элек}}$ - КПД электрической энергии; $\eta_{\text{ср}}^{\text{ч}}$ - КПД чистоты сырья (% содержания в общем объеме топлива); $\eta_{\text{ср}}^{\text{обр}}$ - КПД обработки сырья; $\eta_{\text{тр}} \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{l_0}$ - КПД перевозки сырья с учетом расстояний доставки; $\eta_{\text{пр}}$ - КПД преобразования топлива; $k \eta_{\text{пер}}$ - КПД передачи электроэнергии с учетом количества подстанций; $\eta_{\text{мет}}^{\text{зар}}$ - КПД зарядки батарей.

Также АКБ требует замены согласно техническому регламенту раз в 3-5 лет и проведения периодического технического обслуживания, чтобы не допустить падения емкости.

Применение электротранспорта вне территорий с умеренным климатом, и хорошим качеством дорог, является малоцелесообразным, так как резко возрастает потребление энергии, требуется широкая инфраструктурная сеть, также электротранспорт достаточно сильно ограничен в дальности перемещения.

Двигатель на водородном топливе обладает высокой теплоотдачей. Теоретически КПД автомобилей на водородном топливе достигает 90%. Однако к таким двигателям предъявляется ряд серьезных требований:

- наличие развитой инфраструктуры для заправки и обслуживания водородного оборудования и непосредственно ДВС;
- современные технологии получения H_2 , достаточно дороги;
- H_2 имеет высокую летучесть, что требует выдержки предельных допусков при конструировании и сборке двигателей, высокие требования предъявляются к последующему контролю во время эксплуатации, а также применению специальных материалов;
- для хранения топлива применяют специальные материалы из нанотрубок.

Как результат современные технологии пока не могут выйти на массовое производство, поэтому данный вид автомобилей останется лишь желаемым и не сможет в ближайшее время решить экологическую проблему [4].

Автомобили на биотопливе являются актуальным направлением для решения экологических проблем в настоящее время. Так как для с/х машин основным топливом является дизельное топливо, то применение биотоплива позволяет уменьшить количество образующейся сажи, а также повышает смазывающий эффект, что увеличивает ресурс работы ДВС. Такое топливо хорошо разлагается в природе, и не разрушает почвы, однако, для его производства необходимо выделять часть

пахотных земель. При современных проблемах нехватки земель массовый переход на такой вид сырья не рационален [5, 6].

Применение газового ДВС является наиболее оптимальным решением, так как не требует серьезных изменений в текущей конструкции ДВС. Существует стандартная методика и технология адаптации текущих ДВС к работе по двухтопливной схеме. Преимуществами гибридных ДВС, работающих на газовом топливе являются следующие:

- обладает высокой детонационной устойчивостью (100-105);
- повышает ресурс цилиндропоршневой группы и периодичность проведения ТО.

Однако существует значительный недостаток: снижение силовых и динамических характеристик. Установка газового оборудования увеличивает массу автомобиля на 30-60 кг. Кроме того, существует проблема при запуске газового двигателя в условиях отрицательных температур [7, 8].

Рассматривая изменения подходов к диагностированию и обеспечению норм токсичности можно утверждать, что первые прототипы газовых двигателей управлялись по принципу «да» «нет» [9, 10, 11]. Современное большинство автомобилей на газовом топливе настраивается по статическим таблицам, разработанным производителями газового оборудования [12, 13, 14]. При настройках не учитываются динамические изменения характеристик, а также отсутствует широкий диапазон калибровки параметров подачи газа.

Новейший транспорт использует гибкую настройку, учитывая все процессы как в статических, так и в динамических режимах, а том числе осуществляя настройку с учетом изменения технического состояния систем двигателя [15, 16, 17]. Однако к качеству топлива предъявляются очень жесткие требования, так как газовое оборудование имеет высокую прецизионность [18, 19, 20].

Выводы: в настоящее время существенной проблемой является разработка оборудования для тестовой настройки подачи газового топлива и подготовка высококлассных специалистов для диагностирования газовых автомобилей.

Для массового перевода автомобилей на газовое топливо предлагается разработать адаптивную методику настройки газового оборудования на основе тестовых статических режимов при отсутствии ездовых циклов. Что позволит автоматизировать процесс настройки газового оборудования, исключить затраты на подготовку специалистов, обслуживание.

В сложившейся экологической ситуации целесообразно адаптировать современные автомобили, к работе на альтернативном топливе. Основным топливом должен стать компримированный природный газ и сжатый природный газ. Для упрощения перевода на

газовое топливо автомобилей с нормами Евро-5 и выше требуется улучшить контроль над состоянием топлива. А также подтолкнуть переход на альтернативные топлива путем уменьшения конечных цен на установку газобаллонного оборудования и топливо, а также последующие ТО в дилерских центрах.

Литература

1. Пасько, А. В. Мировое автомобилестроение в текущем ракурсе экономических отношений: проблемы адаптации / А. В. Пасько // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11. – № 4. – С. 11.
2. Анисимов, В. П. Экологические проблемы международного транспортного права / В. П. Анисимов // Вестник РГГУ. Серия: Политология. История. Международные отношения. Зарубежное регионоведение. Востоковедение. – 2012. – № 19(99). – С. 179-192.
3. Карамян, О. Ю. Электромобиль и перспективы его развития / О. Ю. Карамян, К. А. Чебанов, Ж. А. Соловьева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-4. – С. 693-696.
4. Исмаев, Ж. Ф. Водород - топливо будущего / Ж. Ф. Исмаев, В. Р. Аширов, М. Х. Садуллаев // Достижения науки и образования. – 2019. – № 6(47). – С. 7-8.
5. Володин, В. М. Биотопливо и производство продуктов питания / В. М. Володин, П. Д. Лупачев, В. С. Гольнев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – №5 (11). – С. 69-71.
6. Кольниченко, Г. И. Жидкое биотопливо: проблемы и перспективы создания и использования / Г. И. Кольниченко, А. В. Сиротов, Я. В. Тарлаков // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2010. – № 1. – С. 105-107.
7. Дударь, В. С. Альтернативные виды топлива / В. С. Дударь // Молодой ученый. – 2018. – № 2(188). – С. 168-171.
8. Каримходжаев, Н. Сравнительный анализ токсичности выхлопных газов автомобилей и пути ее снижения / Н. Каримходжаев, М. З. у. Нумонов // Universum: технические науки. – 2020. – № 11-2(80). – С. 12-18. – DOI 10.32743/UniTech.2020.80.11-2.12-18.
9. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – № 18(145). – С. 53-56.
10. Межцикловая неидентичность рабочего процесса и проблемы улучшения показателей ДВС с искровым зажиганием: дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02 / Е. А. Федянов. – Волгоград, – 1999. – 337 с.
11. Пат. № 2474805 Российская Федерация, RU G 01 M 15/04. Способ диагностирования выпускного тракта поршневого двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, С. С. Куков, К. А. Цыганов, А. В. Горбунов. № 2011139288; заявл. 26.09.11; опубл. 27.02.13, Бюл. № 6.

12. Gritsenko, A. V. Optimizing Consumption of Gas Fuel Using Static Method of Tuning Automobile Gas-Cylinder Equipment / A. V. Gritsenko, V. D. Shepelev, E. V. Shepeleva // Proceedings of the 4th International conference on industrial engineering ICIE 2018: Lecture notes in mechanical engineering: Springer International Publishing, 2019. – P. 2163-2173. – DOI 10.1007/978-3-319-95630-5_233.
13. Шишков, В. А. Алгоритм управления и диагностика состояния электромагнитных газовых форсунок ДВС с искровым зажиганием / В. А. Шишков // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2006. – № 6(30). – С. 46-48.
14. Шишков, В. А. Развитие методов снижения выбросов двухфазного криогенного продукта при испытании энергетической установки / В. А. Шишков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2018. – № 1(61). – С. 28-36.
15. Шишков, В. А. Способ управления двигателем внутреннего сгорания на газовом топливе / В. А. Шишков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2019. – № 6(72). – С. 47-52.
16. Шишков, В. А. Анализ систем управления ДВС автомобиля для работы на газе или бензине / В. А. Шишков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 6(6). – С. 18-24.
17. Шишков, В. А. Способ подачи лёгкого углеводородного топлива в двигатель внутреннего сгорания / В. А. Шишков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2022. – № 1(85). – С. 71-79.
18. Шишков, В. А. Способ управления двигателем внутреннего сгорания / В. А. Шишков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2020. – № 3(75). – С. 53-57.
19. Методы снижения токсичности и экологичность современных автомобилей / Н. Н. Русакова, В. Е. Уланов, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 285-291.
20. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41.
21. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42.

УДК 621.43

Шаймухаметова Лия Ансаровна

Аспирант

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*lliyaaa@bk.ru**Гриценко Александр Владимирович***Доктор технических наук, профессор**Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*alexgrits13@mail.ru**Бурцев Александр Юрьевич***Кандидат технических наук, доцент**Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.**Горбачева, г. Белово*burzeval2009@yandex.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*tskazgau@mail.ru

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЫБРОСОВ УГАРНОГО ГАЗА ОТ РАЗМЕРА ЭКВИВАЛЕНТНОГО СЕЧЕНИЯ ВЫХЛОПНОЙ ТРУБЫ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. В статье рассматривается проблема роста выбросов угарного газа и возможность контроля токсичности методами тестового диагностирования. Сочетание газоанализа и тестовых методов позволяет на ранних стадиях определять рост сопротивления выпускного тракта. Полученные результаты могут применяться в автообслуживающих организациях для контроля токсичности.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, токсичность, выхлопные газы, угарный газ, контроль, концентрация.

Liya A. Shaimukhametova*Graduate student**South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia*lliyaaa@bk.ru**Alexander V. Gritsenko***Doctor of Technical Sciences, Professor**South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia*alexgrits13@mail.ru**Alexander Y. Burtsev**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kuzbass State Technical University. T.F. Gorbachev, Belovo, Russia
burzeval2009@yandex.ru*

*Ildus Kh. Gimaltdinov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
tskazgau@mail.ru*

ESTABLISHING THE RELATIONSHIP OF THE CONCENTRATION OF CARBON MONOXIDE EMISSIONS ON THE SIZE OF THE EQUIVALENT SECTION OF THE EXHAUST PIPE AND THE ROTATION FREQUENCY OF THE ENGINE CRANKSHAFT

Abstract. The article deals with the problem of increasing carbon monoxide emissions and the possibility of controlling toxicity using test diagnostic methods. The combination of gas analysis and test methods makes it possible to determine the growth of exhaust tract resistance at an early stage. The results obtained can be used in car service organizations to control toxicity.

Key words: internal combustion engine, toxicity, exhaust gases, carbon monoxide, control, concentration.

Актуальность темы. В настоящее время высокими темпами растет численность автотракторных средств в Российской Федерации [1, 2]. Вместе с этим совершенствуются системы и узлы, требующие разработки новых методов контроля [3, 4]. Идеи для совершенствования новых методов приходят из других областей исследования [5, 6]. Методы активно встраиваются в штатные алгоритмы функционирования систем автотракторных средств [7, 8]. Алгоритмы их реализации совершенствуются различными научными школами [9, 10, 11]. И в различных интерпретациях реализуются на практике [12]. Особый интерес представляют тестовые методы диагностирования [13]. Основой которых является контроль изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя [14]. Тестовые методы на начальном этапе развития распространились на контроль механических узлов автотракторных средств [15]. После на электронные системы, микропроцессорные системы и элементы контроля токсичности [16]. Одной из оставшихся ниш, незанятых тестовым контролем является диагностирование по параметрам токсичности выхлопных газов [17].

В результате сгорания воздушно-топливной смеси в камере сгорания ДВС образуются выхлопные газы. В их составе присутствуют как токсичные, так и не токсичные соединения. Среди токсичных соединений наибольшее содержание имеет угарный газ или оксид углерода (CO, %). Отравление данным газом при его недопустимых значениях может являться причиной летального исхода. Угарный газ это один из самых

токсичных компонентов среди остальных выхлопных газов. При длительном нахождении в среде, заполненной выхлопными газами, в том числе и угарным, возможно развитие иммунодефицита, а также заболеваний, связанных с дыхательной системой человека, атеросклероза и многих других.

Задачей данного эксперимента являлось установление взаимосвязи концентрации угарного газа от величины сечения выхлопного тракта и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Методика исследований. Методика исследований заключалась в подготовке исследовательской установки на базе двигателя ЗМЗ-4062. В качестве средств измерения применялся газоанализатор Инфракар М-3Т.02 и мотор-тестер МТ-10КМ [26, 30]. Для создания тестовых режимов применялся приборный комплекс – ДБД-3 [18]. В выпускном тракте устанавливалось искусственное сопротивление в виде проставки с набором шайб [19]. Для эксперимента были выбраны шайбы с размерами эквивалентного сечения 15, 32,5 и 50 мм (50 мм стандартный диаметр выпускной трубы) [20].

Экспериментальные исследования и их анализ. В соответствии с методикой экспериментальных исследований был проведен многофакторный эксперимент по установлению взаимосвязи концентрации выбросов CO, %, от размера эквивалентного сечения выхлопной трубы D, мм и частоты вращения коленчатого вала двигателя, n , мин⁻¹. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерений при тестовом режиме с фиксированными значениями частот вращения коленчатого вала двигателя

D, мм	n , мин ⁻¹	CO, %
50	1000	0,35
50	3000	0,25
50	5000	0,17
32,5	1000	0,36
32,5	3000	0,26
32,5	5000	0,16
15	1000	0,21
15	3000	0,20
15	5000	0,16

Каждый опыт из таблицы 1 проводился троекратно, а затем результирующее значение усреднялось. Данные, полученные экспериментальным путем обрабатывались с использованием программного продукта Sigma Plot. Программа Sigma Plot сформировала таблицу 2 обработки данных.

Таблица 2 – Обработка данных по параметру CO, %

	Coefficient (Коэф.)	Standard Error of Estimate (Стандартная ошибка оценки)	t (Статистик а коэф.)	P (Значение вероятности)	
R (Коэф. корреляции)	0,9244	0,0414			
R ² (Коэф. линейно детерминац ии)	0,8544				
Adj R ² (Скорректир ованный R ²)	0,7089				
y ₀	0,1765	0,1029	1,7156	0,1614	
a	0,0097	0,0063	1,5419	0,1980	
b	-3,3333E-005	4,4680E-005	-0,7460	0,4971	
c	-0,0001	9,5510E-005	-1,2536	0,2783	
d	-4,1667E-010	7,3125E-009	-0,0570	0,9573	
Analysis of Variance (Дисперсионный анализ)					
	DF (Степень свободы)	SS (Сумма квадратов)	MS (Дисперсия на одну степень свободы)		
Regression	5	0,5396	0,1079		
Residual	4	0,0068	0,0017		
Total	9	0,5464	0,0607		
Corrected for the mean of the observations (С поправкой на среднее из наблюдений)					
	DF (Степень свободы)	SS (Сумма квадратов)	MS (Дисперс ия на одну степень свободы)	F (Наблюд аемое значени е статисти ки)	P (Значени е вероятно сти)
Regression	4	0,0402	0,0100	5,8701	0,0574
Residual	4	0,0068	0,0017		
Total	8	0,0470	0,0059		

По данным таблицы 2 была построена графическая зависимость концентрации выбросов CO, % от размера эквивалентного сечения

выхлопной трубы D , мм и частоты вращения коленчатого вала двигателя, n , мин^{-1} , рисунок 1.

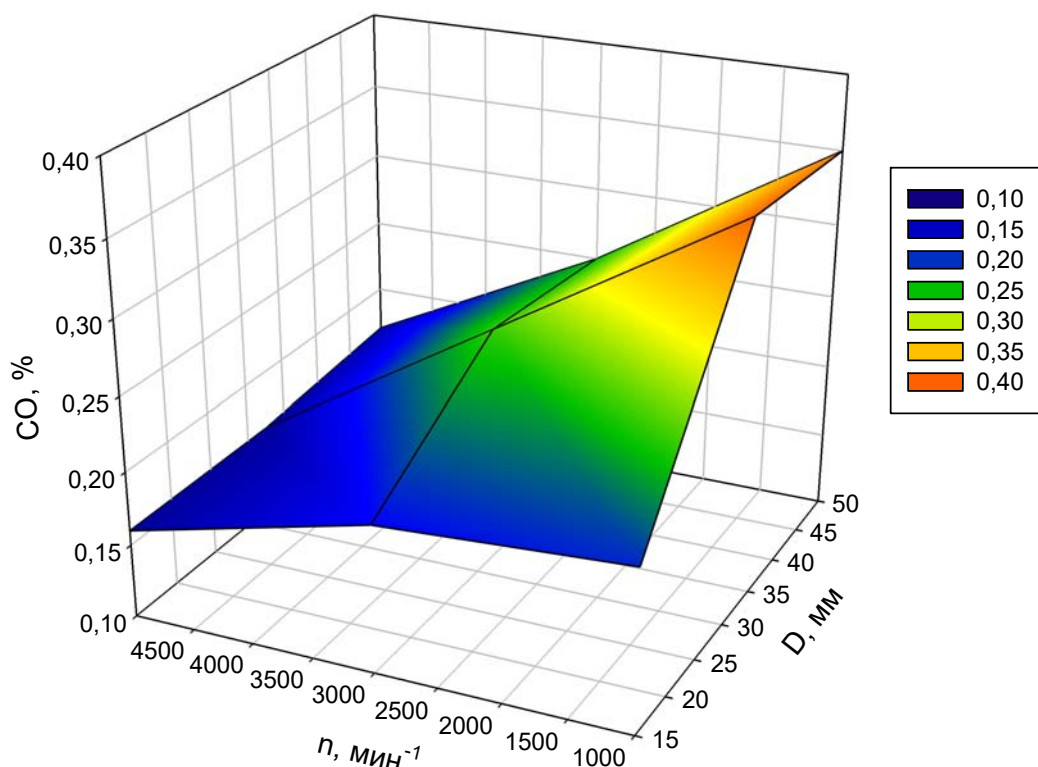


Рисунок 1 – Зависимость концентрации выбросов CO , % от размера эквивалентного сечения выхлопной трубы D , мм и частоты вращения коленчатого вала двигателя, n , мин^{-1}

Зависимость, представленная на рисунке 1 может быть аппроксимирована квадратичным уравнением с достоверностью аппроксимации $R^2=0,95$, %:

$$CO = 0,17 + 0,0097 \cdot D - 3,3333 \cdot 10^{-005} \cdot n - 0,0001 \cdot D^2 - 4,1667 \cdot 10^{-0,010} \cdot n^2, \quad (1)$$

где D – эквивалентное сечение выхлопной трубы, мм; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} .

Из приведенного рисунка 1 следует, что величина концентрации выбросов CO , % существенно зависит от размера эквивалентного сечения выхлопной трубы D , мм, а также частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин^{-1} . При номинальном эквивалентном сечении выхлопной трубы $D=50$ мм с ростом n , мин^{-1} от 1000 до 5000 мин^{-1} наблюдается последовательное снижение концентрации CO , с 0,35 до 0,17 %. Аналогичное поведение наблюдается и при промежуточном варианте, где $D=32,5$ мм, изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС от 1000 до 5000 мин^{-1} сопровождается снижением CO в пределах 0,36...0,16 %.

При установлении эквивалентного сечения выхлопной трубы, равном 15 мм существенных изменений зависимости не происходит. Напротив, концентрация угарного газа с увеличением оборотов продолжает динамично снижаться: с 0,21...0,16 %. Максимум концентрации СО достигается при наименьшей частоте вращения коленчатого вала и при среднем значении эквивалентного сечения выхлопной трубы ($D=32,5$ мм). Минимумы же зафиксирован при $n=5000$ мин⁻¹ и при значениях $D=32,5$ мм и $D=15$ мм.

Выводы: Разработан метод контроля токсичности двигателя на тестовых режимах при имитации сопротивления выпускного тракта. В практике эксплуатации метод показал высокую эффективность.

Литература

1. Кадилов, Ш. Р. Методика определения уровня качества ремонта тракторов и обоснование мероприятий по ее повышению / Ш. Р. Кадилов, А. А. Мухаметшин, И. Г. Галиев // Проблемы научной мысли. – 2019. – Т. 2. – № -2. – С. 018-022.
2. Влияние уровня эксплуатации тракторов в сельскохозяйственном производстве на показатели их надежности / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов, Т. А. Хусаинова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 77-80. – DOI 10.12737/article_5bcf57af5d83b6.20549781.
3. Гарифуллин, Р. Ф. Анализ работ по оптимизации использования ресурса тракторов в аграрном производстве / Р. Ф. Гарифуллин, Ш. Р. Кадилов, И. Г. Галиев // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 7. – № 1. – С. 094-098.
4. Галиев, И. Г. Определение перечня факторов, характеризующих условия эксплуатации тракторов / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 77-80. – DOI 10.12737/14761.
5. Вагизов, Т. Н. Технологии получения и свойства световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Л. Р. Фазлыев, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018 (МНТК "ИМТОМ-2018"): Материалы IX Международной научно-технической конференции, Казань, 05–07 декабря 2018 года. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2018. – С. 17-23.
6. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 113-118.
7. Параметры распределения ресурса упорного подшипникового узла скважинных электронасосов / Л. А. Саплин, В. А. Буторин, Р. Т. Гусейнов, И. Б. Царев // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 130-134.

8. Оценка параметра начальной скорости изнашивания модели долговечности упорного подшипникового узла погружных электродвигателей / В. А. Буторин, Л. А. Саплин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 5. – С. 801-805.
9. Межцикловая неидентичность рабочего процесса и проблемы улучшения показателей ДВС с искровым зажиганием: дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02 / Е. А. Федянов. – Волгоград, 1999. – 337 с.
10. Плаксин А. М., Гриценко А. В., Глемба К. В. Экспериментальные исследования технического состояния цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером // Пром-Инжиниринг: тр II Междунар. науч.-техн. конференции. Челябинск: ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», – 2016. – С. 111–113.
11. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей / С. С. Куков, Ю. Е. Михайлов, В. К. Глемба [и др.] // Вестник Челябинского агроинженерного университета. – 2006. – Т. 47. – С. 67-69.
12. Развитие технических средств диагностирования тракторных ДВС по параметрам рабочих процессов / О. Ф. Савченко, В. В. Альт, С. Н. Ольшевский, И. П. Добролюбов // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 106-112.
13. Экспертная система контроля технического состояния автомобилей / А. Д. Шумилин, В. В. Лянденбургский, М. К. Капунова, В. В. Ивахин, И. С. Моисеев // Научное обозрение. – 2016. № 4. – С. 85-89.
14. Гриценко А. В., Цыганов К. А. Диагностирование электрических бензонасосов автомобилей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 4. – С. 22–23.
15. Куков, С. С. Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса / С. С. Куков, А. В. Гриценко // АПК России. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 400-407.
16. Пат. № 2474805 Российская Федерация, RU G 01 M 15/04. Способ диагностирования выпускного тракта поршневого двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, С. С. Куков, К. А. Цыганов, А. В. Горбунов. № 2011139288; заявл. 26.09.11; опубл. 27.02.13, Бюл. № 6.
17. Методология бестормозного диагностирования кривошипно-шатунного механизма ДВС / С. А. Гребенников, А. С. Гребенников, Г. О. Киселев [и др.] // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2020. – № 3(42). – С. 147-155.
18. Гребенников, С. А. Повышение точности диагностирования цилиндропоршневой группы ДВС динамическим методом / С. А. Гребенников, А. С. Гребенников // Грузовик. – 2018. – № 5. – С. 2-9.
19. Концепция индивидуального управления техническим состоянием автомобилей в процессе эксплуатации / А. С. Гребенников, С. А. Гребенников, Ш. К. Гусенов [и др.] // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2018. – № 1(27). – С. 103-108.

20. Лившиц, В. М. Интеллектуализация средств диагностики как основа их совершенствования / В. М. Лившиц, Д. Ю. Косенко, С. П. Пятин // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 123. – С. 85-88.
21. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42.
22. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138. – DOI 10.1051/bioconf/20213700138

© Шаймухаметова Л.А., Гриценко А.В., Бурцев А.Ю.,
Гималтдинов И.Х., 2022

УДК 621.43

Патов Артем Германович

Аспирант

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*patov98@mail.ru**Гриценко Александр Владимирович***Доктор технических наук, профессор**Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*alexgrits13@mail.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*tskazgau@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ТУРБОНАДДУВА СОВРЕМЕННЫХ ДВС

Аннотация. В данной статье затрагивается проблематика эксплуатации современных двигателей внутреннего сгорания, оснащенных системами турбокомпрессора. Описывается влияние различных систем ДВС на техническое состояние турбонаддува.

Ключевые слова: турбокомпрессор, двигатель, техническое обслуживание, турбо лаг, крутящий момент.

Artyom G. Patov

Graduate student

South Ural State Agricultural University, Chelyabinsk, Russiapatov98@mail.ru**Alexander V. Gritsenko***Doctor of Technical Sciences, Professor**South Ural State Agricultural University, Chelyabinsk, Russia*alexgrits13@mail.ru**Ildus Kh. Gimaltdinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*tskazgau@mail.ru

PROBLEMS OF OPERATION OF TURBOCHARGING SYSTEMS OF MODERN IC ENGINE

Annotation. This article touches upon the problems of operation of modern internal combustion engines equipped with turbocharger systems. The

influence of various internal combustion engine systems on the technical condition of turbocharging is described.

Keywords: turbocharger, engine, maintenance, turbo lag, torque.

В практике эксплуатации различных сельскохозяйственных машин и автотракторной техники большое значение имеет обеспечение высоких ресурсных показателей [1, 2]. Контроль ресурса и его увеличение достигается различными путями [3, 4]. Развитие методов диагностирования и непрерывный контроль ресурсных параметров – тренд современного энергооборудования [5]. В настоящее время, с учетом постоянного развития систем турбонаддува, имеется множество их преимуществ [6]. Которые приводят к всё большей популярности при эксплуатации двигателей, оборудованных турбокомпрессорами различного исполнения, как автомобилей для личного пользования, так и для коммерческого транспорта, например – тракторы, автобусы, грузовики [7]. Габаритные размеры и вес установки меньше у турбированных вариантов [8]. Преимуществами, проявляющимися в динамике, являются более высокая мощность и крутящий момент, чем у атмосферных аналогов [9]. Предельный крутящий момент в широком диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя уменьшает скорость разгона, а высокая экологичность достигается за счет полного сгорания топлива в цилиндрах, что, в свою очередь, также приводит к снижению токсичности отработанных газов [10]. При равной мощностной характеристике с атмосферным мотором, турбомотор обладает большей тягой, которая может быть реализована, начиная с низких оборотов, что является технически обоснованным в области эффективного тракторостроения рисунок 1.

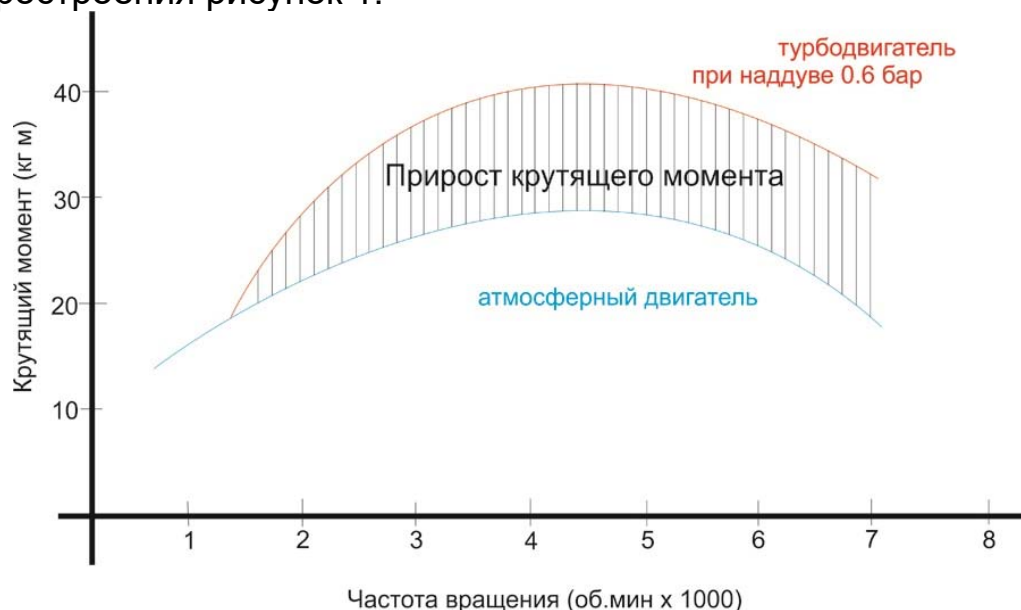


Рисунок 1 – Разница в кривых крутящего момента и атмосферного двигателя

Как видно из рисунка 1 двигатель с турбонаддувом, например, при $n=4000...5000 \text{ мин}^{-1}$ развивает крутящий момент на уровне 40 кг·м, в то время как атмосферный двигатель развивает момент всего – 28 кг·м.

Наряду с преимуществами присутствуют и проблемы эксплуатации систем турбонаддува на современных двигателях внутреннего сгорания [11, 12, 13].

Турбомоторы имеют высокую периодичность отказов относительно атмосферных двигателей, ввиду особенностей конструкции и присутствием некоторых технических ограничений [14, 15, 16].

Системы турбокомпрессора работают на периферии других систем, таких как: системы управления двигателем, системы впуска и выпуска отработанных газов, системы охлаждения и смазки, вакуумной системы и вентиляции [17,18]. Нарушение в работе одной из них будет непосредственно влиять на работу турбокомпрессора [19]. Соответственно, эксплуатация может происходить при наличии скрытых неисправностей, которые не видны для оператора в период эксплуатации, или с неисправностями, которые имеют «плавающий» характер (для явного проявления требуется создание специальных условий, при которых данная неисправность может проявиться), совместно с чрезвычайно высокими нагрузками на турбокомпрессор, что определяет возникновение отказов. В следствие этого будут возникать ситуации с необходимостью ремонта или замены системы турбонаддува и при проведении ремонтных работ или работ по замене, и при игнорировании неисправностей общего технического состояния транспорта, особенно смежных с турбокомпрессором систем [20]. С большой долей вероятности, отремонтированная или замененная система турбокомпрессора выйдет из строя повторно, накладывая дополнительные материальные и временные издержки по проведению работ и приобретению расходных материалов и запасных частей.

Прежде всего данная конструктивная особенность сказывается на чувствительности и качеству обслуживания, а также выносятся высокие требования к квалификации обслуживающего персонала.

Параметры, влияющие на возникновение отказов турбокомпрессора:

- состояние масла масляного фильтра, и их качество. Также требуется высокая периодичность проверки уровня масла. Некачественное масло коксуется, попадая на подшипники скольжения совместно с абразивом, приводя к их истиранию и увеличению люфта ротора.

- состояние топливной системы. Важно поддерживать соотношение топлива и окислителя стехиометрической или топливовоздушной смеси. Примером может служить «обогащенная» топливная смесь (количество топлива избыточно к отношению окислителю-воздуху). «Обогащённая» топливная смесь вызывает обильный сухой нагар в турбине, адсорбцию

его на колесо турбины, что вызывает дисбаланс ротора, от этого уплотнительные кольца теряют свою эффективность, и происходит утечка масла.

- состояние и качество воздушного фильтра. От периодичности замены фильтрующего элемента зависит его пропускная способность воздуха, степень фильтрации от небольших твердых частиц, также фракций материалов в систему турбонаддува и ДВС, являющиеся абразивом, повышающим износ для рабочих органов этих систем.

- состояние деталей цилиндропоршневой группы. Определяющим фактором в этой области является компрессия. Несоблюдение этого требования влечёт за собой выброс масла в турбину по причине залегания компрессионных и маслосъёмных колец. От чего происходит обильный маслянистый нагар, и налипание его на колесо турбины, что, опять же, вызывает дисбаланс ротора, и от этого уплотнительные кольца теряют свою эффективность, и происходит утечка масла.

К техническим ограничениям при эксплуатации можно отнести проблемы запуска и остановки турбированного двигателя и явление «турболаг». При запуске турбированного двигателя требуется работа силового агрегата на холостом ходу в течение нескольких минут независимо от погодных условий. Причиной тому является масляное голодание, возникающее в первые минуты после запуска. Частично эта проблема может решаться использованием предпусковых подогревателей незадолго до начала езды или рабочего процесса.

При эксплуатации транспорта, оснащенного турбокомпрессором, также, как и при запуске, требуется работа силового агрегата на холостом ходу. Причиной является сильно нагретая часть турбины в процессе работы. При выключении зажигания масло перестает циркулировать и охлаждать «горячий» контур турбины, что является губительным для подшипников и втулок с последующим выходом из строя всей системы. Данная проблема решается установкой турботаймера, обеспечивающего необходимую работу холостого хода для сохранения ресурса турбины, если остановка ДВС произошла непреднамеренно или есть срочность покинуть транспортное средство. «Турболаг» (от англ. Turbolag, Turbo – «турбина», lag – «задержка») – задержка между нажатием на педаль акселератора и приростом мощности двигателя. Данное ограничение является следствием того, что работа системы турбокомпрессора носит инерционный характер и зависит от размера турбины [18, 19]. Зависимость, отражающая явление «турболаг» или «турбояма» представлена на рисунке 2.

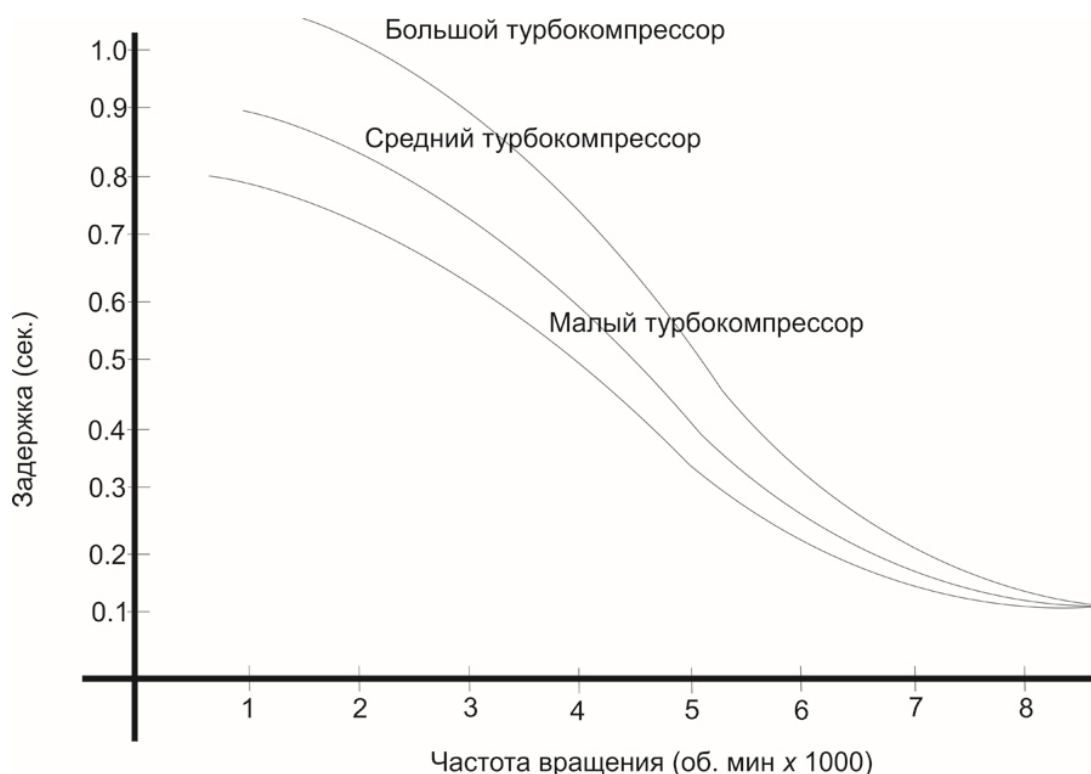


Рисунок 2 – Графическая зависимость явления «турболаг» от размера рабочих органов и частоты вращения

Из рисунка 2 видно, что чем больше диаметр турбины и крыльчатка, внутри нее, тем большая «турбояма» ожидается в определенном временном интервале и при заданной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

В нашей дальнейшей исследовательской работе предполагается изучение закономерностей изменения температуры масла на входе в подшипник турбокомпрессора и на выходе из него. Температура масла сложным образом изменяется в зависимости от режимов работы турбокомпрессора [20-24]. Создание данных диапазонов режимов при тестовом нагружении двигателя важная задача предстоящих исследований. И в тот же момент, оснащение турбокомпрессорной установки средствами измерения и контроля – вторая задача, требующая изучения рабочих характеристик турбокомпрессора в широком диапазоне его работы. После последует экспериментальная работа и анализ данных изменения температуры масла с целью управления процессом смазки и улучшением условий работоспособности системы турбонаддува.

Литература

1. Адигамов, Н. Р. Теория и практика определения остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов / Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 44-48.
2. Гималтдинов, И. Х. Решение инженерной задачи при разработке прибора для вычисления остаточного ресурса подшипников качения / И. Х.

- Гималтдинов, Р. С. Шайхетдинова // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 7. – С. 112-116.
3. Адигамов, Н. Р. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм / Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 2(20). – С. 89-90.
4. Гималтдинов, И. Х. Безразборное определение остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов / И. Х. Гималтдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 192-198.
5. Молчан, А. М. Стенд для испытания надежности элементов погружных электродвигателей / А. М. Молчан, Р. Т. Гусейнов, В. А. Некрасов // Новые технологии и проблемы технических наук, Красноярск, 01 ноября – 01 2020 года. – Красноярск: Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН), 2020. – С. 17-21.
6. Рытов, К. П. Повышение эффективности эксплуатации автомобильных двигателей на основе сравнения работоспособности / К. П. Рытов, Н. В. Примаков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1(93). – С. 98-102. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-93-1-98-102.
7. Изменение импульсно-силовой характеристики двигателя при работе с отключением цилиндров в режиме холостого хода / А. Ф. Курносов, Ю. А. Гуськов, В. Н. Корниенко, А. А. Галынский // Технический сервис машин. – 2022. – № 3(148). – С. 21-33. – DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-3-21-33.
8. Интеллектуализация процесса диагностики автомобилей на основе машинного обучения / П. А. Буйвол, А. И. Ворошилов, А. Е. Кривоногова, И. В. Макарова // Грузовик. – 2022. – № 8. – С. 38-43.
9. Задорожная, Е. А. Обзор структуры внезапных выходов из строя узлов трения автосамосвалов "БЕЛАЗ" на разрезе "черногорский" / Е. А. Задорожная, С. П. Маслюков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2022. – Т. 22. – № 2. – С. 64-73. – DOI 10.14529/engin220206.
10. Задорожная, Е. А. Изнашивание узлов трения механизмов и машин / Е. А. Задорожная, И. Г. Леванов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет, Политехнический институт, Кафедра «Автомобильный транспорт». – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 163 с.
11. Моделирование гидродинамических подшипников скольжения с учётом индивидуальных противоизносных свойств смазочных материалов / И. Г. Леванов, Е. А. Задорожная, И. В. Мухортов, Д. Н. Никитин // Вестник Южно-Уральского государственного университета.

Серия: Машиностроение. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 14-28. – DOI 10.14529/engin210102.

12. Леванов, И. Г. Модернизация машины трения ИИ5018 для проведения исследований гидродинамических подшипников скольжения / И. Г. Леванов, Е. А. Задорожная, Д. Н. Никитин // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2020. – № 9. – С. 207-223. – DOI 10.1872/MMF-2020-16.

13. Анализ факторов, влияющих на работоспособность подшипникового узла турбокомпрессора / А. С. Денисов, А. А. Коркин, А. Р. Асоян // Вестник Саратовского государственного технического университета. – Саратов: СГТУ. – 2010, №3(46). – с. 53-57.

14. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторных двигателей улучшением смазывания подшипникового узла / Г. Г. Гаффаров, Р. Ф. Калимуллин, С. Ю. Коваленко, А. Т. Кулаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2015. – Т. 15. № 3. – С. 18-27.

15. Математическая модель индивидуальной системы смазки подшипника турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / И. Г. Галиев, К. А. Хафизов, Р. Р. Шайхутдинов, А. Р. Галимов // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4 (274). – С. 39-43.

16. Модернизация системы смазки подшипникового узла турбокомпрессора автотракторного двигателя / И. Г. Галиев, К. А. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. № 1 (52). – С. 71-76.

17. Определение и обеспечение работоспособности турбокомпрессора / А. Р. Галимов, И. Г. Галиев, К. А. Хафизов, Э. Р. Галимов // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 4 (119). – С. 42-50.

18. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / И. Г. Галиев, А. Т. Кулаков, А. Р. Галимов // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2020. – № 2 (68). – С. 252-258.

19. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров ТКР 7Н / А. С. Денисов, А. Ф. Малаховецкий, А. Т. Кулаков, Н. И. Светличный, Г. Г. Гаффаров, Р. Т. Тазеев // Вестник СГТУ. – 2004. – № 1 (2). – С. 69 - 76.

20. Плаксин, А. М. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 70. – С. 130-135.

21. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42.

22. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138. – DOI 10.1051/bioconf/20213700138
23. Синицкий, С. А. Влияние нагрузки машинно-тракторного агрегата на показатели двигателя в условиях эксплуатации: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства", 05.04.02 "Тепловые двигатели": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Синицкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 19 с.
24. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
25. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 621.432

Гриценко Александр Владимирович

Доктор технических наук, профессор

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

alexgrits13@mail.ru

Бурцев Александр Юрьевич

Кандидат технических наук, доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.

Горбачева, г. Белово

burzeval2009@yandex.ru

Гималтдинов Ильдус Хафизович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

tskazgau@mail.ru

Рахимов Жанат Сагындыкович

Аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

Челябинск

rahimov-96@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДА МАСЛА ЧЕРЕЗ ПОДШИПНИК РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА K27-145 СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

Аннотация: В данной статье приводятся результаты экспериментального исследования расхода масла через подшипник ротора турбокомпрессора. Эксперименты проводились на стенде с турбокомпрессором K27-145. Установлены границы режимов использования турбокомпрессора и рабочие параметры.

Ключевые слова: турбонаддув, диагностический комплекс, подшипник, перегрев, режим, контроль, моделирование.

Alexander V. Gritsenko

Doctor of Technical Sciences, Professor

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

alexgrits13@mail.ru

Alexander Y. Burtsev

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kuzbass State Technical University T.F. Gorbachev, Belovo, Russia

burzeval2009@yandex.ru

Ildus Kh. Gimaltdinov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

tskazgau@mail.ru**Zhanat S. Rakhimov***Graduate student**South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia*rahimov-96@mail.ru

Abstract: This article presents the results of an experimental study of oil flow through the bearing of the turbocharger rotor. The experiments were carried out on a stand with a K27-145 turbocharger. The boundaries of the modes of use of the turbocharger and operating parameters have been established.

Key words: turbocharging, diagnostic complex, bearing, overheating, mode, control, simulation.

Введение. Современные сельскохозяйственные тракторы оснащают турбонаддувом. Главной целью которого является обеспечение высоких мощностных показателей при сохранении ресурсных параметров. Исследованием ресурса различных узлов и систем занимались многочисленные научные коллективы [1, 2]. В этих работах были представлены различные модели изменения ресурсных показателей [4]. Рассмотрены факторы, влияющие на ускоренный износ сложнагруженных элементов [5]. В частности, по надежности турбокомпрессоров в ряде работ главными факторами повышенного износа отмечаются высокие нагрузки [6, 7]. Для продления срока службы турбокомпрессоров предлагается большое число мероприятий [8, 9]. Это установка гидроаккумулятора и автономной системы смазки [10, 11]. Множественные работы по совершенствованию подшипниковых узлов турбокомпрессора [12, 13]. Все предложенные мероприятия дают положительный эффект в сложных условиях работы элементов турбокомпрессора [14, 15]. Однако степень влияния каждого из предложенных решений очень различна и требует дополнительных исследований [16, 17, 18]. Особенно в области изменения температурных процессов в слое масла на входе, в зазоре и на выходе из подшипника [19, 20]. Так, например, из исследований в работах А.Т. Кулакова, А.С. Денисова и Н.В. Орлова следует, что на температуру подшипника турбокомпрессора существенное влияние оказывают температура отработавших газов и время дополнительной подачи масла, обеспечиваемой автономной системой смазки рисунок 1.

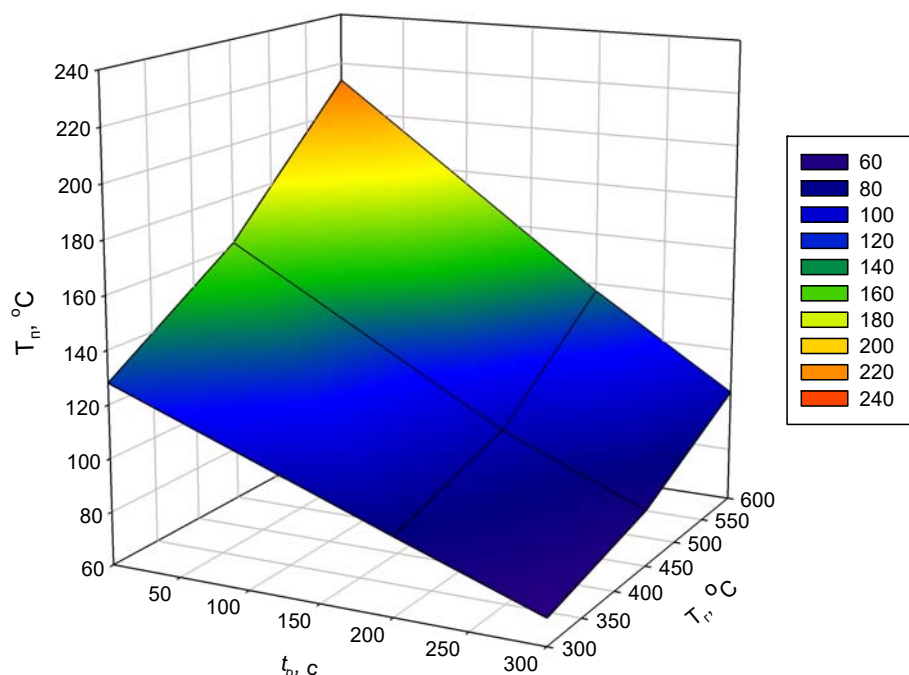


Рисунок 1 - Взаимосвязь температуры подшипника T_n , °C от температуры отработавших газов T_g , °C и времени дополнительной подачи масла t_p , с с помощью автономной системы смазки

Как видно из рисунка 1 в зоне высоких температур отработавших газов и малых или отсутствующих подключений автономной системы смазки температура подшипника турбокомпрессора достигает максимальных значений – 215...217 °C. Поэтому в эксплуатации важно обеспечить такие условия процесса смазки, чтобы исключить, перегрев подшипника и масла [18].

Материалы и методы исследований.

Для проведения комплексных мероприятий по повышению надежности турбокомпрессора был изготовлен комплекс (рис. 2)



Рисунок 2 - Испытательный комплекс

Испытательный комплекс включает в себя полноразмерный двигатель, выпускную систему, автономную смазочную систему. Для контроля температурных параметров масла на сливе из турбины был установлен трехпозиционный кран рисунок 3.



Рисунок 3 – Трехпозиционный кран

Для того, чтобы не отсоединять соединительные трубы сливной магистрали турбокомпрессора был установлен трехпозиционный кран (рисунок 3) обеспечивающий быстрое переключение потоков со сливной магистрали на контролируемый слив. Где устанавливалась мерная емкость для определения объема масла за заданный временной интервал. В экспериментальной работе применялось турбинное масло Лукойл Люкс турбодизель SAE 10W40 API CF с рабочими параметрами, рекомендуемыми для систем турбонаддува [17]. На испытательном комплексе задавались диапазоны: частоты вращения ротора турбокомпрессора – 25000...80000 мин⁻¹; давления масла во входной магистрали подшипника – 0,05...0,5 МПа; температуры масла на входе в подшипник – 0-100 °С. В данной экспериментальной работе измерения производились при постоянной величине давления масла на входе в подшипник турбокомпрессора – $P_{вх}=0,4$ МПа, при вариации других параметров. Вариация значений входных параметров задавалась с учетом минимальных и максимальных границ работоспособности. Так, например, частота вращения ротора турбокомпрессора с учетом допусков была выбрана в диапазоне трех значений: 25000, 50000 и 75000 мин⁻¹, с дискретностью в 25000 мин⁻¹. Температура масла на входе в подшипник задавалась в диапазоне трех значений: 50, 70 и 90 °С, с

дискретностью в 20 °С. Все результаты эксперимента обрабатывались в приложении Sigma Plot.

Анализ и обсуждение результатов.

По полученным экспериментальным данным была построена графическая зависимость времени наполнения мерной емкости объемом 1 литр на сливе ТКР t , с от входной температуры масла в подшипник ТКР $T_{вх}$, °С и частоты вращения ротора ТКР n , мин⁻¹ (при постоянной величине давления масла на входе в подшипник ТКР $P_{вх}=0,4$ МПа) рисунок 4.

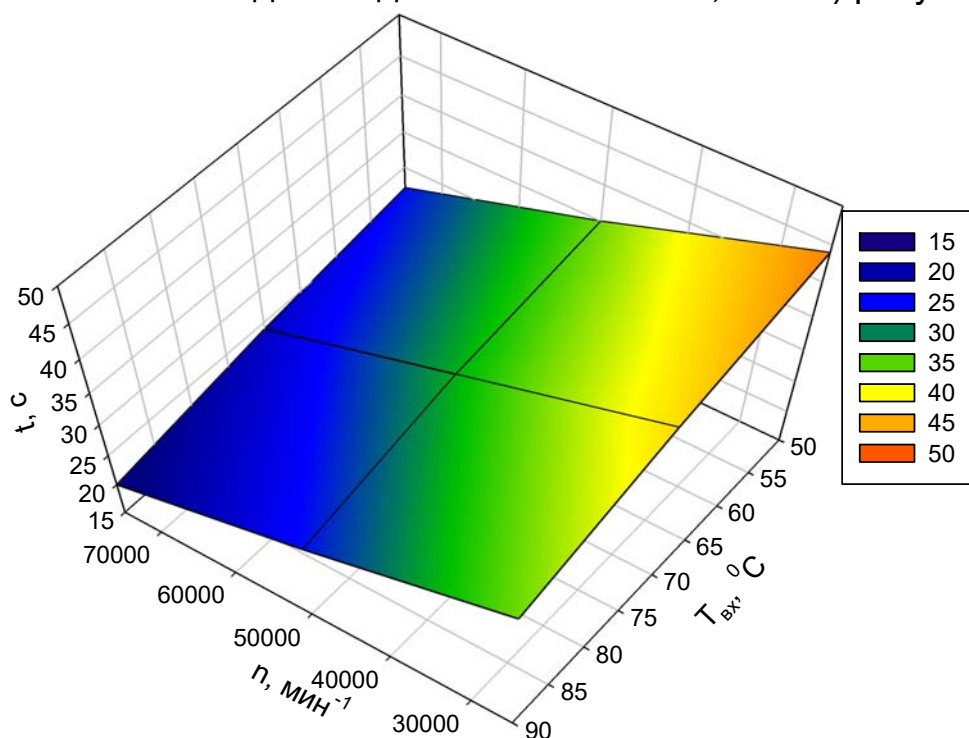


Рисунок 4 – Экспериментальная взаимосвязь расходной характеристики подшипника турбокомпрессора от режимных параметров

Описывая процесс на рисунке 4 полиномом второго порядка с достоверностью аппроксимации $R^2=0,98$ получим:

$$t(n, T_{вх}) = 54,94 - 0,0004 \cdot n + 0,033 \cdot T_{вх} + 5,33 \cdot 10^{-10} \cdot n^2 - 0,0017 \cdot T_{вх}^2, (1)$$

Как видно из рисунка 4 с приростом частоты вращения ротора турбокомпрессора время наполнения заметно снижается (при одной и той же температуре масла). Объяснить динамику снижения можно большим вовлечением масла в зазор подшипника. Одновременно, повышение температуры входного масла также приводит к заметному уменьшению времени наполнения, что объясняется лучшей текучестью масла и прокачиваемостью через минимальные зазоры.

Выводы. Современные сельскохозяйственные машины практически 100% на сегодня оснащены турбонаддувом. Что требует гораздо более качественного обслуживания и контроля двигателя и отдельных систем. Особенно важно обеспечивать необходимый расход

масла при приемлемой температуре без его перегрева. С целью исследования расхода масла через подшипник ТКР при различных температурах процесса смазки был изготовлен экспериментальный комплекс. Экспериментальные исследования на нем позволили определить границы работоспособности системы турбонаддува.

Литература

1. Адигамов, Н. Р. Теория и практика определения остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов / Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 44-48.
2. Молчан, А. М. Стенд для испытания надежности элементов погружных электродвигателей / А. М. Молчан, Р. Т. Гусейнов, В. А. Некрасов // Новые технологии и проблемы технических наук, Красноярск, 01 ноября – 01 2020 года. – Красноярск: Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН), 2020. – С. 17-21.
3. Рытов, К. П. Повышение эффективности эксплуатации автомобильных двигателей на основе сравнения работоспособности / К. П. Рытов, Н. В. Примаков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1(93). – С. 98-102. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-93-1-98-102.
4. Гималтдинов, И. Х. Решение инженерной задачи при разработке прибора для вычисления остаточного ресурса подшипников качения / И. Х. Гималтдинов, Р. С. Шайхетдинова // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 7. – С. 112-116.
5. Адигамов, Н. Р. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм / Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 2(20). – С. 89-90.
6. Моделирование гидродинамических подшипников скольжения с учётом индивидуальных противоизносных свойств смазочных материалов / И. Г. Леванов, Е. А. Задорожная, И. В. Мухортов, Д. Н. Никитин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 14-28. – DOI 10.14529/engin210102.
7. Гималтдинов, И. Х. Безразборное определение остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов / И. Х. Гималтдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 192-198.
8. Задорожная, Е. А. Изнашивание узлов трения механизмов и машин / Е. А. Задорожная, И. Г. Леванов; Министерство науки и высшего

образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет, Политехнический институт, Кафедра «Автомобильный транспорт». – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 163 с.

9. Леванов, И. Г. Модернизация машины трения ИИ5018 для проведения исследований гидродинамических подшипников скольжения / И. Г. Леванов, Е. А. Задорожная, Д. Н. Никитин // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2020. – № 9. – С. 207-223. – DOI 10.1872/MMF-2020-16.

10. Задорожная, Е. А. Обзор структуры внезапных выходов из строя узлов трения автосамосвалов "БЕЛАЗ" на разрезе "Черногорский" / Е. А. Задорожная, С. П. Маслюков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2022. – Т. 22. – № 2. – С. 64-73. – DOI 10.14529/engin220206.

11. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторных двигателей улучшением смазывания подшипникового узла / Г. Г. Гаффаров, Р. Ф. Калимуллин, С. Ю. Коваленко, А. Т. Кулаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2015. – Т. 15. № 3. – С. 18-27.

12. Анализ факторов, влияющих на работоспособность подшипникового узла турбокомпрессора / А. С. Денисов, А. А. Коркин, А. Р. Асоян // Вестник Саратовского государственного технического университета. – Саратов: СГТУ. – 2010, №3(46). – с. 53-57.

13. Математическая модель индивидуальной системы смазки подшипника турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / И. Г. Галиев, К. А. Хафизов, Р. Р. Шайхутдинов, А. Р. Галимов // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4 (274). – С. 39-43.

14. Модернизация системы смазки подшипникового узла турбокомпрессора автотракторного двигателя / И. Г. Галиев, К. А. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. № 1 (52). – С. 71-76.

15. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров ТКР 7Н / А. С. Денисов, А. Ф. Малаховецкий, А. Т. Кулаков, Н. И. Светличный, Г. Г. Гаффаров, Р. Т. Тазеев // Вестник СГТУ. – 2004. – № 1 (2). – С. 69-76.

16. Леванов, И. Г. Методика расчёта ресурса подшипников скольжения на ранних этапах проектирования поршневых и роторных машин / И. Г. Леванов, Е. А. Задорожная, Д. Н. Никитин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 5-21. – DOI 10.14529/engin210301.

17. Никитин, Д. Н. Расчётно-экспериментальная методика определения предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения / Д. Н. Никитин, Е. А. Задорожная, И. Г. Леванов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2022. – Т. 22. – № 1. – С. 5-23. – DOI 10.14529/engin220101.

18. Определение теплового состояния элементов турбокомпрессора поршневого двигателя / Е. А. Задорожная, В. С. Худяков, С. В. Сибиряков, Е. Д. Напимерова // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2022. – № 10(751). – С. 11-25. – DOI 10.18698/0536-1044-2022-10-11-25.
19. Плаксин, А. М. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 70. – С. 130-135.
20. Способ обеспечения работоспособности турбокомпрессора дизелей применением автономного смазочно-тормозного устройства / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев, К. В. Глемба // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6(105). – С. 89-94.

© Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х., Рахимов Ж.С., 2022

УДК 621.43

Караулов Артем Вячеславович

Аспирант

*Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*Karaulov9828@mail.ru**Гриценко Александр Владимирович***Доктор технических наук, профессор**Южно-Уральский государственный аграрный университет,**Челябинск*alexgrits13@mail.ru**Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*tskazgau@mail.ru

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ
РАЗГОНА И ВЫБЕГА**

Аннотация. В статье рассматривается проблема обеспечения заводского ресурса двигателя и цилиндропоршневой группы, в частности. Любые изменения технического состояния цилиндропоршневой группы приводят к изменению параметров разгона и выбега коленчатого вала двигателя. Разработке метода контроля параметров разгона-выбега и технологии диагностирования цилиндропоршневой группы посвящена дальнейшая экспериментальная работа.

Ключевые слова: двигатель, разгон, ускорение, цилиндропоршневая группа, выбег, замедление, износ, отказ.

Artem V. Karaulov*Graduate student**South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia*Karaulov9828@mail.ru**Alexander V. Gritsenko***Doctor of Technical Sciences, Professor**South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia*alexgrits13@mail.ru**Ildus Kh. Gimaltdinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*tskazgau@mail.ru

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DIAGNOSING A CYLINDER-PISTON GROUP OF AGRICULTURAL TRACTOR ENGINES BASED ON ACCELERATION AND RUN-OUT CHARACTERISTICS

Annotation. The article deals with the problem of ensuring the factory resource of the engine and the cylinder-piston group in particular. Any changes in the technical condition of the cylinder-piston group lead to a change in the acceleration and run-out parameters of the engine crankshaft. Further experimental work is devoted to the development of a method for monitoring the acceleration-run-out parameters and a technology for diagnosing a cylinder-piston group.

Key words: engine, acceleration, acceleration, cylinder-piston group, run-out, deceleration, wear, failure.

Актуальность работы. В условиях эксплуатации современных машин на первый план выходит обеспечение надежности [1, 2]. Среди систем автотракторных двигателей наибольшее число отказов приходится на топливную систему [3, 4]. По ряду данных отказы топливной системы составляют до 25% [5]. Однако, отказы элементов топливоподачи сказываются на надежности других систем [6]. В частности, надежность цилиндропоршневой группы существенно снижается при проблемах с топливоподачей [7]. Износ ЦПГ ускоряется в разы [8]. При этом возрастает мощность механических потерь, токсичность и расход топлива [9]. Данные параметры на практике контролируют различными методами [10]. Среди них выделяют интеллектуальные системы диагностирования [11]. Распространены также экспертные системы и комплексы [12]. Заслуживают внимание тестовые методы контроля параметров двигателя [13, 14]. Тестовые методы позволяют на основе полученных данных испытаний предсказать ресурс систем двигателя [15]. В данных методах задействованы осциллографические методы регистрации данных [16, 17]. Позволяющие визуализировать процесс и в режиме реального времени сопоставлять данные с эталонной работой [18]. Такую высокую степень визуализации можно реализовать в известных эндоскопических методах [19].

Материалы и их анализ. В данной статье акцент делается на контроль технического состояния ЦПГ. В случае отказа ЦПГ денежные затраты и трудоемкость его устранения несопоставимы с любым другим отказом ДВС [19]. При этом существует значительная проблема охвата диагностики ДВС: лишь 29% узлов двигателя подвергается диагностированию, соответственно 71% элементов ДВС и его систем – недиагностируемые или сложнодиагностируемые [20].

Рассмотрим отдельные составляющие ЦПГ на схеме (рисунок 1).

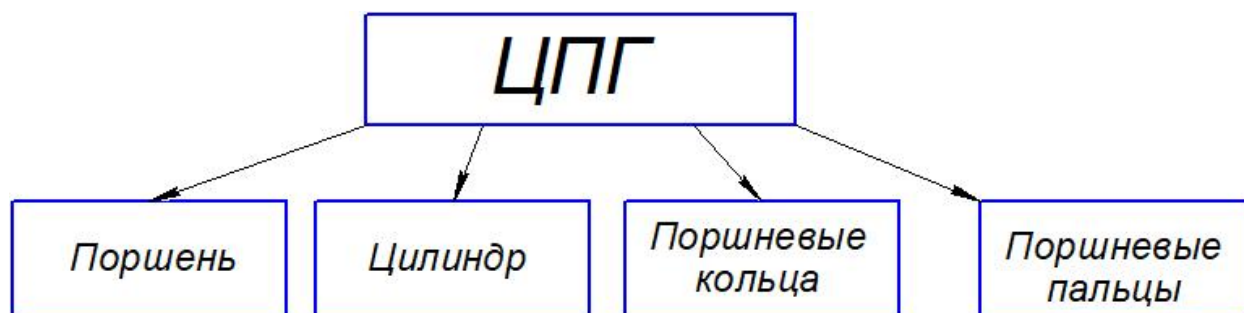


Рисунок 1 - Схема для анализа составляющих ЦПГ

В современной ЦПГ самые существенные нагрузки и температуры возникают внутри цилиндра и на поверхности днища поршня, который поступательно движется вниз и вверх внутри гильзы, при этом передает шейке коленчатого вала движение через шатун. От шатуна передается вращение коленчатому валу, таким образом, чтобы поступательное движение поршней трансформировалось во вращательное движение. Энергия газов передается на поршень и через него, посредством колец, к цилиндру. В стыке кольца и цилиндра возникают самые суровые условия работы масла. Смывающееся в масло топливо и охлаждающая жидкость или попадающие продукты износа вызывают ускоренный износ ЦПГ. Перегрев двигателя приводит к сложным последствиям, среди которых: залегание колец, прогар перегородок поршня, надиры.

Проведем анализ причин повреждений цилиндропоршневой группы в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Причины повреждения ЦПГ

№	Причины дефектов (повреждения) ЦПГ
1	Отказы системы топливоподачи
2	Перегревы и превышение нагрузок
3	Загрязнение системы вентиляции картера
4	Попадание в камеру сгорания моторного масла
5	Нарушения фаз газораспределения
6	Отказы системы зажигания
7	Гидроудары

Насчитывается большое количество причин повреждения цилиндропоршневой группы, в таблице 1 представлены наиболее возможные и частые причины дефектов ЦПГ. Часть дефектов ЦПГ может возникнуть вследствие ошибок при сборке двигателя.

В диагностировании важную роль играют причинно-следственные связи, изучив которые, можно выделить определенные закономерности износа или повреждений ЦПГ. Например, задиры от недостаточного зазора в цилиндре могут находиться на нагруженной и ненагруженной стороне поршня, это связано с тем, что масляная пленка вытесняется расширяющимся поршнем. Задиры могут возникать вследствие работы

ЦПГ без смазки на одной стороне поршня (чаще всего на нагруженной), также это связано с тем, что масляная пленка может прерваться вследствие недостаточной смазки или высоких температур. Также имеет место возникновение эрозионного износа материала на днище поршня, это является следствием нарушения режима сгорания, при длительной детонации и интенсивного сгорания с недостатком свободного кислорода.

Выводы: Любые износы приводят к отклонению временных параметров разгона и выбега коленчатого вала двигателя. Целью будущих исследований является установление взаимосвязи технического состояния цилиндропоршневой группы с выходными параметрами характеристик разгона и выбега. Своевременное определение возникающих изменений параметров разгона и выбега поможет установить зреющий отказ. И предсказать ресурс ЦПГ и в целом двигателя на перспективу срока эксплуатации.

Литература

1. Параметры распределения ресурса упорного подшипникового узла скважинных электронасосов / Л. А. Саплин, В. А. Буторин, Р. Т. Гусейнов, И. Б. Царев // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 130-134.
2. Оценка параметра начальной скорости изнашивания модели долговечности упорного подшипникового узла погружных электродвигателей / В. А. Буторин, Л. А. Саплин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 5. – С. 801-805.
3. Краснокутский, В. В. Системы питания дизельных двигателей / В. В. Краснокутский, М. А. Русанов, и. п. Трояновская. Том Часть 1. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 72 с.
4. Краснокутский, В. В. Системы питания дизельных двигателей / В. В. Краснокутский, М. А. Русанов, И. П. Трояновская. Том Часть 2. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 61 с.
5. Краснокутский, В. В. Системы питания дизельных двигателей: Учебное пособие / В. В. Краснокутский, М. А. Русанов, И. П. Трояновская. Том Часть 3. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 86 с.
6. Кадилов, Ш. Р. Методика определения уровня качества ремонта тракторов и обоснование мероприятий по ее повышению / Ш. Р. Кадилов, А. А. Мухаметшин, И. Г. Галиев // Проблемы научной мысли. – 2019. – Т. 2. – № -2. – С. 018-022.
7. Гарифуллин, Р. Ф. Анализ работ по оптимизации использования ресурса тракторов в аграрном производстве / Р. Ф. Гарифуллин, Ш. Р. Кадилов, И. Г. Галиев // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 7. – № 1. – С. 094-098.
8. Пичугин, А. И. Повышение эффективности диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильных двигателей путем совершенствования методов и средств распознавания ее состояний: специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического

обслуживания в сельском хозяйстве»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пичугин Александр Игоревич. – Саратов, 2011. – 23 с.

9. Николаев, Е. В. Факторы, влияющие на параметр расхода картерных газов как основной показатель технического состояния ЦПГ / Е. В. Николаев, Н. С. Нистратова // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 10. – С. 45-46.

10. Куков, С. С. Совершенствование процесса диагностирования цилиндропоршневой группы / С. С. Куков, А. В. Гриценко, Д. Д. Бакайкин // Достижения науки - агропромышленному производству: материалы LV международной научно-технической конференции. Челябинск, 27–29 января 2016 года / ФГБОУ ВО ЮУрГАУ. Том Часть 2. – Челябинск: ЮУрГАУ, 2016. – С. 77-82.

11. Куков, С. С. Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса / С. С. Куков, А. В. Гриценко // АПК России. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 400-407.

12. Галиев, И. Г. Определение перечня факторов, характеризующих условия эксплуатации тракторов / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 77-80. – DOI 10.12737/14761.

13. Николаев, Е. В. Оптимизация режимов диагностирования двигателей по параметрам картерных газов / Е. В. Николаев // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 111. – № 1. – С. 8-12.

14. Гриценко, А. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей / А. В. Гриценко, О. Н. Ларин, К. В. Глемба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 113-118.

15. Технология диагностирования машин / В.А. Опанович, Ю.Д. Карпиевич // Белорусский национальный технический университет. – 2011. – С. 45-52.

16. Савченко О. Ф., Альт В. В., Ольшевский С. Н., Добролюбов И. П. Развитие технических средств диагностирования тракторных ДВС по параметрам рабочих процессов. Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 106-112.

17. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский

государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

18. Шумилин А. Д., Лянденбургский В. В., Капунова М. К., Ивахин В. В., Моисеев И. С. Экспертная система контроля технического состояния автомобилей. Научное обозрение. – 2016. – № 4. – С. 85-89.

19. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – № 18(145). – С. 53-56.

20. Вертей М.Л. Обоснование способа разгона двигателя с принудительным впрыском топлива и электрическим управлением топливopодачей при проведении тестового диагностирования. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (124). – С. 112-116.

21. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138. – DOI 10.1051/bioconf/20213700138

22. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя для запуска в зависимости от температуры окружающей среды / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, С. А. Синицкий [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4(64). – С. 53-58. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-53-58.

© Караулов А.В., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х. 2022

УДК 621.2.082.18

Ахунзянов Ринат Рамилевич

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Rintik2021@mail.ru

Адигамов Наиль Рашатович

Доктор технических наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, Казань

n-adigamov@rambler.ru

ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. Одной из важных проблем в машиностроении является восстановление деталей машин и агрегатов. Детали машин и агрегатов спроектированы и созданы с определенным ресурсом. Из-за различных факторов детали машин и агрегатов исчерпывают свой ресурс преждевременно. В следствие этого возникает потребность в замене детали или же его восстановлении. В данной статье рассматриваются большинство популярных технологий восстановления высокоточных деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей, а также предлагается актуальный способ восстановления деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей с помощью электроискрового восстановления и упрочнения.

Ключевые слова: топливная аппаратура, износ, обработка, восстановление.

Rinat R. Akhunzyanov

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Rintik2021@mail.ru

Nail R. Adigamov

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

n-adigamov@rambler.ru

TECHNOLOGIES FOR THE RESTORATION OF HIGH-PRECISION PARTS OF DIESEL ENGINE FUEL EQUIPMENT

Abstract: One of the important problems in mechanical engineering is the restoration of machine parts and assemblies. Details of machines and units are designed and created with a certain resource. Due to various factors, machine parts and assemblies exhaust their resource prematurely. As a result, there is a need to replace the part or restore it. This article discusses most of the

popular technologies for the restoration of high-precision parts of the fuel equipment of diesel engines, and also proposes an actual method for the restoration of parts of the fuel equipment of diesel engines using electrospark reduction and hardening.

Keywords: fuel equipment, wear, processing, restoration.

Автомобильный транспорт – это сложная техника, в которой сочетаются множество сложных систем, таких как система охлаждения, система питания, система подвески, тормозная и рулевая система [1]. Топливная аппаратура относится к системе питания и является одной из ключевых систем в автомашине. Топливная аппаратура выполняет роль дозатора топлива в камеру сгорания. Ее техническое состояние напрямую влияет на точность и равномерность подачи. Повышенная надежность топливной аппаратуры обеспечивается высокой точностью изготовления входящих деталей с получением диаметрального зазора порядка 1–3 мкм между рабочими поверхностями [2]. Это требование достигается применением сталей, которые после термической, химико-термической и обработки холодом обладают твердостью более HRC 60, хорошей шлифуемостью и способностью доводки поверхностей до параметра шероховатости Ra 0,04–0,08 мкм [3]. При отказе данной системы дальнейшее движение машины невозможно. Поэтому к этой системе приводится особое внимание. Без тщательной подборки материалов, зазоров и максимально точной совместимости частиц этой системы ее работа невозможна. Поэтому, детали топливной аппаратуры довольно дорогие, так как необходима точная подборка. Поэтому при неисправности топливной аппаратуры важно определить ремонтпригодность вышедшего из строя объекта. Так как замена каждой неисправной детали влечет за собой экономические убытки [4]. Вслед за затратами на новые запасные части параллельно будут убытки вследствие простоя автомашины из-за ожидания данных деталей. Также необходимо найти наиболее подходящий метод восстановления деталей. Детали машин и агрегатов спроектированы и созданы с определенным ресурсом.

Основными причинами износа деталей топливной аппаратуры являются:

- 1) Вибрация
- 3) Качество Топлива
- 4) Возвратно-поступательное и вращательное движение в условии трения
- 5) Динамические нагрузки в плунжерных парах

Зачастую из за различных факторов детали машин и агрегатов исчерпывают свой ресурс преждевременно[5]. Происходит это из за износа поверхностей деталей. Детали топливной аппаратуры испытывают практически все виды износов: усталостный, абразивный,

кавитационный, эрозионный, коррозионный, и т.д. Износ - это естественный процесс, но сложные условия работы могут вызывать ускоренное появление износа у деталей машин и агрегатов [6]. Наиболее широко распространены механические, термические, электроэрозионные и коррозионные износы. Механический износ возникает вследствие трения [7]. Термический износ возникает в результате повышенных температур. При термическом износе происходит снижение механической прочности из-за ускорения процесса окисления рабочих поверхностей. Коррозионный износ происходит из-за окисления металлических деталей [8]. Агрессивность среды, а также повышенная влажность могут служить катализатором для данного процесса.

Из известных на данный момент способов восстановления деталей топливной аппаратуры большинство имеет свои недостатки. Так, например, гальваническое хромирование имеет низкую адгезию покрытия с основой [9]. Также данный способ дорогой в экономическом плане, и трудоемкий. Также наносится вред экологии [10]. Известно также гальваническое никелирование. Недостатком его является плохая адгезия покрытия с основой и низкая износостойкость [11]. Также можно вспомнить способ восстановления деталей топливной аппаратуры горячим пластическим деформированием. Данный способ имеет большую трудоемкость механической и термической обработки, также он дорогой в использовании [12].

В нынешнее время актуален метод электроискрового восстановления и упрочнения деталей машин и агрегатов [13]. Суть данного метода заключается в том, что при наплавке электродом, совершающим колебания, материал электрода переносится на поверхность тем самым упрочняя ее. Материалом электрода служит вольфрам. Также для увеличения упрочнения добавляют порошок с необходимыми компонентами [14]. При электроискровом легировании появляются микроразряды, которые воздействуют на обрабатываемую металлическую деталь [15].

При колебательных движениях электрода в рабочей зоне возникает электрический разряд между электродом и с обрабатываемой поверхностью [16] [17]. Другими словами, анод электрода и катод обрабатываемой поверхности образуют разряд. Подбирая необходимую емкость конденсаторов, силу тока, состав порошков можно максимально точно добиться необходимых характеристик и свойств упрочненного материала [18].

В заключение можно сказать, что в современном мире все еще долгое время будет актуально восстанавливать детали, подвергшиеся износу, тем более дорогие, как детали топливной аппаратуры. Восстановление деталей экономит средства, а также экономит время, которое при покупке новой запчасти ушло бы на ожидание прибытия данной запчасти в предприятие [19]. Также стоит отметить, что в

современном мире есть различные способы восстановления деталей, и для каждой детали можно найти наиболее подходящий метод с максимальным эффектом коэффициента полезного действия [20]. Одним из таких является метод электроискрового упрочнения, который точно восстанавливает изношенную деталь и существенно повышает износостойкость и прочность в сравнении с необработанными деталями.

Литература

1. Влияние качества присадок к дизельному топливу на ресурс топливной аппаратуры дизельных двигателей / Сухомлинов К.В., Щилов В.Н. // В сборнике: Вопросы эксплуатации и технического сервиса энергетических установок, транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых исследователей. Министерство сельского хозяйства РФ; Азово-Черноморский инженерный институт - филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Донской государственной аграрный университет" в г. Зернограде; Совет инженерно-технологического факультета и Совет молодых ученых и специалистов. 2022. С. 88-89.
2. К вопросу повышения ресурса прецизионных деталей топливной аппаратуры / Моргунов А.С. // В сборнике: Сборник работ выпускников факультета механизации сельского хозяйства, посвященный дню инженера-механика. сборник научных статей выпускников, посвященный Дню инженера-механика, 70-летию факультета механизации сельского хозяйства и 90-летию Ставропольского государственного аграрного университета. Ставрополь, 2021. С. 97-100.
3. Работоспособность топливной аппаратуры дизелей / Королев А.Е. // Дневник науки. 2019. № 4 (28). С. 56.
4. Анализ условий работы и причин отказов дизельной топливной аппаратуры / Шмидт А.Н., Кузьмин Д.Е., Керученко Л.С., Союнов А.С. // Вестник современных исследований. 2019. № 3.13 (30). С. 197-200.
5. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р.Р. Шайхутдинов, И.Г. Галиев, Р.Р. Ахметзянов, И.И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.
6. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01М 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
7. Optimization of main parameters of tractor and unit for plowing soil, taking into account their influence on yield of grain crops / С. Khafizov, R. Khafizov, A. Nurmiev, I. Galiev // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–

22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – Р. 585-590. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF131.

8. Габдрафиков, Ф. З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф. З. Габдрафиков, И. Г. Галиев, У. С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.

9. Галиев, И. Г. Классификация факторов, влияющих на работоспособность турбокомпрессоров двигателей / И. Г. Галиев, В. И. Дардымов, В. Н. Малыгин // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 185-189.

10. Ахметзянов, Р. Р. Повышение долговечности подшипников сельскохозяйственной техники применением серографитовых композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 148-152. – EDN LDHRQZ.

11. Ахметзянов, Р. Р. Получение серографитового композиционного материала для изделий сельскохозяйственного машиностроения / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 104-111. – EDN YQPTWQ.

12. Ахметзянов, Р. Р. Композиционный материал для подшипников скольжения с эффектом фрикционного переноса / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 35-40. – EDN XWVIX.

13. Ахметзянов, Р. Р. Эффективность применения композиционных материалов в трибосопряжениях / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73. – № 2. – С. 92-96. – EDN ZHUXNV.

14. Ахметзянов, Р. Р. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41. – EDN YQRJWL.

15. Адигамов Н.Р. Пути повышения эффективности работы топливной аппаратуры автотракторных дизельных двигателей / С.Н. Шарифуллин, Н.Р. Адигамов. Казань, 2008.
16. Адигамов Н.Р. Анализ и оценка технологического уровня ремонтных предприятий республики Татарстан / Н.Ф. Вафин, Н.Р. Адигамов, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // В сборнике: Агроинженерная наука XXI века. Научные труды региональной научно-практической конференции. 2018. С. 304-308
17. Адигамов Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброисковой обработкой / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов, Л.А. Хисамов // В сборнике: Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Труды III международной научно-практической конференции. 2019. С. 226-229.
18. Адигамов Н.Р. Оптимизация основных параметров колесного трактора, работающего в составе посевного агрегата / К.А. Хафизов, Н.Р. Адигамов, Р.Н. Хафизов // Техника и оборудование для села. 2017. №4. С. 30-33.
19. Адигамов Н.Р. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т.6. №2 (20). С. 89-90.
20. Адигамов Н.Р. Обеспечение эффективного безаварийного функционирования оборудования для дробления кормов / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // В сборнике: Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков. Материалы научно-практической конференции. 2016. С. 130-136.

УДК 621.791.5

Зиятдинов Разиль Шамилович

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет, Казаньrazilka1998@gmail.com**Галиев Ильгиз Гакифович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*drGali@mail.ru**Кулаков Александр Тихонович***Доктор технических наук, профессор**ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет**(Набережночелнинский институт КФУ), Набережные Челны*

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДА РЕСУРСОВ АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ ТРАКТОРА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Тракторы эксплуатируются при различных условиях внешнего воздействия, что приводит к повышенному износу агрегатов и систем. Вследствие этого увеличивается количество внезапных отказов, которые приводят к потере работоспособности трактора. Исходя из этого, оптимизация расхода ресурсов агрегатов и систем техники агропромышленного комплекса является стратегически важным фактором обеспечения его работоспособности. В статье рассмотрен анализ факторов, влияющих на работоспособность тракторов в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: трактор, расход ресурса, работоспособность, оптимизация расхода ресурса.

Razil Sh. Ziiatdinov*Graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*razilka1998@gmail.com**Ilgiz G. Galiev***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*drGali@mail.ru**Alexander T. Kulakov***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan (Volga Region) Federal University (Naberezhnye Chelny**Institute of KFU), Naberezhnye Chelny*

OPTIMIZATION OF RESOURCE CONSUMPTION OF TRACTOR UNITS AND SYSTEMS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Annotation. Tractors are operated under various conditions of external influence, which leads to increased wear of aggregates and systems. As a result, the number of sudden failures increases, which lead to a loss of tractor performance. Based on this, optimization of resource consumption of aggregates and equipment systems of the agro-industrial complex is a strategically important factor in ensuring its operability. The article considers the analysis of factors affecting the performance of tractors in the agro-industrial complex.

Keywords: tractor, resource consumption, efficiency, resource consumption optimization.

Оптимизация расхода ресурсов агрегатов и систем техники агропромышленного комплекса является стратегически важным фактором обеспечения его работоспособности, так как парк сельскохозяйственной техники имеет высокую капиталоемкость [1, 2, 3]. Объем парка сельскохозяйственной техники составляет более 570 тысяч единиц. Постоянное повышение цен на энергоресурсы, запасные части, а также рост стоимости сельскохозяйственной техники, неминуемо приводит к росту себестоимости продукции. Исходя из этого, оптимизация расхода ресурсов агрегатов, ресурсосберегающая стратегия машиноиспользования в области сельского хозяйства имеет ключевое значение.

Так как сельское хозяйство тесно взаимосвязано с условиями хозяйственной деятельности (к которым относятся природно-климатические, производственные и так далее), обеспечение надёжности и оптимизация расхода ресурсов трактора являются главными факторами, ограничивающие эффективное использование тракторов [4, 5, 6].

Главными факторами для повышения эффективного использования техники является: энергообеспеченность технологий производства продукции; поддержание высокой работоспособности тракторов с учетом условий их функционирования.

Исходя из вышеперечисленного, требуется решить такие задачи как: необходимость организации мер по повышению эффективности тракторов; уменьшение материальных и трудовых затрат функционирования техники [7, 8, 9]. Задачи решаются путем оптимизации расхода ресурсов агрегатов и систем.

Согласно ГОСТу 27.002–89, работоспособное состояние – это состояние объекта, при котором значение всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

В процессе эксплуатации трактора, в результате влияния разнообразных факторов, происходит изменения параметров состояния

систем техники, такие как повышение расхода картерного масла и удельного расхода топлива, снижение давления в гидравлической системе, снижение тягового усилия, падение мощности двигателя и др.

Предупредить изменение данных показателей возможно посредством своевременного и качественного технического обслуживания [10, 11].

Существенную часть затрат на содержание техники составляют затраты на устранение отказов. Трудовые и материальные затраты можно сократить, используя агрегатный метод ремонта. Сущность данного метода ремонта определяется тем, что неисправные агрегаты техники снимаются (ремонтпригодные отправляются на ремонт, а неремонтпригодные выбраковываются) и заменяются отремонтированными или новыми, взятыми из оборотного фонда [12, 13]. При всём при этом данной формой ремонтного производства пользуются далеко не в полной мере, и по этой причине показатели надёжности техники существенно ниже возможных параметров [14]. В итоге трудовые и материальные затраты на ремонт и техническое обслуживание значительно превышаются, в последствии и производительность её агрегатов не достигает номинальных значений.

Так как все сельскохозяйственные работы должны проводиться в короткие сроки, то надёжность агрегатов техники играет важную роль. Из этого следует, что недостаточная надёжность техники во время сезонных работ может привести к увеличению сроков работ на полях, ухудшению качества работ и к простоям техники [15, 16, 17]. Как итог мы получаем меньший объём продукции и ухудшение её качества, что приводит к увеличению себестоимости урожая. Для обеспечения высокой готовности техники к проведению полевых работ проводится диагностика систем техники и предупредительный ремонт [18, 19, 20]. В случае, если ресурс агрегата техники, ниже требуемого для выполнения предстоящей работы, то целесообразно заменить его, что предотвратит потерю работоспособности трактора в напряжённый период аграрного производства. Однако, в данный момент отсутствует методика совокупной оценки состояния расхода ресурса трактора. Данная ситуация в значительной мере объясняет недостатки, заключающиеся в отсутствии целенаправленного управления совокупностью факторов, влияющих на работоспособность машин, что не позволяет своевременно оказывать воздействие на показатели их надёжности и исключить непроизводительные затраты при использовании техники.

Существуют 3 основные группы определяющий характер воздействия на работоспособность: конструктивные, технологические и эксплуатационные. Конструктивные факторы обусловлены наличием несовершенства конструкции агрегатов и систем. Технологический фактор обусловлен тем, что нарушается принятая технология изготовления и испытание агрегатов машин [21, 22]. Эксплуатационные

факторы связаны с организацией техобслуживания и ремонта, хранением и заправкой топливно-смазочными материалами, стажем и навыками тракториста и так далее. Условно эти факторы делятся на внешние и внутренние. К внутренним факторам относятся природно-климатические условия (влажность, запылённость воздуха, рельеф полей и т. п.), а также конструктивно-технологические особенности тракторов. К внешним факторам можно отнести организацию технического обслуживания и ремонта, обеспечение тракторов топливно-смазочными материалами, квалификацию работника и так далее.

Охарактеризовать нарушение работоспособного состояния трактора, можно следующими признаками. Признаки, которые видны при визуальном осмотре, например, подтекание топливно-смазочных материалов, охлаждающей жидкости; появление белого или чёрного дыма из выпускной трубы; перегорание ламп и т. п. Признаки, воспринимаемые на слух, например, различные стуки, визги, скрежеты. Признаки, которые ощущаемы на работающем тракторе, например, такие как вибрации, резкие рывки и т. п. Признаки, указывающие о неисправности, влияющие на изменение указания приборов, таких как манометр, уровень масла и т. п. выполнении какого-либо действия, вызванное необходимостью изменения режима работы. А также признаки, обнаруживаемые при изменении режима работы при выполнении каких-либо действий, таких как переключение передач, срыв резьбы и так далее.

Тракторы эксплуатируются при различных условиях внешнего воздействия, что приводит к повышенному износу агрегатов и систем. Вследствие этого увеличивается количество внезапных отказов, которые приводят к потере работоспособности трактора.

Планово-предупредительная система технического обслуживания служит для поддержания агрегатов и систем тракторов в исправном состоянии, обеспечения нормативных сроков службы, уменьшения износа агрегатов и возникновения случайных отказов т.п. Она включает в себя техническое обслуживание (ТО-1, ТО-2, ТО-3, ЕТО, сезонное обслуживание), текущий ремонт и капитальный ремонт.

Как известно реализация операций по проведению третьего технического обслуживания связано с оценкой состояния систем трактора, его узлов и агрегатов. При третьем техническом обслуживании после оценивания состояния трактора и его агрегатов, выбирается тот вариант ремонтного воздействия, при котором будут минимальные материальные и трудовые затраты. В зависимости от состояния агрегата трактора можно выделить несколько способов устранения неисправностей: по потребности; предупредительная замена агрегатов и устранение по потребности, а также капитальный ремонт агрегатов и их систем.

Если агрегат не сможет обеспечить работоспособность трактора до следующего третьего обслуживания, то рационально будет провести предупредительную замену агрегата.

Литература

1. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I.M. Goma, I.I. Kashapov, R.R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233. – DOI 10.1051/ bioconf/ 20201700233.
2. Кашапов, И.И. Обзор показателей энергетической эффективности / И.И. Кашапов, Б.Г. Зиганшин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2(23). – С. 19-24.
3. Обоснование оптимального уровня эксплуатации тракторов в аграрном производстве / Р. К. Хусаинов, И. Г. Галиев, Ф. З. Габдрафиков [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 4-2(56). – С. 91-95.
4. Ахметшин, Р.К. Обзор и тенденции развития современных доильных аппаратов / Р.К. Ахметшин, И.И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора Гайнанова Хазипа Сабировича. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 16-21.
5. Галиев, И. Г. Результаты по обоснованию влияния остаточного ресурса на надежность агрегатов и систем трактора / И. Г. Галиев, А. А. Мухаметшин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2010. – № 2(17). – С. 66-67.
6. Анализ параметров модели автономного сельскохозяйственного предприятия / И.И. Кашапов, Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Лукманов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 201-203.
7. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х.С. Фасхутдинов, Р.Р. Ахметзянов, Н.Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.
8. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, Мазитова Назиба Каюмовича. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 40-45.

9. Пути совершенствования технологии доения / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, А. А. Мустафин, Ф. Ф. Ситдилов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 181-185.
10. Салахов, И.М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти Гайнанова Хазипа Сабировича. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 139-145.
11. Хусаинов, Р. К. Обоснование мероприятий по оптимизации уровня эксплуатации тракторов / Р. К. Хусаинов, И. Г. Галиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 300-305.
12. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т.Н. Вагизов, Н.Я. Галимова, Н.А. Адыева, Э.Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.
13. Шарифуллин, С. Н. Пути повышения эффективности работы топливной аппаратуры автотракторных дизельных двигателей / С.Н. Шарифуллин, Н.Р. Адигамов; С.Н. Шарифуллин, Н.Р. Адигамов. – Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. – 298 с. – ISBN 978-5-98180-621-6.
14. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01M 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И. Г. Галиев, А. Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
15. Анализ и оценка технологического уровня ремонтных предприятий Республики Татарстан / Н.Ф. Вафин, Н.Р. Адигамов, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2018. – С. 304-308.
16. Адигамов, Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброисковой обработкой / Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов, Л. А. Хисамов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С. 226-229.

17. Габдрафиков, Ф. З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф. З. Габдрафиков, И. Г. Галиев, У. С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.
18. Хафизов, К.А. Оптимизация основных параметров колесного трактора, работающего в составе посевного агрегата / К.А. Хафизов, Н.Р. Адигамов, Р.Н. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 30-33.
19. Адигамов, Н.Р. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 2(20). – С. 89-90.
20. Хусаинов, Р.К. Обоснование объектов наблюдения для проведения экспериментальных исследований / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 199-205.
21. Адигамов, Н.Р. Обеспечение эффективного безаварийного функционирования оборудования для дробления кормов / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2016. – С. 130-136.
22. Галиев, И. Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с.

УДК 621.892

Киселев Вадим Леонидович*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*kiselev14@list.ru**Хафизов Камиль Абдулхакович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*fts-kgau@mail.ru**Нурмиев Азам Ахиарович***Старший преподаватель**Казанский государственный аграрный университет, Казань*azat-nurmiev@mail.ru**Хафизов Рамиль Наилович,***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramilajz@mail.ru**МИНЕРАЛЬНОЕ И СИНТЕТИЧЕСКОЕ МОТОРНОЕ МАСЛО**

Аннотация. Масло является главным смазочным материалом двигателя, благодаря которому металл может контактировать с другими металлами без каких-либо повреждений. В случае отсутствия данного вещества происходит соприкосновение металла о металл, что приводит к возникновению тепла, в результате происходит сплавление поверхностей друг с другом. Минеральное базовое масло получают перегонкой нефти, а синтетическим моторным маслом считается субстанция, полученная в результате синтеза.

Ключевые слова: масло, нефть, автомобиль, двигатель, вязкость, текучесть, поршень, фильтр, температура.

Vadim L. Kiselev*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*kiselev14@list.ru**Camil A. Khafizov***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*fts-kgau@mail.ru**Azat A. Nurmiev***Senior lecture**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*azat-nurmiev@mail.ru**Ramil N. Khafizov**

*Candidate of technical sciences, Associate professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
ramilajz@mail.ru*

MINERAL AND SYNTHETIC ENGINE OIL

Abstract. Oil is the main lubricant of the engine, thanks to which metal can come into contact with other metals without any damage. In the absence of this substance, metal comes into contact with metal, which leads to the appearance of heat, as a result, the surfaces fuse with each other. Mineral base oil is obtained by distillation of oil, and synthetic motor oil is considered a substance obtained as a result of synthesis.

Keywords: oil, petroleum, car, engine, viscosity, fluidity, piston, filter, temperature.

Внутри автомобиля существует система, которая распределяет масло внутри двигателя. В масляном поддоне находится масло (его место хранения), благодаря масляному насосу, приводится в движение двигатель и масло начинает двигаться по всей системе, за давлением которого отвечает регулятор давления масла, и затем оно попадает в масляный фильтр. Этот фильтр разработан для передачи максимального масляного потока через себя, при этом происходит фильтрование частиц, которые могут воздействовать на двигатель. Для смазывания коренных подшипников, отфильтрованное масло под давлением выводится в отверстия в коленвале, а масло-форсунки впрыскивают маслом в поршни цилиндров.

Горячее масло может проникнуть в разные уголки и закоулки, потому что оно жиже. Слишком горячее масло слишком тонкое и не защищает поэтому некоторые машины. Перед тем как масло попадет обратно в поддон, его пропускают через масляный радиатор. Если в двигателе достаточно масла, и его не меняли, грязь будет накапливаться в масле. В результате фильтр засорится, и тогда грязное масло будет автоматически обходить его через перепускной клапан. Консистенция грязного масла густая и абразивная, тем самым оно становится главной причиной быстрого износа. Разного вида масляные присадки (детергентные, диспергирующие противокоррозионные) со временем теряют свойства. Из-за потери данных свойств масло теряет свое прямое назначение. Чем масло становится грязнее, тем меньше оно перестает смазывать и двигатель ломается [1-3].

Моторные масла делают из того же материала, что и бензин [4-6]. Многие органические вещества и углеводороды содержатся в составе нефти. В большинстве случаев она представляет собой или желтого, или черного цвета жидкость. Места ее нахождения под земной поверхностью в геологических образованиях, или под осадочными породами. Высокая

температура и давление преобразовывают мертвые организмы (зоопланктон и водоросли) в смесь большого количества химических веществ.

Название «petroleum» подразумевает как естественного происхождения необработанную сырую нефть, так и нефтепродукты, сделанные из обработанной нефти. На нефтеперерабатывающем заводе сырая нефть обрабатывается химическими растворителями. Для извлечения веществ, употребляемых в смешивании с присадками при образовании моторных масел, она нагревается до определенной температуры. Смесь базовых масел, которые получены благодаря очистке нефти и некоторых присадок, принято считать минеральными маслами. Распространенными примерами являются: дисперсанты, которые помогают маслу разбрызгиваться; детергенты, придающие моющие свойства; противоизносные присадки, гарантирующие, что масло не слишком шершавое; модификаторы трения, улучшающие смазывающие свойства; противоокислители, спасающие от потери свойств; противопенные присадки, не допускающие вспенивание; ингибиторы коррозии, чтобы металл двигателя продолжал блестеть; улучшители коэффициента вязкости, чтобы оно оставалась плотным, когда нужно [7-8].

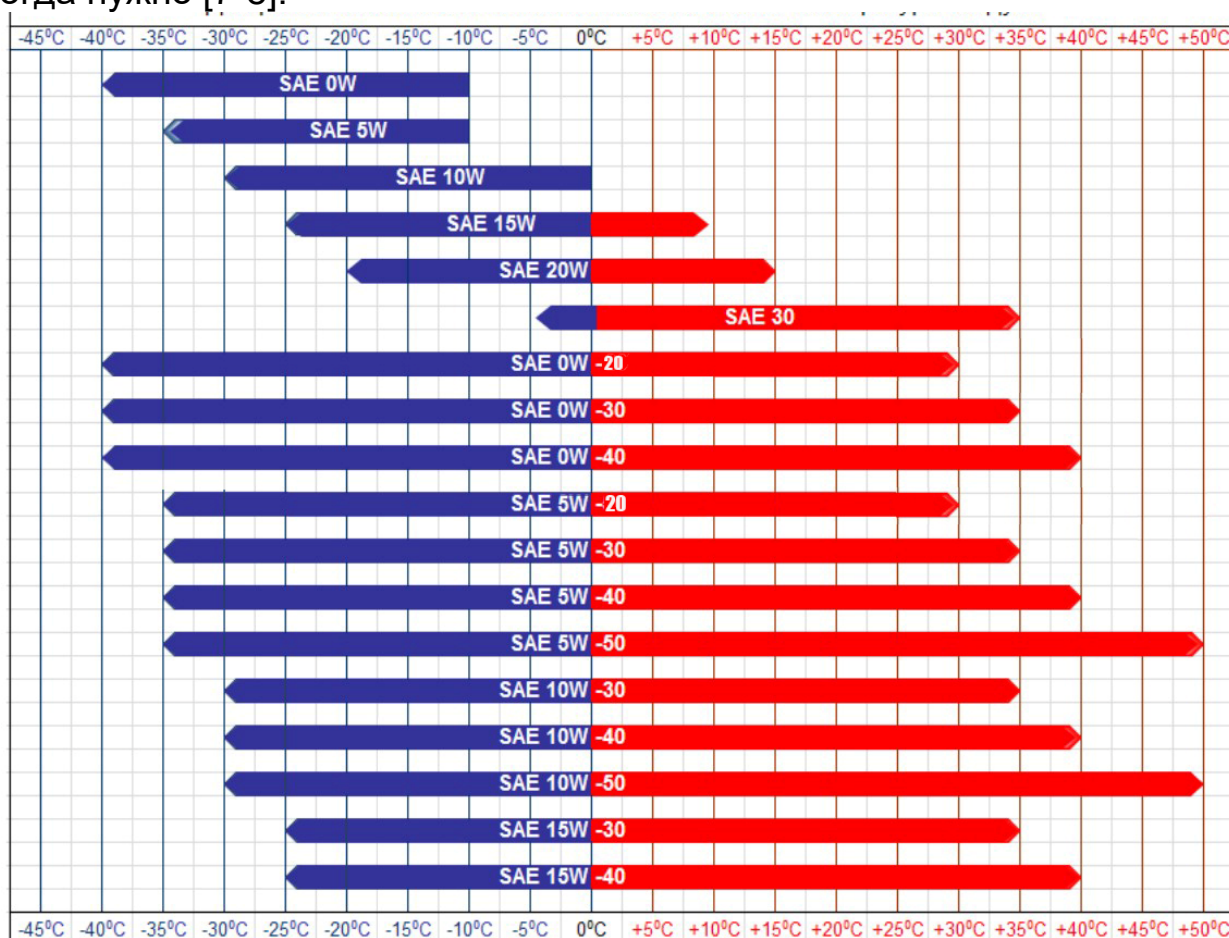


Рисунок 1 – Диаграмма зависимости вязкости масла по SAE от температуры воздуха

Отличительными признаками между двумя видами масел – синтетическим и минеральным, является молекулярная структура вещества. Молекулы минерального масла происходят из естественных органических материалов, но их природа не всегда постоянная. В результате этого факта иногда могут попадаться какие-то отличающиеся друг от друга молекулы в минеральных маслах. Одинаковых молекул нет даже в самом высококачественном минеральном масле. Синтетическое масло сделано учеными в лаборатории, вследствие этого молекулярная структура синтетических масел имеет единый характер по своей массе и форме. Единообразии такого рода молекул создает меньше трения, когда они сталкиваются. Следовательно, чем меньше трения, тем меньше тепла. В целом, по сравнению с обычным моторным маслом, синтетическое масло может выдержать более высокие температуры, и таким образом, оно легче растекается при низких температурах [9-11]. На рисунке 1 представлена диаграмма зависимости вязкости масла по SAE от температуры воздуха.

Синтетическим маслам также требуется больше времени для выхода из строя. В сравнении с минеральным маслом, они лучше справляются со своей работой даже после долгого использования. Синтетические масла выгодны в районах с холодными зимами или жаркими летами, а также в случаях буксировки или перевозки тяжелых материалов, так как оно не теряет свои свойства стремительно быстро. Другим положительным примером применения синтетического масла является промывка для старых двигателей, склонных к накоплению грязи. Быстрый износ двигателя приводят шламовые отложения, которые блокируют масло каналы. Минеральные масла справляются со своей работой, но синтетические масла превзошли их во многих направлениях [12-15]. Но есть недостаток - они стоят дороже примерно в два раза, но и могут служить в 2 раза дольше. В результате вместо замены масла каждые 5-6 тысяч километров можно растянуть этот интервал до 8,10 или даже 20 тысяч в зависимости от множества факторов [16-19]. Если не полностью переходить на синтетическое масло, то можно купить смесь, но будут потеряны преимущества, которые дает полностью синтетическое масло. Минеральное масло не может сравниться с синтетическим в вопросах продолжительности и способности выдержать экстремально большие температуры, не теряя своих свойств [20-23]. Синтетическое масло может проработать в три раза дольше, чем обычное минеральное масло.

Литература

1. Превентивная стратегия технического обслуживания дробильного оборудования / И. Х. Гималтдинов, Б. Г. Зиганшин, И. Г. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 71-76.

2. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р. Р. Шайхутдинов, И. Г. Галиев, Р. Р. Ахметзянов, И. И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.
3. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, C. Khafizov, R. Khusainov, M. Faskhutdinov // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 48-53.
4. Мифтахов, М. А. Производство бензина / М. А. Мифтахов // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 220-224. – EDN JDDBXD.
5. Ахметзянов, А. А. Производство дизеля / А. А. Ахметзянов // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 26-32. – EDN TTBCDK.
6. Сабиров, А. Ф. Производство моторных масел / А. Ф. Сабиров // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 269-273. – EDN JBFOVH.
7. Киселев, В. Л. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS / В. Л. Киселев, Г. В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-49.
8. Зиннатуллина, А. Н. Преимущества автоматизации SAS / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Н. Г. Киселева // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 394-400.
9. Синицкий, С. А. Особенности применения растительных масел в качестве альтернативного вида топлива для дизельных двигателей МТА / С. А. Синицкий // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань,

06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 182-184. – EDN MFCJMY.

10. Медведев, В. М. Влияние инерционного коэффициента на коэффициент избытка воздуха двигателя машинно-тракторного агрегата / В. М. Медведев, С. А. Синицкий // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 39-44. – EDN VQXMRE.

11. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42. – EDN DIBZCJ.

12. Галеев, Г.Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г.Г. Галеев, А.А. Нурмиев, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107.

13. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г.Г. Галеев, А.А. Нурмиев, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77.

14. Нурмиев, А.А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А.А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253.

15. Optimization of main parameters of tractor and unit for deep processing of soil according to criterion - total energy costs / С. Khafizov, R. Khafizov, A. Nurmiev, R. Usenkov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 603-608. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF134. – EDN URBPIN.

16. Estimation of Design Parameters of the Crank-Connecting Rod Mechanism of Engines for Mobile Agricultural Machines / F. Kh. Khaliullin, G. V. Pikmullin, A. A. Nurmiev, M. A. Lushnov // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00076. – DOI 10.1051/bioconf/20213700076. – EDN OYGXMP.

17. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources,

Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138. – DOI 10.1051/bioconf/20213700138. – EDN JFDBFO.

18. Determination of statistical data of conditional probabilities of the technical condition of internal combustion engines when compiling the Bayes diagnostic table / F. Kh. Khaliullin, J. K. Aladashvili, A. A. Nurmiev [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: electronic collection, Bangkok, Thailand, 21–23 января 2019 года. – Bangkok, Thailand: IOP Publishing, 2019. – P. 012017. – DOI 10.1088/1757-899X/635/1/012017. – EDN DOEJTI.

19. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упругодемпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф. Х. Халиуллин, Б. И. Ситдилов, Г. В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102. – EDN ORLMVO.

20. Галиев, И. Г. Прибор диагностирования турбокомпрессора дизельного двигателя / И. Г. Галиев, В. И. Дардымов // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 317-322.

21. Improving the efficiency of use of tractors by optimizing their ability to do the job / I. G. Galiev, S. M. Yakhin, R. K. Khusainov, I. R. Nafikov // Перспективы развития аграрных наук: Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 01–02 июня 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – P. 75-76.

22. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 19-26. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-19-26. – EDN DVAHRQ.

23. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибагатуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 9-14. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. – EDN BAGTXU.

© Киселев В.Л., Хафизов К.А., Нурмиев. А.А., Хафизов Р.Н., 2022

УДК 621.2.082.18

Овчинников Кирилл Александрович*Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*www.3200.ru@mail.ru**Адигамов Наиль Рашатович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*n-adigamov@rambler.ru

АНАЛИЗ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТОРМОЗНОГО ДИСКА И БАРАБАНА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Тормозная система является одной из важнейших систем, устанавливаемых на автомобили, трактора и прочую технику. Данная система отвечает за безопасное передвижение, поэтому очень важно проводить качественное и своевременное техобслуживание, а также, по необходимости и ремонт.

Конструкция тормозной системы автотракторной техники многообразна: ленточные, дисковые, барабанные. Все виды приведены в схеме.

Для восстановления и упрочнения тормозных дисков и барабанов автотракторной техники применяется вибродуговой метод. Метод основан на микроплазменном разряде, с использованием графитового электрода и его вибрации.

Ключевые слова: тормозной диск; тормозной барабан; автотракторная техника; ремонт и восстановление; вибродуговой метод.

Kirill A. Ovchinnikov*Master's degree student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*www.3200.ru@mail.ru**Nail Rashatovich Adigamov***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan*n-adigamov@rambler.ru

ANALYSIS OF THE BRAKE SYSTEM AND METHODS OF RESTORATION OF THE BRAKE DISC AND DRUM OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT

Abstract. The braking system is one of the most important systems installed on cars, tractors and other equipment. This system is responsible for safe

movement, so it is very important to carry out high-quality and timely maintenance, as well as, if necessary, repairs.

The design of the braking system of automotive equipment is diverse: belt, disc, drum. All types are shown in the diagram.

The vibration arc method is used to restore and strengthen brake discs and drums of automotive equipment. The method is based on a microplasma discharge, using a graphite electrode and its vibration.

Keywords: brake disc; brake drum; automotive equipment; repair and restoration; vibration arc method.

Конструкция тормозной системы автотракторной техники многообразна [1,2]. На рисунке 1 представлены все основные виды конструкций тормозных механизмов автотракторной схемы.

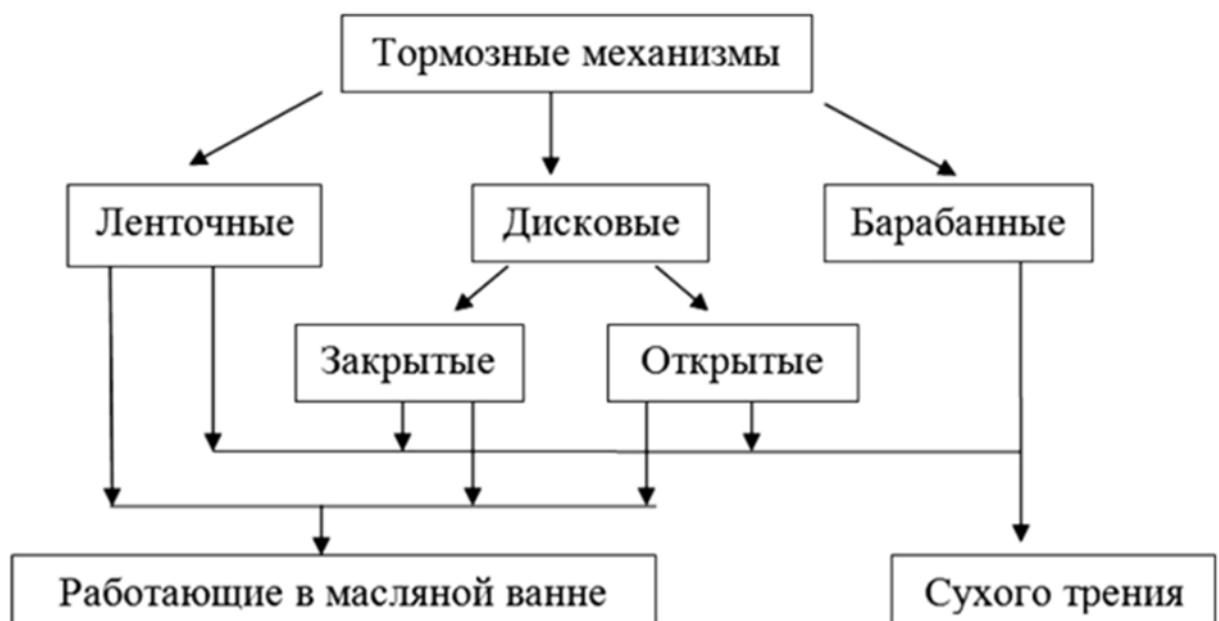


Рисунок 1 – Тормозных механизмов, применяемых на автотракторной технике

В мире также имеются и комбинированные ленточнодисковые тормоза, в основном устанавливаемые на тракторах [3,4]. В данном типе конструкции лента играет вспомогательную роль, и является в своём роде приводом тормозных дисков.

Все тормозные механизмы, приведенные в схеме 1 имеют механический, пневматический или гидравлический привод, и могут работать в масляной ванне или по принципу сухого трения [5,6,7].

В основном используются колодочные и барабанные тормоза сухого трения. Недостатками данного тормозного механизма является высокая температура и сильный износ тормозного барабана [8].

По мере развития тормозной системы на автотракторной технике, всё чаще стали применяться многодисковые тормозные механизмы, работающие в масляной ванне [9]. Такую конструкцию устанавливают

почти на все виды автотракторной техники зарубежного производства. Данный тип тормозного механизма имеем множество плюсов, среди которых: защита от вредной окружающей среды, низкий температурный режим и долговечность фрикционных накладок [10,11].

Но какими бы надёжными и энергоёмкими не были тормозные механизмы, они всё равно подвержены износу от эксплуатации и естественному старению материала. В последнее время наблюдается тенденция восстановления деталей автотракторной техники. Всё больше пользователей техникой отдают предпочтение восстановить деталь, а не приобрести новую, ведь зачастую метод восстановления оказывается в разы дешевле, и возможно, деталь будет более ресурсоёмкая по сравнению с новой деталью [12].

На данный момент, в мире есть несколько способов, восстановить деталь, в нашем случае тормозной диск и барабан автотракторной техники [13,14].

Первым из таких методов является расточка тормозного диска или барабана под ремонтный размер, или говоря проще проточка. После данной операции деталь проходит ещё какой-то ресурс, после чего её всё равно нужно будет менять на новую. Минусами данного метода является низкая эффективность, так как стачивается слой металла, что негативно влияет на запас ресурса и деталь в целом [15].

Вторым методом является наплавка любого вида. После данной операции деталь получает новую рабочую поверхность, которая позволит эксплуатировать её ещё какой-то промежуток времени, Минусами данного метода является неповторимость данного метода, а также негативное влияние термического воздействия на структуру металла во время проведения технологической операции [16,17].

Вибродуговое восстановление и упрочнение дисков и барабанов [18]. Данный метод основан на микроплазменном разряде, с использованием графитового электрода и его вибрации. Плюсами данного метода является то, что во время восстановления и упрочнения вибродуговым методом на тормозной диск или барабан оказывается минимальное термическое воздействие, что позволяет сохранить структурную целостность металла, благодаря этому, данный метод можно повторять неоднократно [19-22]. Также, благодаря данному методу, деталь приобретает повышенный эксплуатационный ресурс (в районе 120% от ресурса новой детали) и повышенную твердость, за счёт использования различных метало-керамических порошков.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что тормозная система является одной из главных систем не только автомобилей, но и автотракторной техники, которая требует своевременного и качественного обслуживания и ремонта. Проводя ремонт тормозного диска или барабана автотракторной техники можно

использовать вибродуговой метод, который не только восстанавливает, но и упрочняет деталь.

Литература

1. Перспективные направления развития тормозных систем автотракторной техники. Колупаев С.В., Родионова Е.А., Шубин И.Е. В сборнике: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 275-280.
2. Особенности тормозных устройств дискового типа различных по исполнению. Христофоров Е.Н., Поцепай С.Н., Васькина Т.И. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 5 (81). С. 57-64.
3. Колодочные ленточные дисковые тормоза: официальный сайт. -URL: <https://lakkroll.ru/kolodochnye-lentochnye-diskovye-tormoza/> (дата обращения 18.11.2022).
4. Тормозные системы автотракторного транспорта: официальный сайт. -URL: <https://studfile.net/preview/2907218/page:12/> (дата обращения 18.11.2022)
5. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р.Р. Шайхутдинов, И.Г. Галиев, Р.Р. Ахметзянов, И.И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.
6. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01M 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
7. Optimization of main parameters of tractor and unit for plowing soil, taking into account their influence on yield of grain crops / С. Khafizov, R. Khafizov, A. Nurmiev, I. Galiev // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 585-590. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF131.
8. Габдрафиков, Ф. З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф. З. Габдрафиков, И. Г. Галиев, У. С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114.
9. Галиев, И. Г. Классификация факторов, влияющих на работоспособность турбокомпрессоров двигателей / И. Г. Галиев, В. И. Дардымов, В. Н. Малыгин // Устойчивое развитие сельского хозяйства в

условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 185-189.

10. Ахметзянов, Р. Р. Повышение долговечности подшипников сельскохозяйственной техники применением серографитовых композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 148-152. – EDN LDHRQZ.

11. Ахметзянов, Р. Р. Получение серографитового композиционного материала для изделий сельскохозяйственного машиностроения / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 104-111. – EDN YQPTWQ.

12. Ахметзянов, Р. Р. Композиционный материал для подшипников скольжения с эффектом фрикционного переноса / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 35-40. – EDN XWVIX.

13. Ахметзянов, Р. Р. Эффективность применения композиционных материалов в трибосопряжениях / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73. – № 2. – С. 92-96. – EDN ZHUXNV.

14. Ахметзянов, Р. Р. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41. – EDN YQRJWL.

15. Шарифуллин С.Н. Пути повышения эффективности работы топливной аппаратуры автотракторных дизельных двигателей / С.Н. Шарифуллин, Н.Р. Адигамов. Казань, 2008.

16. Вафин Н.Ф. Анализ и оценка технологического уровня ремонтных предприятий республики Татарстан / Н.Ф. Вафин, Н.Р. Адигамов, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // В сборнике: Агроинженерная наука XXI века. Научные труды региональной научно-практической конференции. 2018. С. 304-308

17. Адигамов Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброисковой обработкой / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов, Л.А. Хисамов // В сборнике: Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Труды III международной научно-практической конференции. 2019. С. 226-229.
18. Хафизов К.А. Оптимизация основных параметров колесного трактора, работающего в составе посевного агрегата / К.А. Хафизов, Н.Р. Адигамов, Р.Н. Хафизов // Техника и оборудование для села. 2017. №4. С. 30-33.
19. Адигамов Н.Р. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т.6. №2 (20). С. 89-90.
20. Адигамов Н.Р. Обеспечение эффективного безаварийного функционирования оборудования для дробления кормов / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов // В сборнике: Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков. Материалы научно-практической конференции. 2016. С. 130-136.
21. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
22. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 631.372

Синицкий Станислав Александрович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Stanislavsin@mail.ru**Лукманов Руслан Рушанович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*look-rus@mail.ru**Хисамов Артур Илькамович***Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Artur.ilgamovich@yandex.ru**Синицкая Юлия Станиславовна***Студент**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет**Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия*yuliasinitskaya@mail.ru**ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ ПРОГРАММЫ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА И ДИНАМИЧЕСКИЕ ОШИБКИ ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЭТОМ**

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о возникновении динамических ошибок при проведении динамического анализа движения машинно-тракторного агрегата и правильном составлении его модели.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, динамические ошибки, неустойчивое нагружение.

Stanislav A. Sinitsky*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Stanislavsin@mail.ru**Ruslan R. Lukmanov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*look-rus@mail.ru**Artur I. Hisamov***Master's student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Artur.ilgamovich@yandex.ru**Yulia S. Sinitskaya***Student*

*"Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", St. Petersburg
Russia
yuliasinitskaya@mail.ru*

THE GENERAL CONCEPT OF THE MOTION PROGRAM OF A MACHINE-TRACTOR UNIT AND THE DYNAMIC ERRORS THAT OCCUR IN THIS CASE

Abstract. The article deals with the issue of the occurrence of dynamic errors during the dynamic analysis of the movement of a machine-tractor unit and the correct compilation of its model.

Key words: machine-tractor unit, dynamic errors, unsteady load.

В работах таких ученых, как Асташев В. К., Бабицкий В. И., Вульфсон И.И., Артоболевский И. И. и ряда других ученых широко рассматриваются вопросы динамики машин и способы их управления, [1, 2, 3].

Как отмечается в работе Асташева В. К. [1], при движении машины динамические ошибки имеют малые значения и поэтому для проведения расчетов им предлагается принять за основу методы динамического анализа с учетом реальных законов движения к программным.

Но в тоже время в работах Юлдашева А.К. и ряда других ученых [4, 5, 6] было предложено, что необходимо учитывать не только реальные законы движения машинно-тракторного агрегата (МТА) но и характер нагрузки возникающий при его движении.

Отсюда изменение момента сопротивления на коленчатом валу двигателя МТА можно записать, используя основное уравнение динамики, [7,8]:

$$\Delta M_e(t) = \Delta M_c(t) + J_{np} \frac{d\omega}{dt}, \quad (1)$$

где ΔM_e , – изменение момента двигателя, Нм;

ω – угловая скорость коленчатого вала двигателя, с⁻¹;

J_{np} – приведенный к валу двигателя момент инерции МТА, кгм²;

ΔM_c – закон изменения момента сопротивления, действующей на коленчатый вал двигателя МТА, Нм.

Вследствие того, что наибольшие изменение момента сопротивления по времени наблюдается в момент заглобления (выглобления) сельскохозяйственного орудия, то и значение динамических ошибок в этот период будет максимальное.

Для данного случая изменения момента сопротивления можно записать следующим выражением, [7, 9, 10]:

$$\Delta M_c = \frac{r_k}{i_{кпп} * i_0 * i_k * \eta_T} * K_{yo} * A * B_v * t_1, \quad (2)$$

где $K_{уд}$ – удельное сопротивление почвы, Па;
 A – ширина захвата сельскохозяйственного орудия, м;
 V_v – скорость заглубления (выглубления) сельскохозяйственного орудия, м/с;
 t_1 – время заглубления (выглубления) сельскохозяйственного орудия, с.

Применение уточненного закона изменения момента сопротивления позволит значительно снизить погрешность в расчетах при проектировании и обосновании режимов работы МТА вызванных динамическими ошибками.

Учитывая это, можно сказать, что законы движения звеньев и момента сопротивления при выполнении сельскохозяйственных операций будут называться программными, а это позволит наиболее точно подбирать необходимое программное управление для динамических систем.

Для уточнения расчетов при проектировании машины применяют такое понятие как идеальный двигатель [1, 7, 11], а все процессы, происходящие в нем, происходят по квазидинамической характеристики.

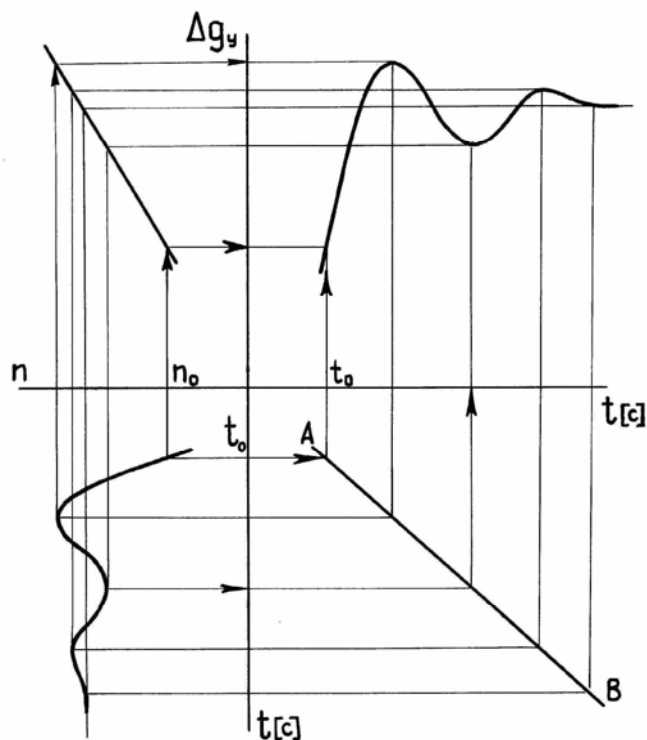


Рисунок 1 - Квазидинамическая характеристика двигателя

$$A_{к.д.} = K_{к.д.} \times n_d(t), \quad (3)$$

где: $A_{к.д.}$ – изменение исследуемого показателя по квазидинамической характеристике;

$K_{к.д.}$ – коэффициент усиления исследуемого показателя по квазидинамической характеристике;

n_d – изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя МТА в переходном процессе;
 t – текущее время, с.

Задача конструктора состоит в том, чтобы уменьшить рассогласование коэффициентов дифференциальных уравнений (рисунок 2.2).

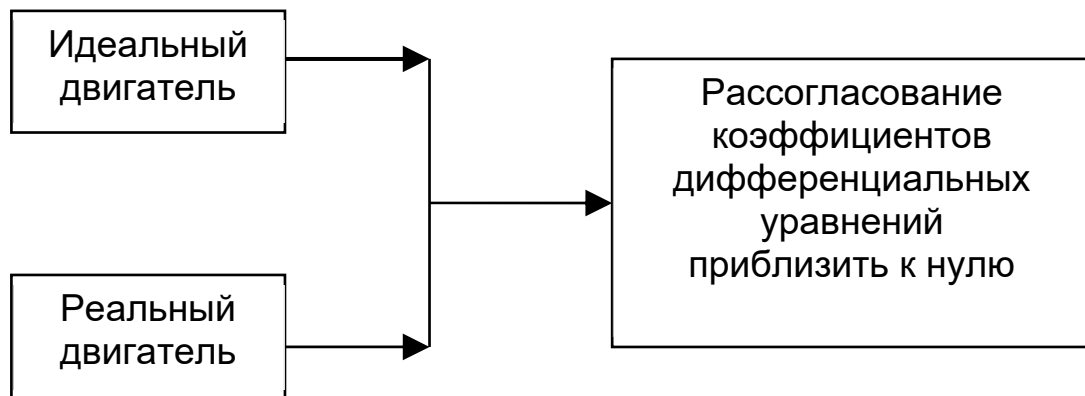


Рисунок 2 - Улучшение динамических характеристик двигателей

При проведении дальнейших расчетов производят выбор тех или иных уточненных динамических моделей, которые наиболее полно будут учитывать все факторы, влияющие на снижение динамических ошибок, [12, 13, 14].

В настоящее время при проектировании в машиностроении наблюдаются два основных течения.

Первое сводится к повышению точности выполняемых программных движений и как следствие необходимость применять более точный динамический анализ и усложнение расчетов и программного обеспечения.

Второе сводится к переходу от жесткой модели машины к упругой, которая позволяет повысить рабочие скорости, но требует более точного учета динамических свойств двигателя.

Оба эти “течения” значительно усложняют динамическую модель машины и как следствие могут возникать случайные ошибки, особенно это характерно при расчетах машин с расширенным функционалом.

Поэтому по возможности надо использовать более простые динамические модели машин.

Литература

1. Динамика машин и управление машинами: Справочник/ В.К. Асташев, В.И. Бабацкий, И.И. Вульфосн и др. Под ред. Г.В. Крейнина. – М.: Машиностроение, 1988 – 240 с

2. Динамика машинных агрегатов на предельных режимах движения. / И. И. Артоболевский, В. С. Лощинин – М.: Наука, 1977 – 326 с.
3. Хафизов, К. А. Оптимизация параметров и режимов работы МТА на основе энергетического анализа / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 7. – С. 32-34. – EDN KXMITN.
4. Юлдашев, А.К. Разработка путей динамических качеств автотракторных дизелей / А.К. Юлдашев // Докторская диссертация. Казань, 1985. 373 с.
5. Хафизов, К. А. Методика расчета МТА по критерию "совокупные энергозатраты" / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 3. – С. 46-51. – EDN KWPNBX
6. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 444 с.
7. Синицкий, С. А. Влияние нагрузки машинно-тракторного агрегата на показатели двигателя в условиях эксплуатации: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства", 05.04.02 "Тепловые двигатели»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Синицкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 210 с
8. Investigation of the effect of air supply on the effective engine performance of a machine-tractor unit under unsteady load / S. A. Sinitsky, V. M. Medvedev, R. R. Lukmanov [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00025. – DOI 10.1051/bioconf/20201700025
9. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107. – EDN NBJOST.
10. Синицкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Синицкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.
11. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упругодемпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф. Х. Халиуллин, Б. И. Ситдилов, Г. В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102.
12. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие

сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253. – EDN APPQLE.

13. Гималтдинов, И. Х. Решение инженерной задачи при разработке прибора для вычисления осточного ресурса подшипников качения / И. Х. Гималтдинов, Р. С. Шайхетдинова // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 7. – С. 112-116. – EDN VSNSKT.

14. Гималтдинов, И. Х. Моделирование динамики ротора молотковой дробилки в среде ANSYS Workbench 16.2 / И. Х. Гималтдинов, Н. Р. Адигамов, К. А. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 34-37.

15. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings / F. Khaliullin, G. Pikmullin, J. Aladashvili [et al.] // IOP conference series: earth and environmental science : International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials, Ekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. Vol. 699. – Ekaterinburg: IOP Publishing, 2021. – P. 012042.

16. Булгариев, Г.Г. Устройство для контроля работы транспортных средств / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 4. – № 2. – С. 008-012.

17. Пикмуллин, Г.В. Устройства для замера загрузки и наработки транспортных средств / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 174-178.

18. Киселев, В.Л. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS / В.Л. Киселев, Г.В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-49.

19. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ

Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

20. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.

21. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

22. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.

© Сеницкий С. А., Лукманов Р. Р., Хисамов А. И., Сеницкая Ю.С., 2022

УДК 631.372

Синицкий Станислав Александрович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Stanislavsin@mail.ru**Фаттахов Булат Ирекович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*b_fattakhov@mail.ru**Синицкая Юлия Станиславовна***Студент**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет**Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия*yuliasinitskaya@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ПЕРЕВОДЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ГАЗОВОЕ МОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Аннотация. Описаны виды применяемого газового моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания и приведен сравнительный анализ необходимого оборудования для работы двигателей внутреннего сгорания на газовом моторном топливе

Ключевые слова: газовое моторное топливо, двигатель внутреннего сгорания, газовое оборудование.

Stanislav A. Sinitsky*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Stanislavsin@mail.ru**Bulat I. Fattakhov***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*b_fattakhov@mail.ru**Yulia S. Sinitskaya***Student**"Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", St. Petersburg**Russia*yuliasinitskaya@mail.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EQUIPMENT USED IN THE CONVERSION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES TO GAS MOTOR FUEL

Abstract. The types of gas motor fuel used for internal combustion engines are described and a comparative analysis of the necessary equipment for the operation of internal combustion engines on gas motor fuel is given

Key words: gas motor fuel, internal combustion engine, gas equipment.

Первая общеизвестная дата применения газа как вида моторного топлива датируется 1823 годом. Сэмюэл Браун - английский инженер и изобретатель, в 1823 году построил газовый двигатель внутреннего сгорания, который работал на светильном газе. Принцип работы такого двигателя заключался в следующем: закрытая камера заполнялась газовым пламенем и таким образом вытесняла воздух. А в нашей стране первые автомобили с газо - баллонным оборудованием (ГБО) появились еще в далеком 1935 году, на автомобилях ЗИС-5 и ГАЗ-АА, которые проехали маршрут Москва-Ленинград-Москва на газу, который был получен из древесных чурок, торфа, угольных брикетов, а вырабатывался он в газогенераторах, которые соответственно были установлены на самих авто, [1, 2, 3].

В настоящее время газ как вид моторного топлива получает все большее распространение. Это обусловлено тем, что оно является более дешевым по сравнению с бензином и дизельным топливом, а также позволяет значительно снизить выбросы вредных веществ, которые образуются в результате работы двигателей, [4, 5, 6].

В качестве газового моторного топлива наиболее широкое распространение получили следующие виды топлив: сжиженный нефтяной газ (СНГ) или как его еще обозначают пропан-бутан; сжатый (компримированный) природный (КПГ) газ – метан и в последнее время в качестве газового топлива предлагается сжиженный природный газ (СПГ) метан, [7, 8, 9].

В нашей стране наибольшее распространение получило СНГ (пропан-бутан) газовое топливо, что обусловлено его невысокой стоимостью (по сравнению с бензином) доступностью сетей заправочных станций и относительно невысокой стоимостью переоборудования системы питания бензиновых двигателей, [10, 11, 12].

Главным недостатком СНГ как вида топлива является невозможность его применения в качестве топлива для дизельных двигателей, что значительно снижает его значимость.

КПГ как моторное топливо может применяться как на бензиновых, дизельных (работающих на газодизельном топливе) так и на чисто газовых двигателях.

Применение данного вида топлива в нашей стране за последнее время значительно увеличилось, но все равно оно значительно уступает по популярности СНГ, что обусловлено высокой стоимостью оборудования, незначительным запасом хода на одной заправке и самое главное это отсутствие достаточного количества заправочных станций.

Применение СПГ как вида топлива пока не нашло широкого применения, [13].

При переоборудовании техники для работы на газовом топливе приходится устанавливать дополнительное оборудование, которое отличается большим разнообразием.

Оборудование, применяемое для СНГ условно можно разделить на 6 поколений.

Первое поколение дало старт и дальнейшее направление развития всем последующим поколениям.

Первое поколение содержит: газовый баллон; бензиновый электромагнитный клапан; заправочный клапан; мультиклапан; магистрали; газовый редуктор с механическим дозатором.

Принцип работы 1го поколения такой:

Пропан - бутановая смесь, находящаяся в баллоне под давлением в 1.6 МПа, через мультиклапан и расходную магистраль попадает к электромагнитному клапану газа.

При переключении тумблера водителем в положение «ГАЗ» электромагнитный клапан открывается и пропускает сжиженную пропан-бутановую смесь в редуктор-испаритель. В редукторе смесь подогревается, с помощью, подключенной к нему магистрали с охлаждающей жидкостью ДВС, испаряется. В зависимости от режима работы двигателя (созданного им разрежения) регулируется подача газа через калибровочное отверстие в редукторе на механический дозатор.

После этого газ попадает на смеситель и соответственно в сам двигатель внутреннего сгорания автомобиля.

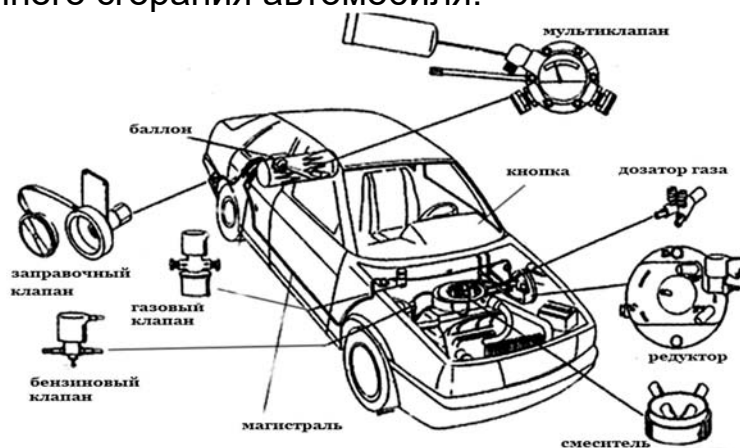


Рисунок 1 – Газовое оборудование 1 поколения.

Второе поколение — это небольшая модернизация первого поколения. Отличия ее в том, что было установлено электромагнитный клапан и кнопка переключения вида используемого топлива. Во втором поколении упростился запуск двигателя в холодную погоду, благодаря автоматической системе подачи небольшого количества газа в смесительную камеру перед запуском двигателя.

Третье поколение.

Если первые два поколения могли использоваться и на двигателях с карбюраторной системой питания, то третье поколение использовалась только на инжекторных автомобилях. Перечислим основные отличия:

На редукторе устанавливался датчик температуры, по значениям которого вступал в работу электромагнитный клапан, который в свою очередь в автоматическом режиме переключал вид потребляемого топлива, и не давал возможность редуктору работать до полного прогрева автомобиля.

Количество потребляемого топлива регулировалась при помощи шагового двигателя и специального клапана.

Четвертое поколение.

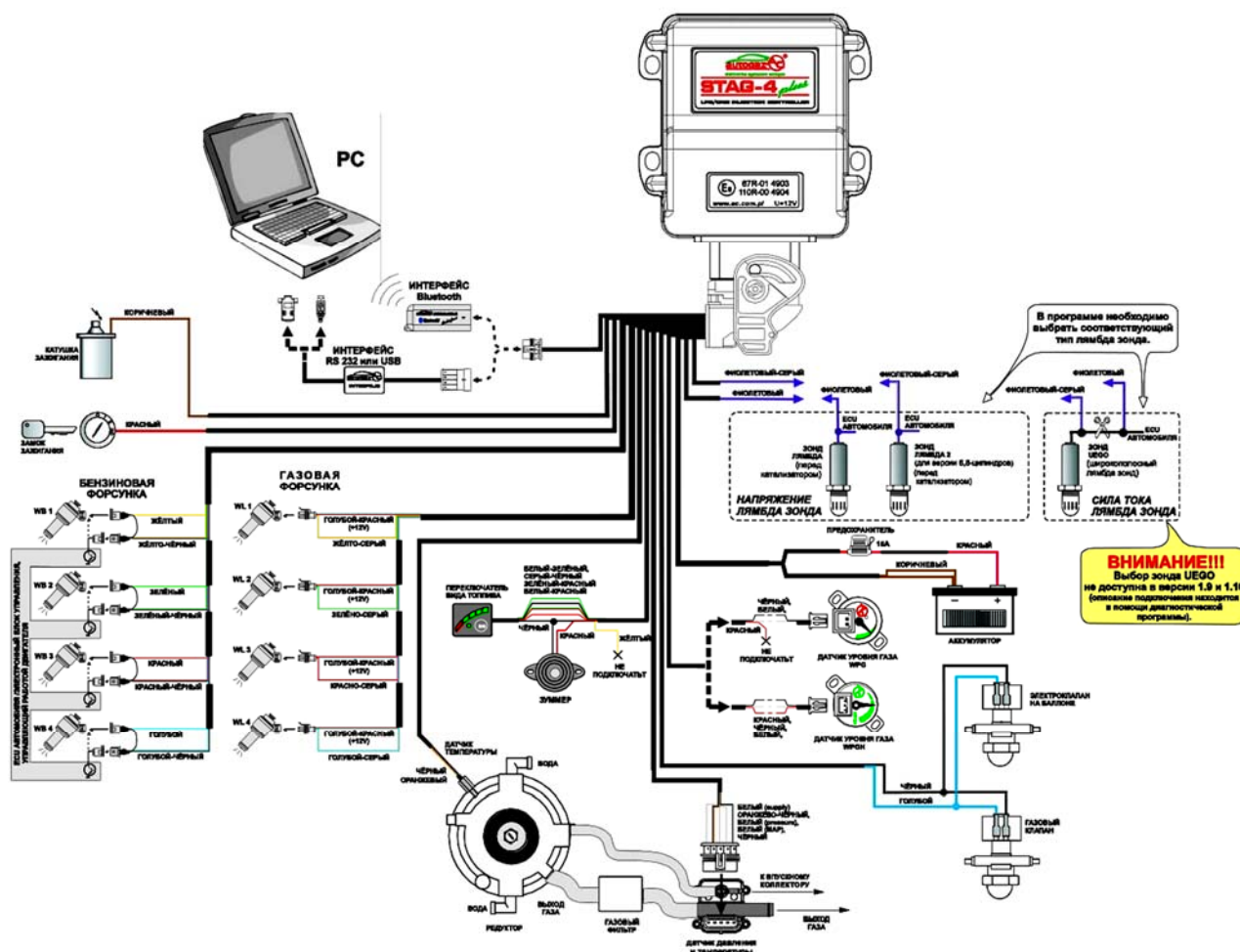


Рисунок 2 – Газовое оборудование 4 поколения

Можно сказать, что четвертое поколение самое удачное и востребованное в настоящее время. В данном поколении появился полноценный распределенный впрыск, повторяющий работу инжектора. Данная система впервые получила полноценный блок управления, который полностью соединяется со всеми штатными датчиками автомобиля. Редуктор был лишен функции подачи топлива и стал использоваться только для поддержания постоянного давления в топливной системе, [14].

Пятое поколение.

Данная система кардинально отличается от всех предыдущих. В данном случае применяется только пропан - бутановая смесь. В данной системе газ уже используется в жидком виде, при этом в баллоне устанавливается топливный насос, при помощи которого топливо поступает в мотор. Также в системе больше не используется редуктор и испаритель, что исключает вмешательство в систему охлаждения мотора, убирает из подкапотного пространства дополнительные элементы. И упрощает всю конструкцию системы.

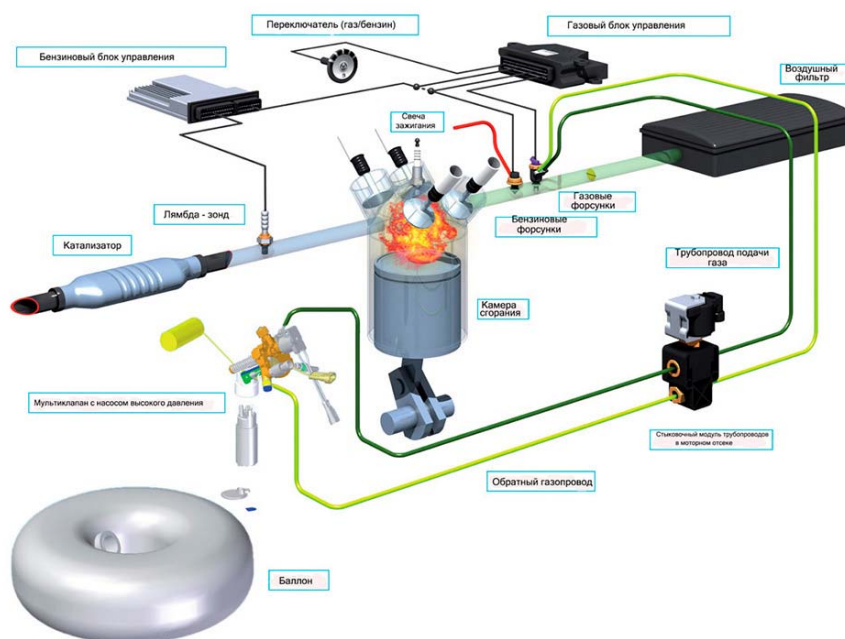


Рисунок 3 – Газовое оборудование 5 поколения

Шестое поколение.

Самое новое и недоступное поколение. Данная система предназначена только на использование в паре с двигателем с непосредственной системой впрыска. В оборудовании используется все штатные элементы подачи топлива. В автомобиль устанавливается дополнительный бак, и врезается дополнительный канал в систему подачи топлива. При этом, все форсунки, топливные трубки и другие элементы остаются на своем месте.

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Применение газового топлива как альтернатива бензиновому или дизельному топливам имеет место;
2. Имеющиеся оборудование для перевода двигателей на газовое топливо отвечает всем требованиям и имеет большое разнообразие
3. Газовое оборудование последних поколений имеет сложную конструкцию и высокую стоимость, что делает его применение в некоторых случаях экономически нерентабельным.

Литература

1. Фаттахов, Б. И. Перспективы применения сжиженного природного газа в качестве моторного топлива / Б. И. Фаттахов, С. А. Синицкий // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 188-193. – EDN WFOWAO.
2. Фаттахов, Б. И. Преимущества и недостатки перевода автомобиля на газовое топливо / Б. И. Фаттахов, С. А. Синицкий // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 138-140. – EDN DKNHFT.
3. Синицкий, С. А. Влияние подачи воздуха в двигатель НА его показатели с учетом неустановившейся нагрузки / С. А. Синицкий, Е. С. Синицкая, Р. Р. Лукманов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 121-126. – EDN VHJVAW.
4. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42. – EDN DIBZCJ.
5. Комплекс систем для снижения токсичности отработавших газов дизельного двигателя / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров [и др.] // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства : Материалы Международной научно-практической конференции, в 3-ех томах, Ижевск, 14–17 февраля 2017 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования "Ижевская государственная сельскохозяйственная академия". Том 2. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 95-100. – EDN ZHOUCB.

6. Снижение токсичности отработавших газов двигателя машинно-тракторного агрегата в реальных эксплуатационных условиях / Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров, Н. Д. Давыдов, Ф. Р. Арсланов // Современные проблемы экологии: Тезисы докладов XIV Международной научно-технической конференции, Тула, 22 января 2016 года. – Тула: Издательство "Инновационные технологии", 2016. – С. 52-55. – EDN VLDSPL.

7. Иншаков, А. П. Повышение эффективности работы двигателя машинно-тракторного агрегата / А. П. Иншаков, Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: Межвузовский сборник научных трудов / Министерство образования и науки Российской Федерации, Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2010. – С. 132-136. – EDN YNPLMJ.

8. Меньшенин, А. С. Исследование адаптивных методов коррекции параметров ДВС при использовании тестовых методов / А. С. Меньшенин, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 219-226. – EDN MGVXOK.

9. Методы снижения токсичности и экологичность современных автомобилей / Н. Н. Русакова, В. Е. Уланов, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 285-291. – EDN BRNVAB.

10. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107. – EDN NBJOST

11. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253. – EDN APPQLE.

12. Исследование способа повышения экологичности и экономичности автотранспорта на тестовых режимах холостого хода работы двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт Урала. – 2016. – № 1(48). – С. 97-102. – DOI 10.20291/1815-9400-2016-1-97-102. – EDN VRDJYP.
13. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 444 с.
14. Чоккой, С. А. Универсальный метод настройки газобаллонного оборудования 4 поколения без обратной связи / С. А. Чоккой, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 151-159.
15. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings / F. Khaliullin, G. Pikmullin, J. Aladashvili [et al.] // IOP conference series: earth and environmental science : International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials, Ekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. Vol. 699. – Ekaterinburg: IOP Publishing, 2021. – P. 012042.
16. Булгариев, Г.Г. Устройство для контроля работы транспортных средств / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 4. – № 2. – С. 008-012.
17. Пикмуллин, Г.В. Устройства для замера загрузки и наработки транспортных средств / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 174-178.
18. Киселев, В.Л. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS / В.Л. Киселев, Г.В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-49.
19. Салахов, И. М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения

аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.

20. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.

21. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

22. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.

© Синецкий С. А., Фаттахов Б.Р., Синецкая Ю.С. 2022

УДК 631.372

Синицкий Станислав Александрович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Stanislavsin@mail.ru**Лукманов Руслан Рушанович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*look-rus@mail.ru**Тазиев Раиль Рамилевич***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*railka141002@mail.ru**Синицкая Екатерина Станиславовна***Студент**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет**Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия*katacin@mail.ru**ОСОБЕННОСТИ АККАМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА
ТЕХНИКЕ С ГИБРИДНЫМ ПРИВОДОМ**

Аннотация. Аккумуляторные батареи являются одним из основных источников энергии для техники с гибридным приводом и от их устройства, конструктивных параметров и способа эксплуатации, зависит эффективность их применения

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, гибридный провод, автомобиль.

Stanislav A. Sinitsky*Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Stanislavsin@mail.ru**Ruslan R. Lukmanov***PhD of Technics, associate Professor;**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*look-rus@mail.ru**Rail R. Taziev***Student*railka141002@mail.ru*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Ekaterina S. Sinitskaya***Student*

FEATURES OF RECHARGEABLE BATTERIES USED ON HYBRID DRIVE VEHICLES

Abstract. Rechargeable batteries are one of the main sources of energy for hybrid drive vehicles and the effectiveness of their use depends on their device, design parameters and method of operation.

Key words: battery, hybrid wire, car.

В последнее время все большее распространение получают автомобили с гибридным или электроприводом, наряду с уже широко зарекомендовавшими себя механическими, гидромеханическими и гидрообъемными приводами, [1, 2]. На сегодняшний день недостатком автомобилей с электроприводом является недостаточный запас хода на одной заправке и отсутствие в достаточном количестве станций для их подзарядки. Таких недостатков лишены автомобили с гибридной силовой установкой. Данный вид силовой установкой имеет значительно больший пробег на одной заправке по сравнению с автомобилями на электроприводе и меньший расход топлива по сравнению с автомобилями оборудованными двигателями внутреннего сгорания (ДВС), [3]. Но в тоже время, данный вид привода требует установки дополнительного оборудования (электромотора, аккумуляторной батареи), что усложняет его конструкцию и повышает затраты на техническое обслуживание и ремонт, [4, 5, 6].

На некоторых автомобилях в качестве источника электрической энергии иногда применяются ультраконденсаторы, [7]. Но в настоящее время они пока не нашли широкое применение, из – за сложности конструкции и невозможности длительное время хранить запас электрической энергии.

Одним из главного параметра по которым выбирают гибридные автомобили – это аккумуляторная батарея (АКБ), которая дает электричество для запуска и полноценной работы транспортного средства (ТС) [8, 9, 10]. Поэтому важно знать преимущества и недостатки каждого из видов батарей, которые применяются на автомобилях с гибридной силовой установкой.

Правильно подобранная аккумуляторная батарея значительно позволит повысить ее срок службы, а также значительно сократить выброс вредных веществ [11, 12, 13], за счет оптимизации работы гибридной силовой установки.

Литий-ионные (Li-Ion) аккумуляторы использовался в производстве бытовой электроники, но последние 10 лет начали активно применяться

в автомобилестроение. Поэтому большинство новых гибридных установок (производимых примерно с 2015 года) используют в своих типах схем именно данный тип аккумуляторной батареи, [4, 14, 15].

Стоит подметить, что литий-ионные батареи в быту и в автомобилестроении это совсем разные виды батарей: портативная электроника использует Li-Ion аккумуляторы на основе оксида лития кобальта (LiCoO_2), что даёт им высокую плотность заряда.

LiCoO_2 катоды обладают серьёзным недостатком: они восприимчивы к «тепловому убеганию», то есть они могут буквально взорваться при достижении высоких температур. Это и является большим минусом в постройке гибрида.

Для более энергоемкой техники, такой как автомобиль, производят литий-ионные аккумуляторы на основе литий-железо-фосфата (LiFePO_4), оксида лития марганца (LMO), оксида кобальта марганца лития никеля (NMC). Данные аккумуляторы имеют меньшую плотность, чем LiCoO_2 , но это намного лучше в плане безопасности и долговечности использования самой батареи.

В большинстве современных гибридных автомобилей используют NMC литий-ионные батареи.

Преимущества:

1. Первым большим преимуществом данного аккумулятора – это удельная энергия (соотношение энергии к весу). Это позволяет сделать их более подходящими для использования в ТС, т.к. меньший вес увеличивает пробег на одной заряде.
2. Вторым плюсом является быстрая зарядка батареи. Быстрота зарядки – вещь относительная, которая не особо заметно обычному потребителю, но факт есть факт – среди всех видов зарядки на литий-ионных батареях самая быстрая.
3. Li-Ion батареи не имеют эффекта памяти. С одной стороны, это является минусом: некоторые типы батарей после цикла заряд-разряд теряют свою энергоемкость, что при пробегах более 150 тыс. км приводит к необходимости замены батареи. Но при этом она выглядит намного выгоднее, чем, например, никелевые аккумуляторы, которые запоминают со временем, что они имеют малую энергоемкость.

Недостатки:

1. Самым крупным недостатком Li-ion батарей является их высокая стоимость производства в сравнении с другими видами аккумуляторов. Они дороже никелевых батарей примерно на 40%. Но следует помнить, что это будет не всегда, т.к. эта ниша ещё не до конца изучена и не все автопроизводители занимаются данными типами ТС.
2. Как говорилось ранее, эффект памяти является как плюсом, так и минусом. Жизненный цикл батареи заявлен как 10 лет.

Литий-ионные батареи имеют незначительные недостатки по сравнению со своими соперниками, но при этом имеют ряд неизученных вопросов, что не может их сделать идеальным решением.

Никель-металл-гидридные (Ni-MH) аккумуляторы.

Это старейший тип современных батарей, которые по-прежнему используются в постройке гибридных автомобилей и электрокаров. Но стоит отметить, что последние 5-6 лет происходит переход на литий-ионные батареи.

Они гораздо дешевле в производстве, чем Li-Ion аккумуляторы: в их состав входит водород, никель, титан и подобные ему металлы для хранения энергии. Это позволяло снизить издержки при из производства, но учитывая тот факт, что многие переходят на Li-Ion, то последние в ближайшее время начнут падать в цене.

Преимущества

До сих пор огромным потенциалом для производства ТС с данным видом аккумулятора является его долговечность. Он не требует постоянного внимания и должного ухода, ведь вполне справляется с ежедневными задачами. Li-Ion, в свою очередь, более капризный и без внимания может выйти из строя.

Данный вид тесно связан с безопасностью: он не требует дополнительных мер предосторожности. Этот же факт делает его более выгодным при утилизации.

Недостатки

Имеют низкую плотность энергии. Она меньше на 40-50%, чем у своего основного конкурента. Её определенно можно сделать такую же, как и у Li-Ion, но соответственно увеличится размер и вес аккумулятора.

При совершении больших нагрузок аккумулятор перегревается. Для более оптимального использования требуется дополнительная система охлаждения, а это дополнительный вес и затраты по площади.

Никель-металл-гидридные аккумуляторы имеют место в производстве гибридных установок, но в скором времени от них стоит отказаться из-за малого КПД при использовании ТС.

Литература

1. Тазиев, Р. Р. Гибридные автомобили / Р. Р. Тазиев, С. А. Сеницкий// Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции, Казань, 09–10 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-233. – EDN ZWERRJ.
2. Сеницкая, Ю. С. Анализ схем механизмов привода трансмиссии средств малой механизации / Ю. С. Сеницкая, С. А. Сеницкий, Р. Р. Лукманов// Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н.,

профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 194-198. – EDN AWFFGO.

3. Тагиев, Р. Р. Анализ применения гибридных автомобилей / Р. Р. Тагиев, С. А. Синицкий // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 180-182. – EDN AKMMHC.

4. Тихонов, И. Н. Перспективы развития электромобилей / И. Н. Тихонов, С. А. Синицкий // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 126-128. – EDN VXBZCA.

5. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253. – EDN APPQLE.

6. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 444 с.

7. Синицкий, С. А. Эффективность применения «ультраконденсаторов» в электромобилях/ С. А. Синицкий // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 160-162. – EDN EKYIIR.

8. Исследование способа повышения экологичности и экономичности автотранспорта на тестовых режимах холостого хода работы двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт Урала. – 2016. – № 1(48). – С. 97-102. – DOI 10.20291/1815-9400-2016-1-97-102. – EDN VRDJYP.

9. Хафизов, К. А. Методика расчета МТА по критерию "совокупные энергозатраты"/ К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 3. – С. 46-51. – EDN KWPNBX

10. Хафизов, К. А. Оптимизация параметров и режимов работы МТА на основе энергетического анализа/ К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 7. – С. 32-34. – EDN KXMITH.

11. Снижение токсичности отработавших газов двигателя машинно-тракторного агрегата в реальных эксплуатационных условиях / Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров, Н. Д. Давыдов, Ф. Р. Арсланов // Современные

проблемы экологии: Тезисы докладов XIV Международной научно-технической конференции, Тула, 22 января 2016 года. – Тула: Издательство "Инновационные технологии", 2016. – С. 52-55. – EDN VLDSPL.

12. Снижение содержания токсичных веществ в отработавших газах двигателя машинно - тракторного агрегата путем применения комплексных систем / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров [и др.]// Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: Материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение": сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2017 года. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 14-17. – EDN ZEYEDT.

13. Снижение токсичности отработавших газов дизельного двигателя в период пуска/ Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Современные проблемы экологии: Доклады XIX международной научно-технической конференции, Тула, 20 октября 2017 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Издательство "Инновационные технологии", 2017. – С. 3-6. – EDN XNYOSL.

14. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tch Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557. – EDN WАННUC.

15. Галлямов, Н. Ф. Технические решения по снижению токсичности отработавших газов дизельных двигателей/ Н. Ф. Галлямов, А. В. Матяшин// Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 166-170. – EDN LJOTXR.

16. Вагизов, Т. Н. Технологии получения и свойства световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Л. Р. Фазлыев, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018 (МНТК "ИМТОМ-2018"): Материалы IX Международной научно-технической конференции, Казань, 05–07 декабря 2018 года. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2018. – С. 17-23.

17. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и

Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

18. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т. Н. Вагизов, Н. Я. Галимова, Н. А. Адыева, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции, Казань, 05–06 декабря 2019 года. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.

19. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings / F. Khaliullin, G. Pikmullin, J. Aladashvili [et al.] // IOP conference series: earth and environmental science: International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials, Ekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. Vol. 699. – Ekaterinburg: IOP Publishing, 2021. – P. 012042.

20. Булгариев, Г.Г. Устройство для контроля работы транспортных средств / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 4. – № 2. – С. 008-012.

21. Пикмуллин, Г.В. Устройства для замера загрузки и наработки транспортных средств / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 174-178.

22. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39. – EDN YQRJWB.

23. Киселев, В.Л. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS / В.Л. Киселев, Г.В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-49.

24. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.

25. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

© Сеницкий С. А., Лукманов Р. Р., Тазиев Р.Р., Сеницкая Е.С., 2022

УДК 631.372

Синицкий Станислав Александрович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Stanislavsin@mail.ru**Лукманов Руслан Рушанович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*look-rus@mail.ru**Луканихин Сергей Александрович***Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*lukanikhin@list.ru**Синицкая Екатерина Станиславовна***Студент**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет**Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия*katacin@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ В МАШИННО-ТРАКТОРНОМ АГРЕГАТЕ

Аннотация. Описаны методики исследования распределения инерционных сил в машинно-тракторном агрегате, что позволит наиболее полно учитывать их влияние при расчетах и проектировании с учетом характера эксплуатации.

Ключевые слова: инерционные силы, неустановившееся нагрузка, машинно-тракторный агрегат.

Stanislav A. Sinitsky*PhD of Technics, associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Stanislavsin@mail.ru**Ruslan R. Lukmanov***PhD of Technics, associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*look-rus@mail.ru**Sergei A. Lykanihin***Master's student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*lukanikhin@list.ru**Ekaterina S. Sinitskaya***Student*

STUDIES OF THE DISTRIBUTION OF INERTIAL FORCES IN A MACHINE-TRACTOR UNIT

Abstract. The methods of studying the distribution of inertial forces in a machine-tractor unit are described, which will allow for the most complete consideration of their influence in calculations and design, taking into account the nature of operation.

Key words: inertial forces, unsteady load, machine-tractor unit.

При работе машинно-тракторного агрегата (МТА) на него действуют инерционные силы, которые вызваны постоянным изменением скоростного и нагрузочного режимов работы, которые в свою очередь обусловленные неравномерностью нагрузки. Неравномерность нагрузки при работе МТА при выполнении сельскохозяйственных операций очень сильно зависит с физико-механических свойств почвы, рельефа обрабатываемого поля и скоростного режима работы (ускорения и замедления). Все выше сказанное приводит к возникновению инерционных сил в МТА [1, 2, 3], которые в большинстве случаев негативно отражаются на его работе, что в свою очередь приводит к возникновению дополнительных динамических нагрузок в узлах и агрегатах, что снижает их ресурс, а также влечет повышенный расход топлива и снижает эффективность использования полной мощности двигателя МТА из-за того, что приходится его недогружать, в зависимости от вида выполняемых работ на 10...20%, [4, 5, 6].

Одним из показателей в переходном процессе, который влияет на изменение и распределение инерционных сил в МТА является коэффициент неравномерности угловой скорости коленчатого вала двигателя МТА, который определяется из выражения, [7, 8, 9]:

$$\psi = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_n}, \quad (1)$$

где $\omega_{\max}$ – максимальное значение угловой скорости коленчатого вала двигателя МТА в переходном процессе, с⁻¹;

$\omega_{\min}$ – минимальное значение угловой скорости коленчатого вала двигателя МТА в переходном процессе, с⁻¹;

ω_n – номинальное значение угловой скорости коленчатого вала двигателя МТА в переходном процессе, с⁻¹;

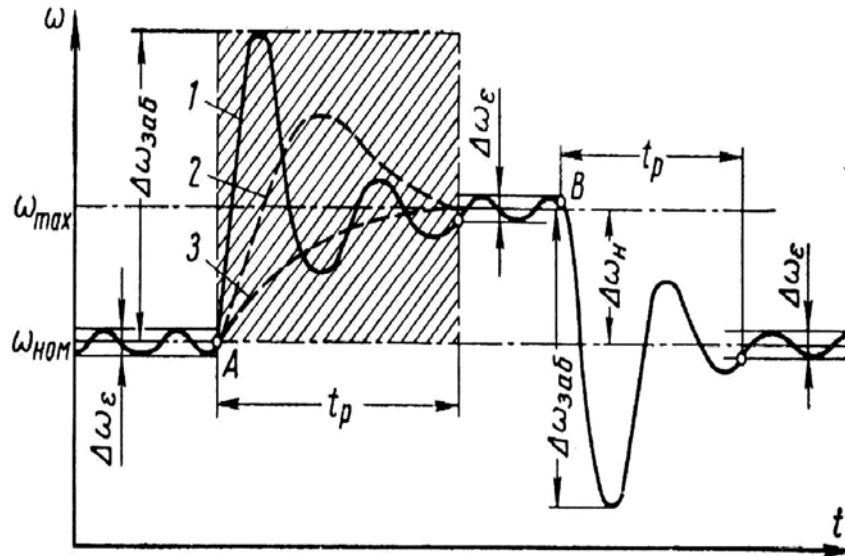


Рисунок 1 – График изменения угловой скорости коленчатого вала двигателя МТА в переходном процессе, [1].

Другим показателем, влияющим на распределение инерционных сил в МТА является приведенный момент инерции, который можно описать следующим выражением, [10, 11, 12]:

$$J_{np} = J_{\partial} + J_{MTA}, \quad (2)$$

где J_{∂} - приведенный момент инерции масс двигателя, кгм^2 ;

J_{MTA} - приведенный момент инерции масс МТА, кгм^2 .

Используя выражение (2) и подставив его в основное уравнение динамики применительно к МТА получим:

$$\Delta M_e(t) = \Delta M_c(t) + (J_{\partial} + J_{MTA}) \frac{d\omega}{dt}, \quad (3)$$

где ΔM_e – изменение момента двигателя МТА, Нм;

ω – угловая скорость коленчатого вала двигателя, с^{-1} ;

ΔM_c – изменение момента сопротивления, Нм.

В работах ряда ученых [3, 13, 14]: отмечается, что действительное движение МТА в любой момент времени можно разделить на два условных движения. Первое это с постоянной угловой скоростью ω , которая принимается равной действительной угловой скорости в данный момент времени. Такое движение называется перманентным. Второй вид движения это начальное движение, происходящее с угловой скоростью, равной нулю и угловым ускорением $(\frac{d\omega}{dt})$, которое равно действительному мгновенному угловому ускорению.

В ряде случаев при проведении расчетов узлов и агрегатов МТА изменением угловой скорости, которое возникает вследствие динамических нагрузок пренебрегают и берут ее среднее значение, что приводит к снижению точности расчетов и в ряде случаев не полностью учитывают распределение инерционных сил, которые в начальном периоде пропорциональны угловому ускорению ($\frac{d\omega}{dt}$), а в перманентном движении уже имеют квадратичную зависимость от угловой скорости ($\frac{d\omega^2}{dt}$), [3, 15, 16].

При проведении расчетов, связанных с распределением сил инерции в МТА с учетом характера его движения применяются методика нелинейной динамики с применением характеристического критерия первого рода, [3, 13, 17].

$$\chi(t) = \frac{2}{\omega^2} \frac{d\omega^2}{dt}, \quad (4)$$

По результатам проведенных исследований значения критерия по модулю $|\chi|$ в зависимости от техники изменяется в больших пределах и его значения приведены в таблице 1, [3, 11, 12].

Таблица 1 – Значение критерия по модулю $|\chi|$

Вид техники	$ \chi _{\min}$	$ \chi _{\max}$
Маховик тракторов	0,006	0,016
Комбайнов	1,02	1,48
Сенокосилки	0,98	1,34

Для проведения динамических расчетов по распределению Инерционных сил в МТА сперва необходимо предопределить или исследовать влияние динамических нагрузок на его отдельные звенья. Особенно это актуально, когда МТА эксплуатируется в условиях, когда изменение нагрузки имеет большую скажность.

Полученные результаты по распределению инерционных сил в машинно-тракторном агрегате помимо своей значимости имеют еще важное значение для проведения уточненных динамических расчетов МТА при его работе с неустановившейся нагрузкой и на предельных режимах.

Литература

1. Синицкий, С. А. Влияние нагрузки машинно-тракторного агрегата на показатели двигателя в условиях эксплуатации: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства", 05.04.02 "Тепловые двигатели»: диссертация на соискание ученой степени

- кандидата технических наук / Синицкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 210 с
2. Investigation of the effect of air supply on the effective engine performance of a machine-tractor unit under unsteady load / S. A. Sinitsky, V. M. Medvedev, R. R. Lukmanov [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00025. – DOI 10.1051/bioconf/20201700025
 3. Динамика машинных агрегатов на предельных режимах движения. / И. И. Артоболевский, В. С. Лощинин – М.: Наука, 1977 – 326 с.
 4. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107. – EDN NBJOST.
 5. Разработка подшипника скольжения с регенерирующей смазочной пленкой / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Шайхутдинов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 299-300
 6. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253. – EDN APPQLE.
 7. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упругодемпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф. Х. Халиуллин, Б. И. Ситдинов, Г. В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102.
 8. Синицкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Синицкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.
 9. Динамика машин и управление машинами: Справочник/ В.К. Асташев, В.И. Бабацкий, И.И. Вульфосн и др. Под ред. Г.В. Крейнина. – М.: Машиностроение, 1988 – 240 с
 10. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 444 с.

11. Хафизов, К. А. Оптимизация параметров и режимов работы МТА на основе энергетического анализа / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 7. – С. 32-34. – EDN KXMITH.
12. Исследование способа повышения экологичности и экономичности автотранспорта на тестовых режимах холостого хода работы двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт Урала. – 2016. – № 1(48). – С. 97-102. – DOI 10.20291/1815-9400-2016-1-97-102. – EDN VRDJYP.
13. Гималтдинов, И. Х. Решение инженерной задачи при разработке прибора для вычисления остаточного ресурса подшипников качения / И. Х. Гималтдинов, Р. С. Шайхетдинова // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 7. – С. 112-116. – EDN VSNSKT.
14. Хафизов, К. А. Методика расчета МТА по критерию "совокупные энергозатраты" / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 3. – С. 46-51. – EDN KWPNBX
15. Гималтдинов, И. Х. Моделирование динамики ротора молотковой дробилки в среде ANSYS Workbench 16.2 / И. Х. Гималтдинов, Н. Р. Адигамов, К. А. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 34-37. – EDN YQGAVR.
16. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tche Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557. – EDN WАННUC.
17. Гималтдинов, И. Х. Безразборное определение остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов / И. Х. Гималтдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016.
18. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings / F. Khaliullin, G. Pikmullin, J. Aladashvili [et al.] // IOP conference series: earth and environmental science : International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials, Ekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. Vol. 699. – Ekaterinburg: IOP Publishing, 2021. – P. 012042.
19. Булгариев, Г.Г. Устройство для контроля работы транспортных средств / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин // Уральский научный вестник. – 2018. – Т. 4. – № 2. – С. 008-012.
20. Пикмуллин, Г.В. Устройства для замера загрузки и наработки транспортных средств /Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев// Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 174-178.

21. Киселев, В.Л. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS / В.Л. Киселев, Г.В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-49.
22. Мудров, А.Г. Пространственные механизмы с вращательными парами /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 65-69.
23. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

© Синецкий С. А., Лукманов Р. Р., Луканихин С. А., Синецкая Е.С. 2022

УДК 621.791.5

Галиев Ильгиз Гакифович

*Доктор технических наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань
drGali@mail.ru*

Зиятдинов Разиль Шамилович

*Аспирант
Казанский государственный аграрный университет, Казань
razilka1998@gmail.com*

Галимов Энгель Рафикович

*Доктор технических наук, профессор
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ТРАКТОРОВ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Рациональное использование ресурса любой техники непосредственно связано с оптимизацией расхода ресурса их агрегатов и систем за единицу выполненной работы. Таким образом, управление работоспособностью является стратегическим и приоритетным фактором повышения эффективности эксплуатации тракторов в аграрном производстве. В статье рассмотрены теоретические исследования по проектированию процессов рационального использования ресурсов тракторов. Для реализации проекта предлагаются параметрические значения, характеризующие и оценивающие фактического состояния трактора и требуемое состояние техники для выполнения всех сельскохозяйственных работ на плановый период.

Ключевые слова: трактор, расход ресурса, управление работоспособностью, издержки на эксплуатацию, уровень расхода ресурса.

Ilgiz G. Galiev

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
drGali@mail.ru*

Razil Sh. Ziiatdinov

*Graduate student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
razilka1998@gmail.com*

Engel R. Galimov

Doctor of Technical Sciences, Professor

DESIGNING PROCESSES OF RATIONAL USE OF TRACTOR RESOURCES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Annotation. Rational use of the resource of any equipment is directly relate to optimizing the resource consumption of their units and systems per unit of work performed. Thus, performance management is a strategic and priority factor for improving the efficiency of tractor operation in agricultural production. The article discusses theoretical studies on the design of processes of rational use of tractor resources. For the implementation of the project, parametric values are proposing that characterize and evaluate the actual condition of the tractor and the required state of equipment for performing all agricultural work for the planned period.

Keywords: tractor, resource consumption, performance management, operating costs, resource consumption level.

Современный этап развития аграрного производства непрерывно связано с проектированием процессов рационального использования ресурсов тракторов, поскольку парк сельскохозяйственной техники имеет высокую стоимость [1, 2, 3]. Рациональное использование ресурса любой техники непосредственно связано с оптимизацией расхода ресурса их агрегатов и систем за единицу выполненной работы [4, 5, 6]. Таким образом, управление работоспособностью является стратегическим и приоритетным фактором повышения эффективности эксплуатации тракторов в аграрном производстве [7, 8].

Управление работоспособностью трактора в течении всего сельскохозяйственного цикла осуществляется следующим образом:

- определения фактического уровня расхода ресурса тракторов при ТО-3;
- определения требуемого уровня расхода ресурса тракторов на плановый период;
- сравнение фактического и требуемого значений уровней расхода ресурса.

При этом если фактический уровень расхода ресурса тракторов будет больше требуемого значения, то трактор допускается к эксплуатации до следующего ТО-3; если условие не выполняется, то необходимо провести мероприятия для приведения в соответствие этих двух показателей. Мероприятия могут осуществляться в двух направлениях: повышение фактического уровня расхода ресурса тракторов; снижение требуемого уровня расхода ресурса тракторов.

Повышение фактического уровня расхода ресурса тракторов связан с затратами времени и средств на ТО и ремонт, следовательно,

увеличиваются и потери урожая вследствие простоя трактора. Снижение требуемого уровня расхода ресурса тракторов связан с искусственным снижением сопротивления агрегата или дифференциацией сельскохозяйственных работ по тракторам по признаку соответствия фактического и требуемого значений уровней расхода ресурса тракторов. Искусственное снижение сопротивление агрегата возможна только путем уменьшения ширины захвата, следовательно, производительности, наработки трактора. Оба варианта, с экономической точки зрения, возможны при выполнении условия минимума удельных затрат на обеспечение работоспособного состояния в течение периода сельскохозяйственного цикла [9, 10, 11]:

$$y_3 = \frac{1}{T} \sum_{l=1}^3 Z_l \rightarrow \min \quad (1)$$

где Z_1 - затраты на ТО тракторов в сельскохозяйственном цикле, р; Z_2 - затраты на ремонт и устранение отказов в сельскохозяйственном цикле, р; Z_3 - потери урожая вследствие простоя тракторов по техническим причинам; T - объем работ в планируемом с/х цикле.

Отчисления на ТО Z_1 , является нормативными [12, 13, 14], следовательно, они определяются по формуле:

$$Z_o = \sum_{k=1}^N \sum_{B=1}^H C_{\text{тор}} K_{\text{пр}} \sum_{i=1}^I U_i(k) \quad (2)$$

где $C_{\text{тор}}$ - отчисления на ТО r -ой марки трактора, р/у.эт.га; $K_{\text{пр}}$ - коэффициент перевода у.эт.га в моточасы; $U_i(k)$ - время нахождения i -ой машины в k -ом периоде.

Затраты на устранение последствий [15, 16, 17] отказов Z_2 определяется из выражения:

$$Z_2 = Z_o + Z_a + Z_{\text{кр}} \quad (4)$$

где Z_o - затраты на устранение последствий нересурсных отказов, р; Z_a - затраты на замену агрегата, р; $Z_{\text{кр}}$ - затраты на КР, р.

Затраты Z_o на устранение последствий не ресурсных отказов с учетом уровня ТЭТ [18, 19, 20] определяется по формуле:

$$Z_o = y_{\text{тэт}} \sum_{g=1}^3 Z_g \sum_{k=1}^N \sum_{B=1}^H \sum_{i=1}^I P_{ig}(k) \quad (4)$$

где Z_g - затраты на устранение последствий отказов g -ой группы сложности, р; $K_{тэ}$ - коэффициент, учитывающий изменение затрат на устранение отказов для разного уровня ТЭТ; $P_{ig}(k)$ - количество отказов g -ой группы сложности i -ой машины в k -ом периоде.

Затраты на замену агрегатов определяется следующим образом:

$$Z_a = \sum_{k=1}^N \sum_{b=1}^H \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J Z_{bj} \theta_{ij}(k) \quad (5)$$

где Z_{bj} - затраты на замену j -го агрегата, р; θ_{ij} - может принять два значения: 1- если агрегат заменяется в k -ом периоде, 2- если агрегат не заменяется в k -ом периоде.

Затраты на замену j -го агрегата определяется по формуле:

$$Z_{ki} = (S_{bj} + Z_{мд}) \frac{\sum_{c=k}^N U_i(c)}{\bar{T}_{bi}} \quad (6)$$

где T - средняя межремонтная наработка j -го агрегата тракторов $в$ -ой марки, р; S_{bj} - преysкурантная стоимость j -го агрегата тракторов $в$ -ой марки, р; $Z_{мд}$ - затраты на монтаж и демонтаж j -го агрегата тракторов $в$ -ой марки, р.

Затраты на КР трактора вычисляются по формуле:

$$Z_{кр} = \sum_{k=1}^N \sum_{b=1}^H \frac{C_{кр_b}}{\bar{T}_{mb}} \sum_{i=1}^I \sum_{c=k}^N \theta_{кри}(C) U_i(C) \quad (7)$$

где $Z_{кр}$ - стоимость КР трактора $в$ -ой марки, р; $\theta_{кри}$ - может принимать два значения, 0 и 1 что соответствует i -й трактор в k -ом периоде капитально не ремонтируется или ремонтируется.

Потери урожая вследствие простоя техники определяется по формуле [1]:

$$Z_y = \sum_{k=1}^N \sum_{r=1}^R \sum_{q=1}^Q 0.5 K_q U_q (C_3 + C_c) S_{rq}(k) t_{rq}(k) \quad (8)$$

где K_q - коэффициент дифференцированных потерь урожая из-за простоев при выполнении $р$ - работы на q -ой культуре, 1/ч; S_{rq} - объем работ $г$ -го вида q -ой культуры в k -ом периоде, га; U_q - оптимальная урожайность q -ой культуры, ц/га; C_3 - закупочно- сдаточная цена q -ой культуры, р; C_c - стоимость послеуборочной обработки q -ой культуры, р/ц;

t_{rq} – время простоя трактора в k -ом периоде при выполнении p -й работы q -ой культуры, ч; R , Q – количество видов работ, культур.

Время простоя трактора в k -ом периоде при выполнении p -й работы q -ой культуры:

$$t_{rq} = D_{rq}(k) \left[\frac{1}{K_{rq}} S_B(k) - \sum_{i=1}^I U_i(k) \right] \quad (8)$$

где D_{rq} – доля p -ой работы на q -ой культуре в k -ом периоде; K_{rq} – коэффициент перевода часа работы p -го вида на q -ой культуре в га.

Литература

1. Efficiency of tractor track scarifiers used for sowing grain crops / С. А. Hafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, M. N. Yarovoy // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 29–30 октября 2021 года. – Stavropol, 2022. – P. 012005.
2. Minimum required power capacity of tractors depending on grain cultivation methods / С. А. Hafizov, R. N. Hafizov, A. A. Nurmiev, F. H. Khaliullin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 29–30 октября 2021 года. – Stavropol, 2022. – P. 012031.
3. Estimation of Design Parameters of the Crank-Connecting Rod Mechanism of Engines for Mobile Agricultural Machines / F. Kh. Khaliullin, G. V. Pikmullin, A. A. Nurmiev, M. A. Lushnov // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00076.
4. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138.
5. Energy Justification of the Number of Tractors for Agricultural Operations / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, I. G. Galiev // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00136.
6. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского ГАУ. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77.

7. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского ГАУ. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107.
8. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42.
9. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2016. – С. 250-253.
10. Пути увеличения срока эксплуатации лемеха плуга / Р.Р. Назипов, М.Н. Калимуллин, М.З. Салимзянов, Р.В. Шарипов // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ИМиТС и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 176-181.
11. Как поддерживать машинно-тракторный парк в работоспособном состоянии / А. Д. Галимянов, М. Н. Калимуллин, Р. К. Абдрахманов, М. З. Салимзянов // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 155-162.
12. Назипов, Р. Повышение долговечности деталей рабочих органов плуга / Р. Назипов, М. Н. Калимуллин, Р. К. Абдрахманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 216-221.
13. Особенности восстановления деталей наплавкой / И.И. Хайрутдинов, М.Н. Калимуллин, М.М. Низамутдинов, М.З. Салимзянов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН Мазитова Назиба Каюмовича. – Казань: Казанский Казанский ГАУ, 2020. – С. 295-303.
14. Мухаметзянов, Ф.А. Новые технологические приемы получения износостойких электролитических покрытий / Ф.А. Мухаметзянов, М.Н. Калимуллин // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2018. – С. 325-328.

15. Гисматов, А.Р. Методы защиты от абразивного износа / А.Р. Гисматов, М.Н. Калимуллин // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2018. – С. 323-325.
16. To question of determining design parameters of working body of rotary chopper of tops / M. Kalimullin, D. Ismagilov, R. Abdrakhmanov [et al.] // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1224-1229.
17. Медведев, В.М. Влияние инерционного коэффициента на коэффициент избытка воздуха двигателя машинно-тракторного агрегата / В.М. Медведев, С.А. Сеницкий // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 39-44.
18. Сеницкий, С.А. Особенности применения растительных масел в качестве альтернативного вида топлива для дизельных двигателей МТА / С.А. Сеницкий // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 182-184.
19. Гильмуллин, И.Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И.Т. Гильмуллин, Р.Р. Лукманов, С.А. Сеницкий // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Назиба Каюмовича. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 40-45.
20. Сеницкий, С.А. Определение динамических потерь в двигателе машинно-тракторного агрегата при работе с неустановившейся нагрузкой / С.А. Сеницкий, В.М. Медведев // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 34-39.

УДК 621.762.55

Ахметзянов Ришат Ринатович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

rishat83@mail.ru

Вагизов Тагир Наилевич

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

tagirvagizov@yandex.ru

Пикмуллин Геннадий Васильевич

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

pikmullin@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСАДОК КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. В настоящей работе представлены исследования изменения условий посадок внутренних колец подшипников качения со временем эксплуатации, представлена классификация условий работы и процессов изнашиваний поверхности сопряжения в зависимости от периодов эксплуатации сопряжений.

Ключевые слова: Подшипники качения, посадки сопряжений, износ, фреттинг - коррозия.

Rishat R. Akhmetzyanov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

rishat83@mail.ru

Tagir N. Vagizov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

tagirvagizov@yandex.ru

Gennady V. Pikmullin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

pikmullin@mail.ru

INVESTIGATION OF CHANGES IN THE SEATING OF ROLLING BEARING RINGS DURING OPERATION

Annotation. This paper presents studies of changes in the landing conditions of the inner rings of rolling bearings over time of operation, presents a

classification of working conditions and processes of wear of the interface surface depending on the periods of operation of the interfaces.

Keywords: Rolling bearings, coupling fits, wear, fretting corrosion.

В процессе эксплуатации машин нарушается неподвижность соединения шейка вала – внутреннее кольцо подшипника качения, вследствие этого происходят нарастающие перемещения и изнашивания сопряженных поверхностей [1-3]. Подшипники качения соединены с валами в большинстве с натягом. Если возьмём к примеру трактор К-701 шейки шлицевых валов идут с полем допуска К6 - 64 %, S6 – 22%, n6-12%, G6-2%.

Не подвижность внутреннего кольца подшипника относительно шейки вала выполняется при условии, если момент сил трения $M_{тр}$, Н*м, в подшипнике качения меньше момента трения скольжения $M_{кр}$, Н*м в сопряжении кольцо шейка вала.

Моменты можно определить по формулам:

$$M_{тр} = f_n \cdot P \cdot r \quad (1)$$

$$M_{кр} = f_{кр} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot B \cdot p \quad (2)$$

где, f_n – приведенный коэффициент трения в подшипнике; P – нагрузка на подшипник, Н; r – радиус шейки вала, м; d – диаметр шейки вала; $f_{кр}$ - коэффициент трения, характеризует сцепление при круговом смещении; B – рабочая ширина посадочной поверхности кольца подшипника, м; p – давление на поверхности контакта, Н/м².

Анализ износов поверхности данного сопряжения и внешнего вида их указывает на изменения характера изнашивания при изменении посадки. Так, поверхности шеек валов и колец подшипников бывают без заметных следов проскальзывания кольца с точечными повреждениями усталостного характера, покрытые продуктами окисления при фреттинг коррозии, блестящие с выглаженной поверхностью [1-3].

Отмеченные наблюдения и проведенные ранее исследования прочности неподвижных посадок подшипников качения, относительных перемещений в соединении при изменении характера посадки позволили сделать классификацию условий работы и процессов изнашиваний поверхности сопряжения.

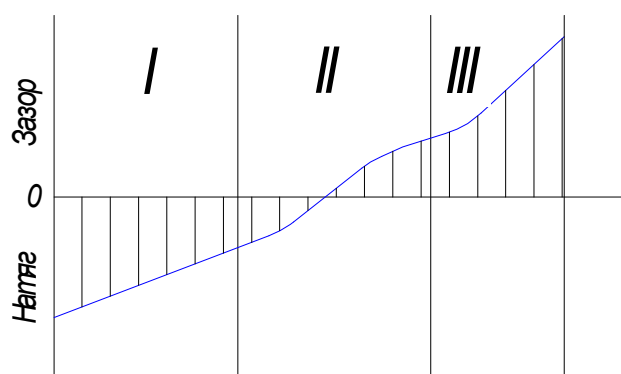
Условия и механизм изнашивания поверхностей деталей сопряжения вал-подшипник качения можно разделить 3 периода: 1 период - посадка с натягом, 2 период – переход от натяга к зазору, 3 период – наличие зазора в соединении.

В первом периоде давление натяга P^n больше чем давление от действия внешних сил $P^в$ ($P^n > P^в$) при этом происходит повторно – переменные деформации и перемещения в микрообъемах поверхностных слоев металла. Релаксация остаточных напряжений. Перерастание упругих деформаций в пластические. Активизация

поверхностей окисление. Снижение натяга вследствие релаксации напряжений.

Во втором периоде давление от действия внешних сил P^B больше чем давление натяга P^H ($P^H < P^B$) при этом происходит возвратно-поступательные микро перемещения кольца при каждом повороте вала на 180° . Деформация кольца под наиболее нагруженным телом вращения. Начинается процессы молекулярное взаимодействие поверхностей, окисление, усталостное разрушение контактирующих участков поверхностей, фретинг-коррозия [11-12].

В третьем периоде ($M_{тр} < M_{кр}$) происходит проскальзывание контактируемых поверхностей, повторно-переменные деформации в местах контакта, изнашивание при трении скольжения вследствие кругового смещения.



I, II, III - периоды эксплуатации

Рисунок 1 – Закономерности изменения посадки и перемещения поверхностей сопряжения

В первый период в сопряжении может иметь место натяг, который обеспечивает давление от натяга P^H большее, чем давление от действия внешних сил P^B .

В этих условиях в сопряжении возможны перемещения контактируемых участков поверхностей, приводящие к накоплению пластических деформаций. Контактные перемещения могут быть найдены по формуле [3]:

$$\delta = \frac{2Kg}{\pi d} \quad (3)$$

где δ - контактное перемещение мкм; K - коэффициент контактной податливости ($K=0,5 \cdot C \cdot P_H^{-0,5}$); g – нагрузка на единицу длины соединения, Н/мм; C - коэффициент, зависящий от геометрии поверхности и свойств материала; P_H – давление, создаваемое предварительным натягом, Н/мм; d – диаметр шейки вала, мм.

При уменьшении натяга, когда $P^H > P^B$ может происходить местная деформация внутреннего кольца под наиболее нагруженным телом качения. Эти пульсирующие деформации создают микроповреждения поверхностей и могут являться причиной их усталостного разрушения или фретинг-коррозии [17-18].

На участке II перегиб-кривой объясняется более интенсивным разрушением поверхностей при фретинг-коррозии. Величина перемещений Δ зависит от нормальной нагрузки P .

$$\Delta = K \cdot P \quad (4)$$

При возникновении зазора в соединении создаются условия, когда $M_{тр} < M_{кр}$, особенно при наличии вибраций. Тогда в сопряжении, имеет место проскальзывание кольца по шейке вала.

Так как проскальзывание поверхностей происходит в одном направлении, то фретинг-коррозия не развивается. Преобладающим становится изнашивание при круговом смещении [10].

Представленный по периодам анализ нарушения прочности соединения вал-подшипник качения и последующего изнашивания сопряженных поверхностей позволяет оценивать их износостойкость путем создания условия отдельных наиболее характерных процессов разрушения поверхностей.

Способность сопряжения, восстановленного наращиванием шейки вала, сохранять неподвижность посадки будет определяться следующими основными факторами: соотношением натяга и давления на опорную поверхность шейки упругими и фрикционными свойствами материала покрытия; площадью фактического контакта сопряженных поверхностей [8].

Металлопокрытия шеек валов должны обладать высокими упругими свойствами, твердость» HRC 45-55, стойкостью против усталости и фретинг-коррозии. Весьма твердые покрытия, обладающие низким коэффициентом трения (хром), имеют меньшую площадь фактического контакта, поэтому неподвижность посадки может быть потеряна при больших натягах. Такая поверхность не обладает и демпфирующим свойством. Таким образом, данный метод восстановления сопряжения может оказаться при жестких условиях работы недостаточно эффективным. Положительное влияние на долговечность оказывает упрочнение шеек валов обкаткой ППД [6-8].

Литература

1. Ахметзянов, Р. Р. Исследование твердых смазочных материалов в узлах трения скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 7-8. – EDN VPRCSV.
2. Ахметзянов, Р. Р. Увеличение ресурса трибосопряжений сельхозтехники с применением серографитовых композиционных материалов с древесным наполнителем / Р. Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях

глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 143-147. – EDN YQPPTR.

3. Ахметзянов, Р. Р. Повышение долговечности подшипников сельскохозяйственной техники применением серографитовых композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. Том Часть 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 148-152. – EDN LDHRQZ.

4. Ахметзянов, Р. Р. Эффективность применения композиционных материалов в трибосопряжениях / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73. – № 2. – С. 92-96. – EDN ZHUXNV.

5. Agro-bio-techno park as an innovative factor of increasing competitiveness of agriculture under global challenges / A.R. Valiev, A.V. Dmitriev, K.A. Khafizov, I.G. Galiev, F.T. Nezhmetdinova// Rural development 2017 Bioeconomy Challenges, Vilnius, 23–24 november 2017 yare. – Vilnius: Aleksandras Stulginskis University, 2017. – P. 1365-1368. – DOI 10.15544/RD.2017.118.

6. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, C. Khafizov, R. Khusainov, M. Faskhutdinov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 may 2020 yare. – Jelgava, 2020. – P. 48-53. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF012.

7. Галиев, И.Г. Модернизация системы смазки подшипникового узла турбокомпрессора автотракторного двигателя / И.Г. Галиев, К.А. Хафизов, Ф.Х. Халиуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 1(52). – С. 71-76. – DOI 10.12737/article_5cceddb77ac7e0.09639673.

8. Хайрутдинов И. И. Особенности восстановления деталей наплавкой / И. И. Хайрутдинов, М. Н. Калимуллин, М. М. Низамутдинов, М. З. Салимзянов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 295-303.

9. Rogovskii I. L. Research of diagnostic of combine harvesters at levels of hierarchical structure of systems and units of hydraulic system / I. L. Rogovskii,

- B. S. Liubarets, S. A. Voinash [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Russian Federation, 25 сентября – 04 2020 года. – Krasnoyarsk, Russian Federation: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42038. – DOI 10.1088/1742-6596/1679/4/042038.
10. Гисматов, А. Р. Методы защиты от абразивного износа / А. Р. Гисматов, М. Н. Калимуллин // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 323-325.
11. Mukhametshin I. Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage / I. Mukhametshin, A. Valiev, F. Muhamadyarov, M. Kalimullin, F. Yarullin. В сборнике: Engineering for Rural Development. 19. Сер. "19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings" 2020. С. 1946-1952.
12. Kalimullin M. Improvement of potato cultivation technology / M. Kalimullin, R. Abdrakhmanov, R. Andreev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Macau, 21–24 июля 2019 года. – Macau: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012017. – DOI 10.1088/1755-1315/346/1/012017.
13. Ахметзянов, Р. Р. Композиционный материал для подшипников скольжения с эффектом фрикционного переноса / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 35-40.
14. Халиуллина, З. М. Буровые шламы альтернативный источник повышения урожайности сельскохозяйственных культур / З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин, Р. Р. Ахметзянова // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 158-167. – EDN YQPUAC.
15. Халиуллина, З. М. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 19-26. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-19-26. – EDN DVAHRQ.
16. Ахметзянов, Р. Р. Разработка композиций с эффектом фрикционного переноса на узлах трения скольжения / Р. Р. Ахметзянов, А. Р. Ахметзянова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной

научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 181-187.

17. Ахметзянов, Р. Р. Полимерные композиции для подшипников скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Р. Р. Шайхутдинов, Р. Р. Ахметзянова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 204-208.

18. Ахметзянов, Р. Р. Роль пластичных смазок в узлах трения скольжения с полимерными покрытиями / Р. Р. Ахметзянов, Т. Н. Вагизов, Э. Р. Галимов, Э. Э. Шарафутдинова // Глобализация и национальная безопасность: человек и общество в меняющемся мире. Двадцать вторые Вавиловские чтения: Материалы международной междисциплинарной научной конференции, Йошкар-Ола, 06–07 декабря 2018 года / Под общей редакцией В.П. Шалаева. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – С. 119-124.

19. Ахметзянов, Р. Р. Серосодержащие композиционные материалы и их свойства / Р. Р. Ахметзянов, М. Н. Калимуллин, Р. Р. Шайхутдинов, Р. Р. Ахметзянова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 67-72.

20. Сибагатуллин, Ф. С. Перспективы применения препарата Мефосфон для производства удобрений из куриного помета / Ф. С. Сибагатуллин, З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 11. – С. 22-25. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-11105. – EDN JKXGRN.

© Ахметзянов Р.Р., Вагизов Т.Н., Пикмуллин Г.В., 2022

УДК 621.893

Ахметзянов Ришат Ринатович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

rishat83@mail.ru

Вагизов Тагир Наилевич

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

tagirvagizov@yandex.ru

Пикмуллин Геннадий Васильевич

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

pikmullin@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Аннотация. В настоящей работе приводится пример расчета остаточного ресурса, опираясь на радиальный зазор между внутренними и наружными кольцами подшипников качения.

Ключевые слова: Подшипники качения, износ, остаточный ресурс, радиальный зазор, надёжность, работоспособность.

Rishat R. Akhmetzyanov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

rishat83@mail.ru

Tagir N. Vagizov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

tagirvagizov@yandex.ru

Gennady V. Pikmullin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

pikmullin@mail.ru

DETERMINATION OF THE RESIDUAL LIFE OF ROLLING BEARINGS

Annotation. This paper provides an example of calculating the residual life based on the radial clearance between the inner and outer rings of rolling bearings.

Keywords: Rolling bearings, wear, residual life, radial clearance, reliability, operability.

Подшипниковые узлы сельскохозяйственных машин в отличие от машин, работающих в других сферах испытывают большие динамические нагрузки, агрессивная среда, сильные загрязнения и т.д., все эти факторы приводят значительному износу колец подшипника, тел качения, сепараторов и т. д. Порою бывает сложно определить остаточный ресурс подшипников качения, вследствие отсутствия видимых признаков [1-4].

Правильное определение ресурса составных частей машин требует знания обоснованных предельных значений параметров их технического состояния. Для шарикоподшипников, применяемых в сельском хозяйстве и подвергающихся в основном абразивному изнашиванию, одним из таких параметров выступает радиальный зазор. Последний до настоящего времени определялся методом экспертных оценок. Однако, такой подход не позволяет достаточно точно и обоснованно определять предельные значения радиальных зазоров и приводит либо к значительному недоиспользованию ресурса подшипников, либо к повышению их отказов в процессе эксплуатации [6-8].

Анализ результатов измерений радиальных зазоров изношенных шарикоподшипников показывает, что изнашивание подшипника по окружности происходит неравномерно. Причем это в основном относится к неподвижному кольцу подшипника. На беговой дорожке последнего в наиболее нагруженном месте происходит образование выемки с заметными гребневидными границами (рисунок 1) [1-4].

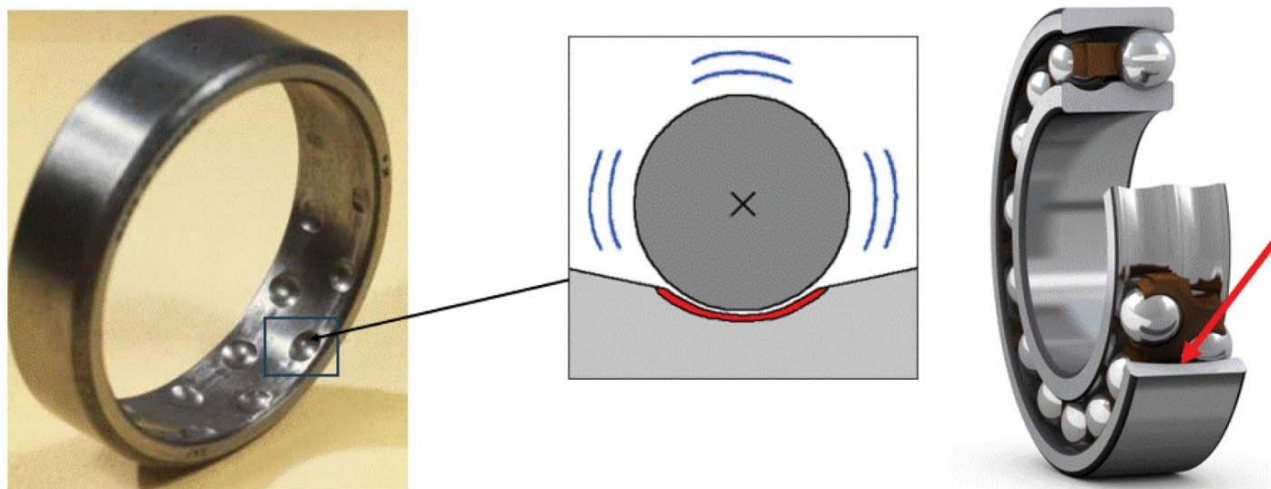


Рисунок 1 – Износ внутренней дорожки наружного кольца подшипника

Такой характер износа, в первую очередь, обусловлен сужением угла зоны нагружения в подшипнике с ростом радиального зазора, а также повышенным микроскольжением тел качения в наиболее нагруженной части подшипника [9,10].

В процессе работы изношенный подшипник издает характерный стук, что считается ненормальной его работой. Исходя из условия

недопустимости возникновения неровностей на поверхностях качения, следует установить предельное значение радиального зазора.

Длина выемки соответствует такому радиальному зазору, при котором угол α в зоны нагружения подшипника равен углу между телами качения.

На рисунке 2 представлена схема подшипника с радиальным зазором V , находящегося под радиальной нагрузкой. Для простоты вместо тел качения изображена описывающая их окружность, смещенная вдоль направления действия нагрузки на величину сближения колец подшипника δ .

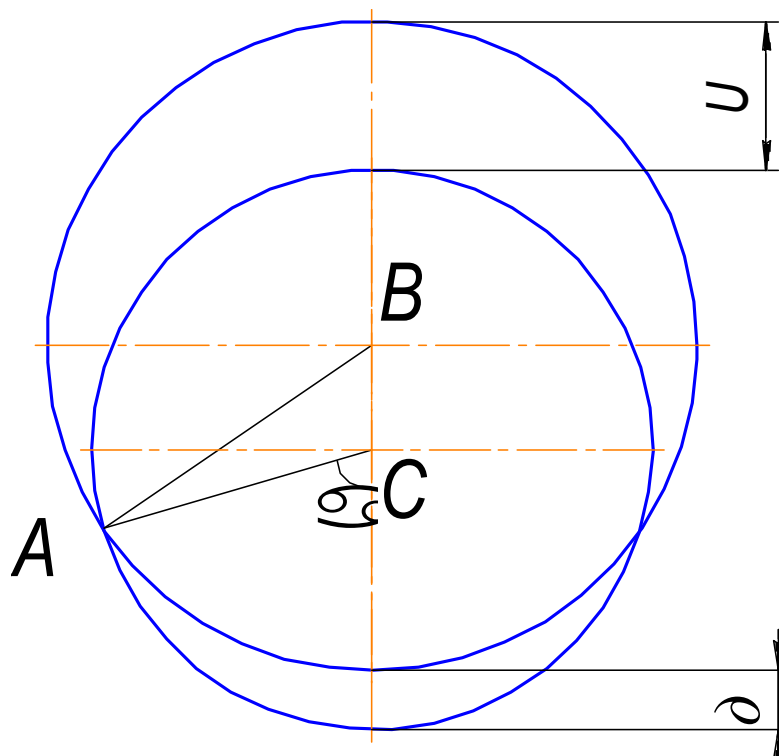


Рисунок 2 – Схема шарика подшипника для определения предельного радиального зазора

Рассмотрим треугольник ABC , стороны AB которого равна внутреннему радиусу наружного кольца подшипника, сторона AC равна радиусу окружности, описывающей тела качения, а сторона BC равна сумме δ и разности сторон AB и AC . Положение точки A соответствует такому радиальному зазору U и сближению колец δ , при которых центральный угол зоны нагружения α равен углу между телами качения [16].

Необходимо определить, при каком радиальном зазоре U угол α будет равен углу между телами качения с учетом сближения колец δ .

По теореме косинусов

$$\cos(180^\circ - \alpha) = \frac{(AB - AC + \delta)^2 + AC^2 - AB^2}{2AC(AB - AC + \delta)} \quad (1)$$

После раскрытия скобок и преобразований, подставив $2AB = U + 2AC - \delta$, получим

$$\cos \alpha = \frac{2AC(U-\partial)-U\partial}{2AC(\partial+U)} \quad (2)$$

Пренебрегаем произведением U , так как каждый сомножитель находится в пределах десятых и сотых долей единицы, а их произведение составляет тысячные доли. В результате получим, приняв угол

$$\alpha = \frac{360}{Z} \quad (3)$$

$$U = \partial \operatorname{ctg}^2 \frac{180^\circ}{Z} \quad (4)$$

где Z - число тел качения в подшипнике.

Проведенные исследования по определению радиального зазора между наружным и внутренними кольцами подшипника качения позволяют предварительно прогнозировать остаточный ресурс подшипников качения, т.к. в процессе работы в подшипниках происходит износ тел качения, наружного и внутреннего колец подшипника, особенно на работоспособность влияет образование выемок в кольцах преимущественно это возникает при статических нагрузках на неподвижных кольцах, в процессе работы выемки создают большие вибрации всех узлов тем самым снижают эксплуатационный ресурс не только самого себя но и всех соединенных узлов [19].

Литература

1. Ахметзянов, Р. Р. Исследование твердых смазочных материалов в узлах трения скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 7-8. – EDN VPRCSV.
2. Ахметзянов, Р. Р. Увеличение ресурса трибосопряжений сельхозтехники с применением серографитовых композиционных материалов с древесным наполнителем / Р. Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 143-147. – EDN YQPPTTR.
3. Ахметзянов, Р. Р. Повышение долговечности подшипников сельскохозяйственной техники применением серографитовых композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов // Наука молодых - инновационному развитию АПК: материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. Том Часть 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 148-152. – EDN LDHRQZ.
4. Ахметзянов, Р. Р. Эффективность применения композиционных материалов в трибосопряжениях / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов,

Э. Р. Галимов [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73. – № 2. – С. 92-96. – EDN ZHUXNV.

5. Agro-bio-techno park as an innovative factor of increasing competitiveness of agriculture under global challenges / A.R. Valiev, A.V. Dmitriev, K.A. Khafizov, I.G. Galiev, F.T. Nezhmetdinova // Rural development 2017 Bioeconomy Challenges, Vilnius, 23–24 november 2017 yare. – Vilnius: Aleksandras Stulginskis University, 2017. – P. 1365-1368. – DOI 10.15544/RD.2017.118.

6. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, C. Khafizov, R. Khusainov, M. Faskhutdinov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 may 2020 yare. – Jelgava, 2020. – P. 48-53. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF012.

7. Галиев, И.Г. Модернизация системы смазки подшипникового узла турбокомпрессора автотракторного двигателя / И.Г. Галиев, К.А. Хафизов, Ф.Х. Халиуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 1(52). – С. 71-76. – DOI 10.12737/article_5cceddb77ac7e0.09639673.

8. Хайрутдинов И. И. Особенности восстановления деталей наплавкой / И. И. Хайрутдинов, М. Н. Калимуллин, М. М. Низамутдинов, М. З. Салимзянов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 295-303.

9. Rogovskii I. L. Research of diagnostic of combine harvesters at levels of hierarchical structure of systems and units of hydraulic system / I. L. Rogovskii, B. S. Liubarets, S. A. Voinash [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Russian Federation, 25 сентября – 04 2020 года. – Krasnoyarsk, Russian Federation: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42038. – DOI 10.1088/1742-6596/1679/4/042038.

10. Гисматов, А. Р. Методы защиты от абразивного износа / А. Р. Гисматов, М. Н. Калимуллин // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 323-325.

11. Mukhametshin I. Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage / I. Mukhametshin, A. Valiev, F. Muhamadyarov, M. Kalimullin, F. Yarullin. В сборнике: Engineering for Rural Development. 19. Сер. "19th

International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings" 2020. С. 1946-1952.

12. Kalimullin M. Improvement of potato cultivation technology / M. Kalimullin, R. Abdrakhmanov, R. Andreev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Macau, 21–24 июля 2019 года. – Macau: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012017. – DOI 10.1088/1755-1315/346/1/012017.

13. Пути совершенствования технологии доения / Р. Р. Лукманов, Б. Г. Зиганшин, А. А. Мустафин, Ф. Ф. Ситдилов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 181-185.

14. Халиуллина, З. М. Буровые шламы альтернативный источник повышения урожайности сельскохозяйственных культур / З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин, Р. Р. Ахметзянова // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 158-167. – EDN YQPUAC.

15. Халиуллина, З. М. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 19-26. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-19-26. – EDN DVANRQ.

16. Халиуллин, Д. Т. Теоретическое обоснование некоторых параметров семенорушки пневмомеханического типа / Д. Т. Халиуллин, Р. Р. Лукманов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-3. – С. 516-519.

17. Обзор рабочих органов разбрасывателей минеральных удобрений / Б. А. Миннебаев, Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков, Р. К. Хусаинов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 62-67.

18. Гаязиев, И. Н. Вакуумный насос для доильных установок / И. Н. Гаязиев, Р. Р. Лукманов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 12-14

19. Зиганшин Б. Г. Насос вакуумный двухроторный / Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Лукманов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] // Патент на полезную модель № 127136 U1 Российская Федерация, МПК F04C 25/02. № 2012152764/06: заявл. 06.12.2012; опубл. 20.04.2013; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

20. Сибагатуллин, Ф. С. Перспективы применения препарата Мефосфон для производства удобрений из куриного помета / Ф. С. Сибагатуллин, З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 11. – С. 22-25. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-11105. – EDN JKXGRN.

21. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42.

22. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138. – DOI 10.1051/bioconf/20213700138.

© Ахметзянов Р.Р., Вагизов Т.Н., Пикмуллин Г.В., 2022

УДК 62-776.2

Вагизов Тагир Наилевич*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*tagirvagizov@yandex.ru**Бочарова Софья Михайловна***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*bocharova4901@gmail.com

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ НА РЕСУРС ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. Очистка и мойка двигателя является неотъемлемой процедурой, которая предшествует ремонту. Очистка деталей устанавливает дальнейшие этапы работы перед ремонтом узлов и агрегатов по причине невозможности точного определения скрытых неисправностей. По этой причине необходимая процедура перед дефектовкой – чистка деталей от остатков масла. Требования к очистке постоянно увеличиваются и зависят от рода загрязнений. Прежде всего, качество очистки сказывается на сроке службы и надежности защитных покрытий. Для качественной очистки необходимо использовать проверенные моющие средства. Это гарантирует полную безопасность деталей от повреждений.

Ключевые слова: очистка, двигатель, ремонт, моющие средства, мойка деталей.

Tagir N. Vagizov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*tagirvagizov@yandex.ru**Sofya M. Bocharova***Student**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*bocharova4901@gmail.com

THE EFFECT OF THE QUALITY OF CLEANING PARTS ON THE SERVICE LIFE OF THE ENGINE

Abstract. Cleaning and washing the engine is an integral procedure preceding the repair. Cleaning of parts establishes additional stages of work before repairing components and assemblies due to the inability to accurately identify hidden malfunctions. For this reason, the necessary procedure before defecation is to clean the parts from oil residues. The cleaning requirements

are constantly increasing and depend on the type of contamination. First of all, the quality of cleaning affects the service life and reliability of protective coatings. For high-quality cleaning, it is necessary to use proven detergents. This guarantees the complete safety of the parts from damage.

Keywords: cleaning, engine, repair, detergents, washing of parts.

Неотъемлемая процедура, которая предшествует ремонту – очистка и мойка двигателя. Именно очистка деталей устанавливает дальнейшие этапы работы и ремонта. Потребность мойки элементов объясняется тем, что загрязнения на поверхностях деталей не позволяют в полной мере оценить состояние рабочих поверхностей. Нельзя точно определить степень загрязненности деталей, поэтому будет крайне трудно выявить и скрытые неисправности. По этой причине необходимая процедура перед дефектовкой – чистка деталей от остатков масла [1,2,3,4].

Виды загрязнений, влияющие на неисправности двигателя: коррозия, нагар, лаковые отложения, накипь и др. Все эти загрязнения покрывают детали как снаружи, так и изнутри.

На сегодняшний день используются различные способы очистки деталей двигателя. Требования к очистке постоянно увеличиваются и зависят от рода загрязнений. Прежде всего, качество очистки сказывается на сроке службы и надежности защитных покрытий. Вместе со сроком службы деталей повышается и срок службы автомобиля в целом. Также разнообразны моющие средства и техника. Нужно также отметить, что нельзя качественно отмыть детали ни бензином, ни керосином, ни соляркой, потому что нагар въедается и его может размягчить только специализированные моющие средства. Все установки для очистки деталей двигателя подразделяют на струйные и ультразвуковые [5,6,7,8].

Струйная мойка проводится под давлением с использованием специальной химии. Такой тип мойки отмывает детали, в так называемом щадящем режиме.

Для струйной очистки используются моющие составы на водной или полуводной основе, а также углеводородные средства. Устройство представляет собой моечную камеру (рисунок 1,2), на дне которой находится сетчатая корзина [9,10].

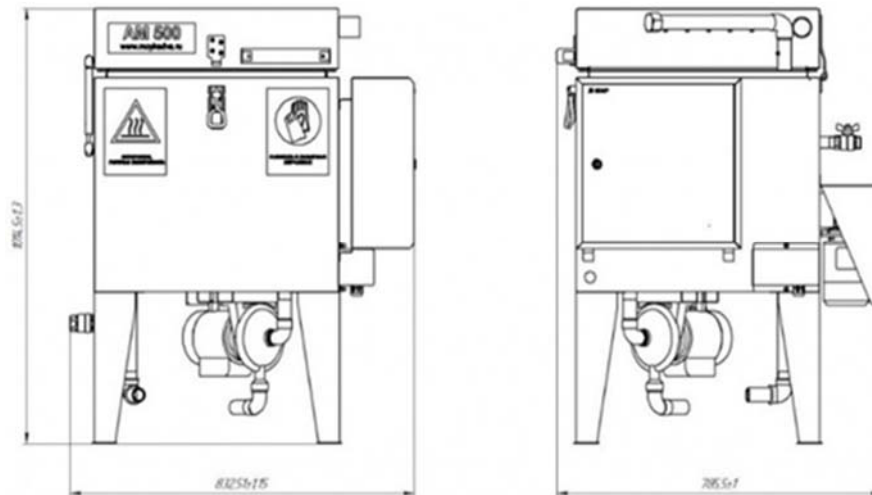


Рисунок 1 - Схема струйной мойки деталей двигателя (AM500 ЭКО)



Рисунок 2 – Струйная мойка деталей двигателя AM500 ЭКО

Внизу конструкции находится насос, который набирает воду с моющим раствором и распыляет ее под давлением через форсунки. Барабан моечной машины вращается под давлением струй воды. Также внутри моечной конструкции установлены трубчатые электронагреватели (ТЭНы), которые нагревают воду. Таким образом, детали промываются со всех сторон (рисунок 3) [11,12,13].



Рисунок 3 - Мойка деталей ДВС массой до 400 кг.

Мощность нагревательных элементов проводят по формуле:

$$P=U \cdot U/R, \quad (1)$$

где P — мощность, Вт;

U — рабочее напряжение, В;

R — измеренное сопротивление тэн в горячем виде, Ом.

Конечно, и здесь есть свои недостатки. Например, в мойке такого вида будет сложно отмыть глухие отверстия. Для этого рекомендуется использовать ультразвуковые мойки [14,15,16].

Лучше всего для очистки деталей сложной формы подойдет способ очистки деталей в ультразвуковой мойке (рисунок 4).



Рисунок 4 - Ультразвуковая ванна для чистки деталей (ПСБ-Галс ПСБ-120028-05)

В мощном растворе под действием ультразвука происходит кавитация. Образующиеся в жидкости пузырьки убирают загрязнения и перемещают их с деталей в раствор. В среднем один цикл работы мойки проходит в течение 15-30 минут. Ультразвуковая чистка повышает качество очистки деталей, удаляет любые виды загрязнений, позволяет очищать хрупкие детали [17,18,19].

Эффективность и преимущества ультразвуковой чистки:

Использование данной технологии имеет высокую эффективность при чистке деталей двигателя, свечей, подшипников, карбюраторов, инжекторов. Ультразвуковая ванна эффективно удаляет следующие типы загрязнений:

- защитные и консервирующие смазки;
- окалина и ржавчина;
- пыль, нагар, флюсы, абразив, частички металла;
- жиры, масла любых типов (рисунок 5).

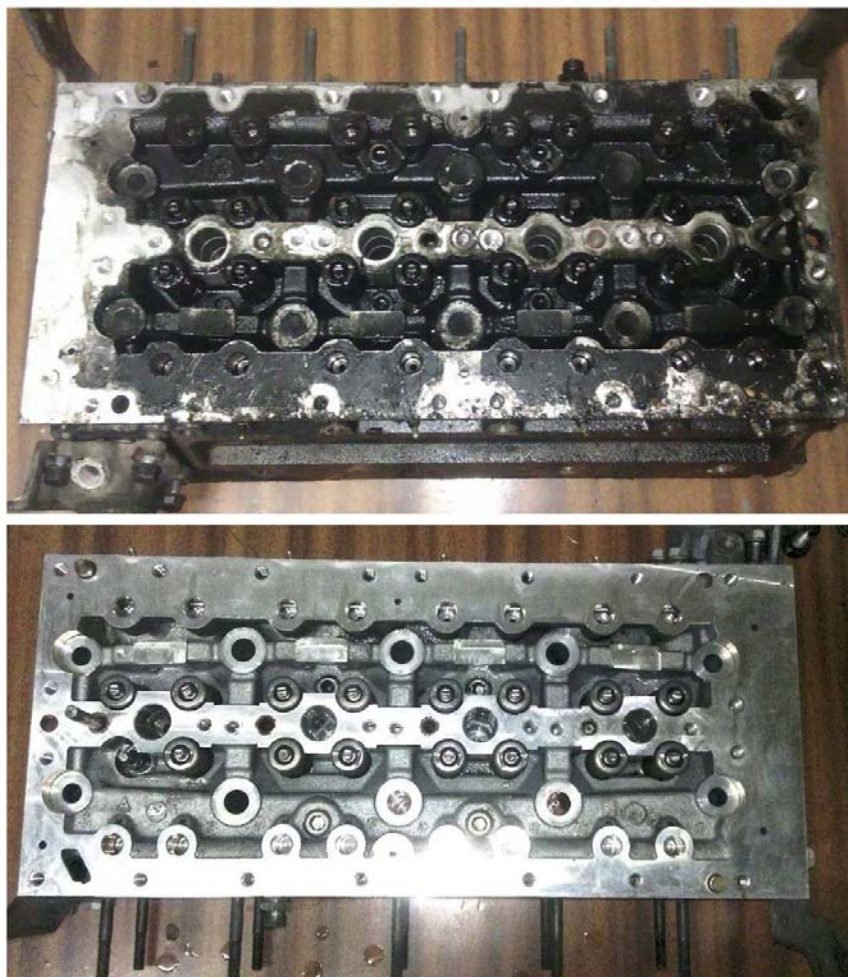


Рисунок 5 – Головка блока цилиндров до и после ультразвуковой очистки

Преимущества чистки деталей с помощью ультразвука:

Традиционным методом здесь остается струйное мытье потоками воды под давлением.

Использование ультразвука дает сразу несколько преимуществ:

- повышение качества очистки;
- универсальность за счет отсутствия возможности удаления любых загрязнений;
- универсальность, что позволяет очищать любые поверхности;
- отсутствие механического воздействия на поверхность;
- полная безопасность и экологичность

Одновременно по сравнению со струйной мойкой ультразвук обеспечивает субмикронную чистоту, не оказывает давления на поверхность, позволяет удалять загрязнения с труднодоступных поверхностей. Последнее актуально для обработки следующих типов деталей:

- изделия со сложной формой (узкие проходы, глубокие пазы и каналы, полости);
- детали в виде труб;
- тонкие и хрупкие детали;
- сложные по составу загрязнения.

С учетом специфики работы подобные ванны могут иметь различный размер, что позволит подобрать необходимый вариант. Дополнительным преимуществом данного оборудования остается простота установки и отсутствие каких-либо пусконаладочных работ, что позволит сразу запустить его в эксплуатацию и приступить к чистке [20,21].

Многое также зависит от моющего состава и температуры.



Рисунок 5 – Отсек двигателя до и после мойки

Так, например, моющее средство щелочного характера – Деталан А-10М (рисунок 6) обладает высоким очищающим эффектом.



Рисунок 6 – Моющее средство Деталан А-10М

Бензин, масла для двигателя, другие смазочные жидкости, а также грязь и пыль, которые попадают на детали автотранспортной техники во время его эксплуатации, необходимо удалять в случае проведения ремонта и для профилактики работы двигателя [22].

Для качественной очистки необходимо использовать проверенные моющие средства. Это гарантирует полную безопасность деталей от повреждений.

Литература

1. Ахметзянов, Р. Р. Исследование твердых смазочных материалов в узлах трения скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 7-8.
2. Получение серографитового композиционного материала для изделий сельскохозяйственного машиностроения / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 104-111.
3. Ахметзянов, Р. Р. Композиционный материал для подшипников скольжения с эффектом фрикционного переноса / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического

сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 35-40.

4. Вагизов, Т. Н. Технологии получения и свойства световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Л. Р. Фазлыев, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018 (МНТК "ИМТОМ-2018"): Материалы IX Международной научно-технической конференции, Казань, 05–07 декабря 2018 года. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2018. – С. 17-23.

5. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41.

6. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

7. Салахов, И. М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.

8. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.

9. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т. Н. Вагизов, Н. Я. Галимова, Н. А. Адыева, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции, Казань, 05–06 декабря 2019 года. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.

10. Ахметзянов, Р. Р. Древесина как сырье для подшипников скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Т. Н. Вагизов, А. Р.

Ахметзянова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 200-204.

11. Энергосберегающие технологии получения покрытий с повышенными световозвращающими свойствами / Т. Н. Вагизов, Э. Р. Галимов, Н. Я. Галимова, А. Р. Валеева // Энергосбережение. Наука и образование: Сборник докладов международной конференции, Набережные Челны, 28 ноября 2017 года. – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института К(П)ФУ, 2017. – С. 94-99.

12. Вагизов, Т. Н. Внедрение информационных технологий для проектирования технологических процессов при производстве, ремонте и сервисном обслуживании сельскохозяйственной техники / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 16-24.

13. Индивидуальный газоанализ и его особенности при тестовом диагностировании / А. В. Гриценко, Г. Н. Салимоненко, И. Х. Гималтдинов [и др.] // АПК России. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С. 28-38.

14. Повышение производительности и качества восстановления деталей электролитическим натиранием / Н. Р. Адигамов, А. Р. Валиев, И. Х. Гималтдинов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 34-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-34-38.

15. Глемба, К. В. К вопросу повышения безопасности движения улучшением качества уборки дорожных покрытий / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 130-137.

16. Способ повышения качества ремонта валов турбокомпрессоров электроконтактным напеканием / С. А. Барышников, А. М. Плаксин, А. В. Гриценко [и др.] // АПК России. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С. 163-170. – DOI 10.55934/2587-8824-2022-29-2-163-170.

17. Исследование надежности и ремонтпригодности двигателей КАМАЗ-740 / А. Н. Шайдуллин, Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов, А. В. Максимов

// Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 338-343.

18. Повышение эффективности работы двигателя КАМАЗ 740 / А. Н. Шайдуллин, Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов, Л. А. Зимина // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 344-350.

19. Optimization of main parameters of tractor and unit for plowing soil, taking into account their influence on yield of grain crops / С. Khafizov, R. Khafizov, A. Nurmiev, I. Galiev // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 585-590. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF131.

20. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01M 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И. Г. Галиев, А. Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).

21. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р. Р. Шайхутдинов, И. Г. Галиев, Р. Р. Ахметзянов, И. И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Казань, 24–26 июня 2020 года. Том Выпуск 14. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.

22. Хусаинов, Р. К. Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом дифференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период / Р. К. Хусаинов, И. Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 2(28). – С. 73-76.

УДК 621.7.01

Вагизов Тагир Наилевич*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*tagirvagizov@yandex.ru**Ахметзянов Ришат Ринатович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*rishat83@mail.ru**Волкова Александра Петровна***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*<mailto:vol.sasha02@mail.ru>

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Аннотация. Предлагаемое устройство обеспечивает восстановление геометрии диска за счет приводных роликов, установленных в шахматном порядке и регулировке расположения тел качения в зависимости от размера восстанавливаемого диска при помощи винта.

Использование данной конструкции позволит повысить качество правки, устранить эффект проскальзывания, заклинивания, повреждение поверхности диска и снизить энергоемкость при правке.

Ключевые слова: Правка, устройство, ремонт, деформирование, деталь, диск, восстановление.

Tagir N. Vagizov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*tagirvagizov@yandex.ru**Rishat R. Akhmetzyanov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*rishat83@mail.ru**Alexandra P. Volkova***Student**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*<mailto:vol.sasha02@mail.ru>

RESEARCH OF TECHNOLOGIES OF ELECTROCONTACT WELDING OF METAL POLYMER COMPOSITIONS

Abstract. The proposed device provides the restoration of the geometry of the disk due to the drive rollers installed in a staggered order and adjusting the location of the rolling elements depending on the size of the disk being restored using a screw.

The use of this design will improve the quality of editing, eliminate the effect of slippage, jamming, damage to the surface of the disk and reduce the energy consumption during editing.

Keywords: Editing, device, repair, deformation, part, disk, restoration.

Устройство для восстановления геометрии рабочей поверхности дисковых рабочих органов относится к механическому методу обработки деталей машин, в частности, касается методам пластического деформирования при восстановлении геометрии деформированных рабочих органов в форме диска и может применяться в ремонтном производстве для восстановления деталей машин.

Известно устройство для правки деталей типа дисков (патент на полезную модель RU 188708 U1 22.04.2019) [1,2,3,4], которое состоит из маховика, винтовой пары, верхнего прижимного диска, нижнего прижимного диска, рамы, ременной передачи, электродвигателя и приводного вала. Тела качения в прижимных дисках установлены по окружности на беговых дорожках таким образом, что каждый верхний ряд шариков расположен в промежутке между нижними рядами.

Недостатком данного устройства является возможность эффекта проскальзывания, заклинивания и появление задиров на поверхности диска при превышении усилия сжатия прижимных дисков, а также отсутствие возможности регулировки расположения тел качения в зависимости от размера восстанавливаемого диска [5,6,7,8].

Предлагаемое устройство обеспечивает восстановление геометрии диска за счет приводных роликов, установленных в шахматном порядке и регулировке расположения тел качения в зависимости от размера восстанавливаемого диска при помощи винта.

Использование данной конструкции позволит повысить качество правки, устранить эффект проскальзывания, заклинивания, повреждение поверхности диска и снизить энергоемкость при правке [9,10].

Технический результат устройства достигается тем, что, промежуточная платформа состоит из равномерно расположенных по окружности конусообразных роликов, приводимые в действие при помощи конических зубчатых колес, которые в свою очередь приводятся в действие через электродвигатель и ременную передачу. На верхнюю платформу относительно конусообразных приводных роликов в шахматном порядке смонтированы нажимные конусообразные ролики и подпружиненные обоймы с установленными в них с возможностью вращения роликами, положение которых регулируется при помощи винтовой пары. Это позволит обеспечить правку диска, предотвратить

проскальзывание, заклинивание и повреждение поверхности восстанавливаемой детали [11, 12, 13, 14].

Устройство для восстановления геометрии рабочей поверхности дисковых рабочих органов представлено на рисунке 1.

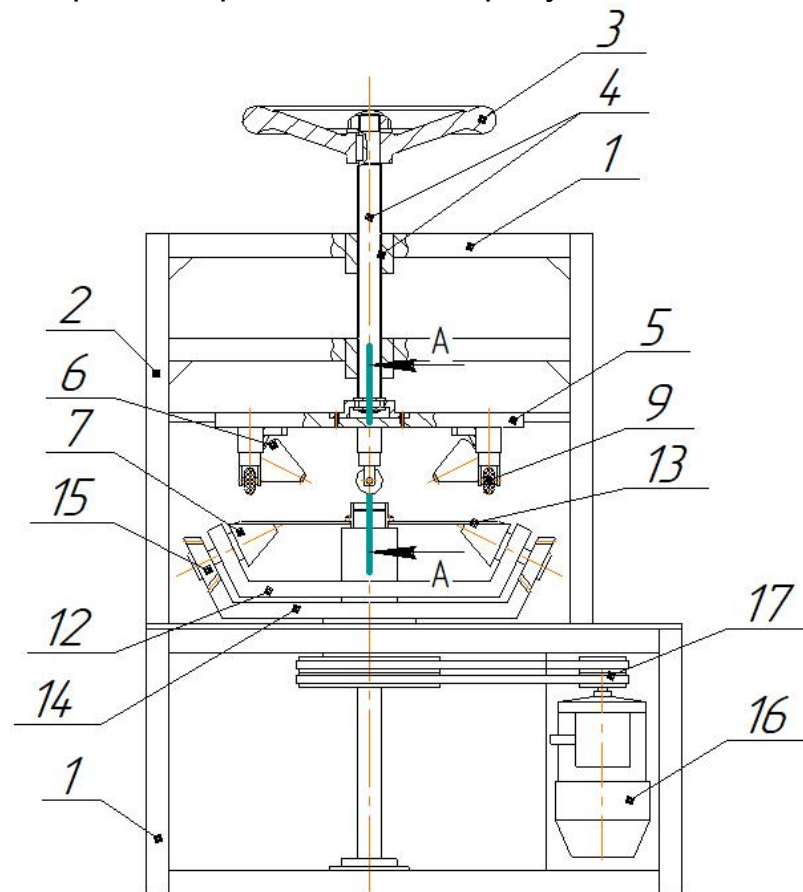


Рисунок 1 - Общий вид устройства для восстановления геометрии и упрочнения рабочей поверхности дисковых рабочих органов

A – A

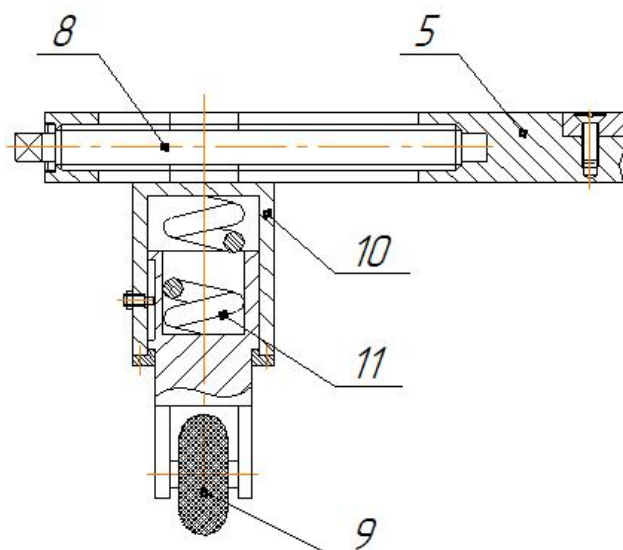


Рисунок 2 - Верхняя платформа с регулирующимися подпружиненными роликами (разрез А-А)

Устройство для восстановления геометрии рабочей поверхности дисковых рабочих органов состоит из станины (1) на которой установлены стойки (2). На стойке имеется маховик (3), который приводит в действие винтовую передачу (4) с верхней платформой (5), установленными на ней прижимными конусообразными роликами (6) и размещенные в шахматном порядке относительно приводных конусообразных роликов (7) с регулируемым положением при помощи винтовой пары (8) подпружиненные ролики (9), закрепленные в обойме (10) с пружиной (11). Упорная платформа (12) на который устанавливается восстанавливаемый диск (13) имеет установленные равномерно по ее окружности приводные конусообразные ролики (7) которые приводятся во вращение через установленные на упорной платформе (14) конические зубчатые колеса (15), которые в свою очередь приводятся в действие при помощи электродвигателя (16) через ременную передачу (17).

Принцип работы устройства для восстановления геометрии рабочей поверхности дисковых рабочих органов заключается в следующем [15, 16, 17].

Путем вращения маховика (3), через винтовую передачу (4) поднимаем верхнюю платформу (5) в крайнее верхнее положение. Устанавливаем восстанавливаемый диск (13) на упорную платформу (12). В зависимости от диаметра восстанавливаемого диска при помощи винтовой пары (8), регулируем положение подпружиненных роликов (9), закрепленные в обойме (10). Вращая маховик (3) отпускаем верхнюю платформу (5) до контакта подпружиненных роликов (9) с восстанавливаемым диском, прижимая его к упорной платформе (12) на который равномерно по ее окружности установлены приводные конусообразные ролики (7).

Путем включения электродвигателя (16), через ременную (17) и коническую зубчатую передачу (15) приводим во вращение приводные конусообразные ролики (7). При дальнейшем отпуске верхней платформы (5) вниз подпружиненные ролики (9) осуществляют прижим восстанавливаемого диска (13) к приводным конусообразным роликам (7), приводя его во вращение. При вращении маховика (3) продолжается отпускание верхней платформы (5) с прижимными конусообразными роликами (6), и они входят в контакт с восстанавливаемым диском (13) осуществляя его прогиб.

После получения необходимого прогиба, отпускание верхней платформы (5) вниз останавливаем. Эффект проскальзывания исключается, когда величина усилия прижатия подпружиненными роликами (9) восстанавливаемого диска (13) достигает максимальной величины [18-23].

Данный цикл повторяется до достижения необходимого уровня правки восстанавливаемого диска. После завершения правки диска, при помощи маховика поднимаем верхнюю платформу, разрывая контакт

прижимных роликов и выключаем питание электродвигателя. Снимаем восстановленный диск, устанавливаем следующий и повторяем цикл.

Литература

1. Ахметзянов, Р. Р. Исследование твердых смазочных материалов в узлах трения скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 7-8.
2. Получение серографитового композиционного материала для изделий сельскохозяйственного машиностроения / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов, Т. Н. Вагизов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 104-111.
3. Ахметзянов, Р. Р. Композиционный материал для подшипников скольжения с эффектом фрикционного переноса / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 35-40.
4. Вагизов, Т. Н. Технологии получения и свойства световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Л. Р. Фазлыев, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018 (МНТК "ИМТОМ-2018"): Материалы IX Международной научно-технической конференции, Казань, 05–07 декабря 2018 года. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2018. – С. 17-23.
5. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41.
6. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ

Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

7. Салахов, И. М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.

8. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.

9. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т. Н. Вагизов, Н. Я. Галимова, Н. А. Адыева, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции, Казань, 05–06 декабря 2019 года. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.

10. Ахметзянов, Р. Р. Древесина как сырье для подшипников скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Т. Н. Вагизов, А. Р. Ахметзянова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 200-204.

11. Энергосберегающие технологии получения покрытий с повышенными световозвращающими свойствами / Т. Н. Вагизов, Э. Р. Галимов, Н. Я. Галимова, А. Р. Валеева // Энергосбережение. Наука и образование: Сборник докладов международной конференции, Набережные Челны, 28 ноября 2017 года. – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института К(П)ФУ, 2017. – С. 94-99.

12. Вагизов, Т. Н. Внедрение информационных технологий для проектирования технологических процессов при производстве, ремонте и сервисном обслуживании сельскохозяйственной техники / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции,

посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 16-24.

13. Индивидуальный газоанализ и его особенности при тестовом диагностировании / А. В. Гриценко, Г. Н. Салимоненко, И. Х. Гималтдинов [и др.] // АПК России. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С. 28-38.

14. Повышение производительности и качества восстановления деталей электролитическим натиранием / Н. Р. Адигамов, А. Р. Валиев, И. Х. Гималтдинов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 34-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-34-38.

15. Глемба, К. В. К вопросу повышения безопасности движения улучшением качества уборки дорожных покрытий / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, И. Х. Гималтдинов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 130-137.

16. Способ повышения качества ремонта валов турбокомпрессоров электроконтактным напеканием / С. А. Барышников, А. М. Плаксин, А. В. Гриценко [и др.] // АПК России. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С. 163-170. – DOI 10.55934/2587-8824-2022-29-2-163-170.

17. Исследование надежности и ремонтпригодности двигателей КАМАЗ-740 / А. Н. Шайдуллин, Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов, А. В. Максимов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 338-343.

18. Повышение эффективности работы двигателя КАМАЗ 740 / А. Н. Шайдуллин, Н. Р. Адигамов, И. Х. Гималтдинов, Л. А. Зимина // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 344-350.

19. Патент на полезную модель № 188708 U1 Российская Федерация, МПК В21D 1/00. Устройство для правки деталей типа дисков: № 2017118415: заявл. 26.05.2017: опубл. 22.04.2019 / Т. Н. Вагизов, Г. Р. Муртазин, Х. С. Фасхутдинов, С. М. Яхин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).

20. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01М 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И. Г. Галиев, А. Р. Галимов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).
21. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р. Р. Шайхутдинов, И. Г. Галиев, Р. Р. Ахметзянов, И. И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Казань, 24–26 июня 2020 года. Том Выпуск 14. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.
22. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
23. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

© Вагизов Т.Н., Ахметзянов Р.Р., Волкова А.П., 2022

УДК631.3.004.67

Вагизов Тагир Наилевич*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*tagirvagizov@yandex.ru**Бочарова Софья Михайловна***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*bocharova4901@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОВ СЕЯЛОК И МЕТОДОВ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Аннотация. Рабочие органы и другие узлы посевных машин подвержены загрязнению почвой и быстро изнашиваются. Одним из этих узлов является навесной механизм сеялки. Поэтому обеспечения работоспособности сеялок имеет важное практическое значение. В работе приведены результаты исследования зависимости ширины междурядий от диаметра оси поводка и рекомендации методов ремонта сопряжения проушина поводка - ось поводка.

Ключевые слова: узел, ось, сопряжение, сеялка, ширины междурядий, навесной механизм.

Tagir N. Vagizov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*tagirvagizov@yandex.ru**Sofya M. Bocharova***Student**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*bocharova4901@gmail.com

RESEARCH OF WEAR OF SEEDERS AND METHODS OF THEIR RESTORATION

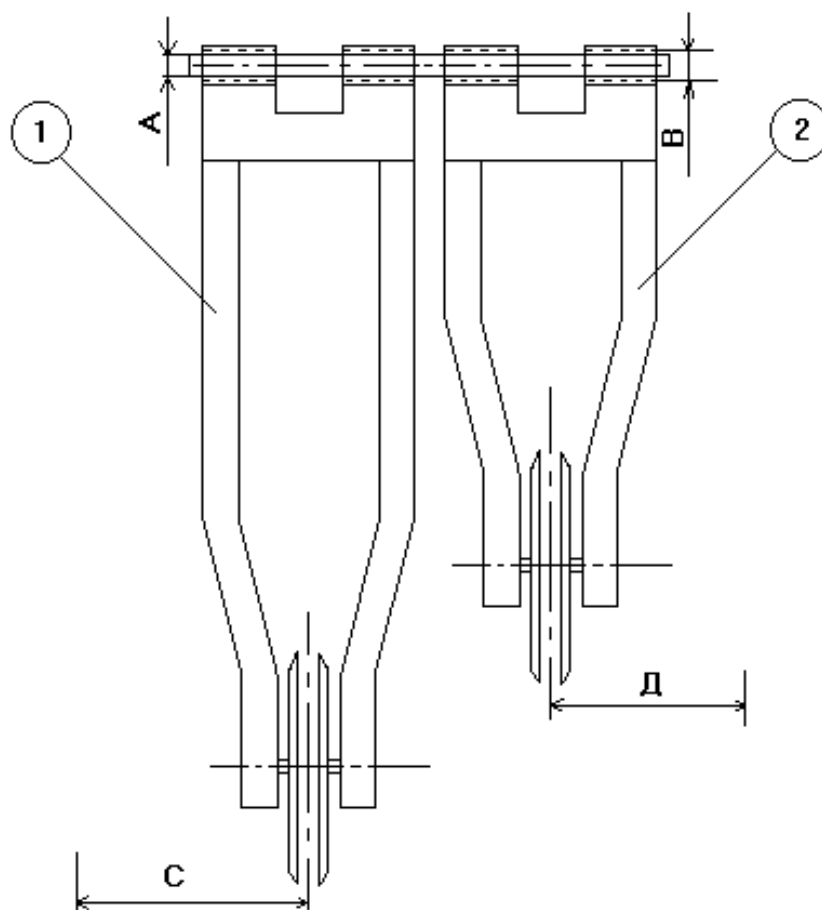
Abstract. Working bodies and other components of sowing machines are susceptible to soil contamination and wear out quickly. One of these nodes is the attachment mechanism of the seeder. Therefore, ensuring the operability of seeders is of great practical importance. The paper presents the results of a study of the dependence of the width of the aisles on the diameter of the axis of the leash and recommendations of methods for repairing the coupling of the eye of the leash - the axis of the leash.

Keywords: node, axis, coupling, seeder, row spacing, attachment mechanism.

Рабочие органы и другие узлы посевных машин подвержены загрязнению почвой и быстро изнашиваются. Одним из этих узлов является навесной механизм сеялки. Поэтому обеспечения работоспособности сеялок имеет важное практическое значение. Основной парк зерновых сеялок по Республике Татарстан эксплуатируется 10 – 15 лет (вместо 7 предусмотренных нормативом), многие узлы сильно изношены и без ремонтных воздействий на узлы добиться выполнения агротехнических требований невозможно [1-5].

Износ оси поводка навесного механизма сошников сеялки СЗП – 3.6 очень сильно влияет на заданную ширину междурядий [6-8].

Нами были проведены исследование зависимости ширины междурядий от диаметра оси поводка. После каждого уменьшения диаметра, измеряли значение С и Д, которая показана на рисунке 1. Результаты замеров представлены на таблице 1.



1-длинный поводок, 2-короткий поводок, А - диаметр оси поводка, В- диаметр отверстия поводка, С и Д- отклонение от ширины междурядий короткого и длинного поводка.

Рисунок 1 – Навесной механизм сеялки.

Таблица 1- Результаты измерений

Уменьшение диаметра оси поводка, мм	Значение С, мм	Значение Д, мм
0.5	13.5	8
1	25	17
1.5	42	27
2	58	38

Из таблицы 1 видно, что износ оси поводка очень сильно влияет на равномерность посева междурядий. Уменьшение диаметра оси поводка даже на 1 мм нарушает агротехнические требования посева [9-12].

Износ сопряжения достигает 1,5 мм и вызывает возможность горизонтального колебания сошника и несоблюдение ширины междурядий.

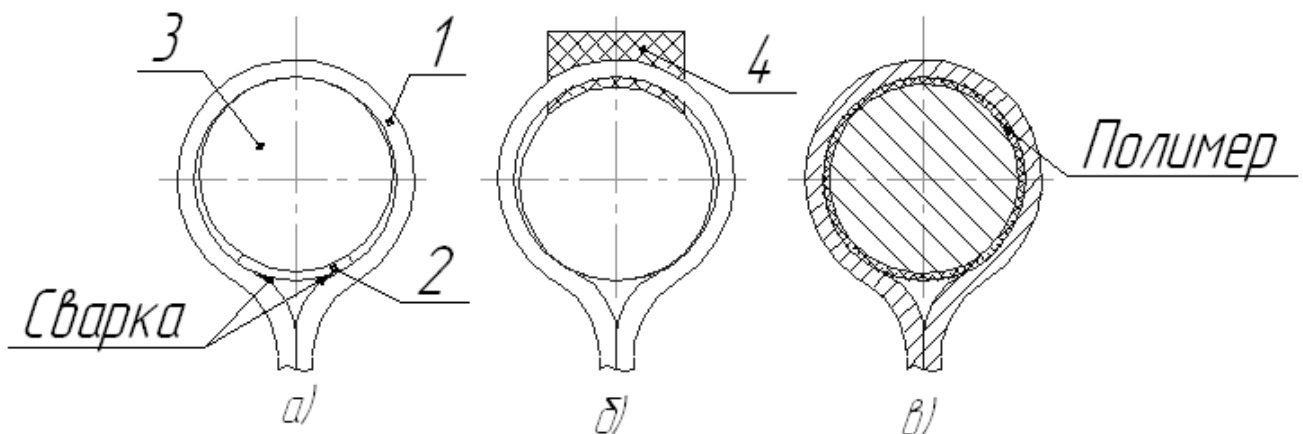
Рекомендуется следующие методы ремонта данного сопряжения:

1- установкой и приваркой сегментных вкладышей 2 (Рис. 2);

2-установкой при сборке резиновых прокладок (3) между рамой и шарниром поводка;

3- увеличение диаметра оси поводка наплавкой с последующей механической обработкой;

4- применение полимерных материалов.



а) установка и приварка сегментных вкладышей; б) установка резиновых прокладок при сборке; в) применение полимерных материалов; 1- проушина поводка, 2- сегментный вкладыш, 3- ось поводка, 4- резиновая прокладка.

Рисунок 2 - Методы ремонта сопряжения

Литература

1. Вагизов, Т. Н. Особенности применения современных технологий для изготовления и восстановления деталей машин / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 236-242.
2. Патент на полезную модель № 208811 U1 Российская Федерация, МПК А01В 33/00. Устройство для обработки междурядий пропашных культур: № 2021124860: заявл. 20.08.2021: опубл. 14.01.2022 / С. М. Яхин, Г. В. Пикмуллин, Т. Н. Вагизов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".
3. Патент на полезную модель № 211459 U9 Российская Федерация, МПК А01В 13/00, А01В 33/04. Ротационный рабочий орган для обработки почвы: № 2021137950: заявл. 20.12.2021: опубл. 15.07.2022 / Т. Н. Вагизов, Г. В. Пикмуллин, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Ахметзянов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".
4. Энергосберегающие технологии получения покрытий с повышенными световозвращающими свойствами / Т. Н. Вагизов, Э. Р. Галимов, Н. Я. Галимова, А. Р. Валеева // Энергосбережение. Наука и образование: Сборник докладов международной конференции, Набережные Челны, 28 ноября 2017 года. – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института К(П)ФУ, 2017. – С. 94-99.
5. Вагизов, Т. Н. Внедрение информационных технологий для проектирования технологических процессов при производстве, ремонте и сервисном обслуживании сельскохозяйственной техники / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 16-24.
6. Ахметзянов, Р. Р. Древесина как сырье для подшипников скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Т. Н. Вагизов, А. Р. Ахметзянова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля

2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 200-204.

7. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т. Н. Вагизов, Н. Я. Галимова, Н. А. Адыева, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции, Казань, 05–06 декабря 2019 года. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.

8. Салахов, И. М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.

9. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.

10. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

11. Подшипники скольжения из композиционных материалов / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, М. Х. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 40-41.

12. Ахметзянов, Р. Р. Композиционный материал для подшипников скольжения с эффектом фрикционного переноса / Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 35-40.

13. Салахов, И. М. Основные направления во восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.
14. Патент на полезную модель № 209520 U1 Российская Федерация, МПК A01B 39/20. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2021124345: заявл. 13.08.2021: опубл. 16.03.2022 / Г. В. Пикмуллин, Р. Х. Марданов, Т. Н. Вагизов, А. А. Нурмиев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".
15. Патент на полезную модель № 209168 U1 Российская Федерация, МПК B21D 1/00, B21D 53/26. Устройство для правки дисковых рабочих органов: № 2021124612: заявл. 18.08.2021: опубл. 03.02.2022 / Т. Н. Вагизов, Г. В. Пикмуллин, Р. Р. Ахметзянов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

© Бочарова С.М., Вагизов Т.Н., 2022

УДК 622

Киселев Вадим Леонидович*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*kiselev14@list.ru**Хафизов Камиль Абдулхакович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*fts-kgau@mail.ru**Нурмиев Азам Ахиарович***Старший преподаватель**Казанский государственный аграрный университет, Казань*azat-nurmiev@mail.ru**Хафизов Рамиль Наилович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramilajz@mail.ru

ЭТАНОЛОВОЕ ТОПЛИВО

Аннотация. Этанол считается спиртовым топливом, и его можно использовать в качестве моторного топлива, которое применяют в целях добавки биотоплива для бензина. В последнее время становится более распространенным применение двигателей внутреннего сгорания, которые работают на смесях с содержанием более 50% этанола. Этаноловое топливо полностью сгорает, тем самым уменьшается выброс в окружающую среду выбросов окиси углерода.

Ключевые слова: спирт, топливо, бензин, автомобиль, этанол, двигатель, топливная система.

Vadim L. Kiselev*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*kiselev14@list.ru**Camil A. Khafizov***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*fts-kgau@mail.ru**Azat A. Nurmiev***Senior lecturer**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*azat-nurmiev@mail.ru**Ramil N. Khafizov,***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

ETHANOL FUEL

Abstract. Ethanol is considered an alcohol fuel and can be used as a motor fuel that is used to add biofuel to gasoline. Recently, the use of internal combustion engines that run on mixtures containing more than 50% ethanol has become more common. Ethanol fuel burns completely, thereby reducing the release of carbon monoxide emissions into the environment.

Keywords: alcohol, fuel, gasoline, car, ethanol, engine, fuel system.

Этанол содержится в алкогольных напитках, и может использоваться в качестве топлива. В процессе производства крахмал из растений подается ферментативному расщеплению до сахаров, далее микробы превращают в этанол. Существует несколько способов производства топливного этанола, но наиболее распространённым является способ сухого помола: зерна проходят через измельчитель, перемалываются в порошок. Далее смесь, состоящая из этого порошка, воды и энзимов, помещается в высокотемпературную печь. Эти энзимы преобразовывают крахмал в сахар, который можно перебродить, чтобы получить спирт. Энзимы - белки, которые могут взять другое вещество и преобразовать его. При производстве этанола добавляют дрожжи в сахарную смесь, чтобы начать процесс брожения. Дрожжи переваривают сахар, расщепляя его в этанол и диоксид углерода, затем процесс дегидратации убирает воду с выделенного из раствора этанола. Иногда добавляется небольшое количество бензина, чтобы он был не пригоден для питья. Существует куча законов, утверждающих, что весь этанол, используемый в качестве топлива, должен быть сделан таким образом, чтобы его нельзя было пить. На рисунке 1 представлена схема получения этанола из зерна (или картофеля) [1-6].

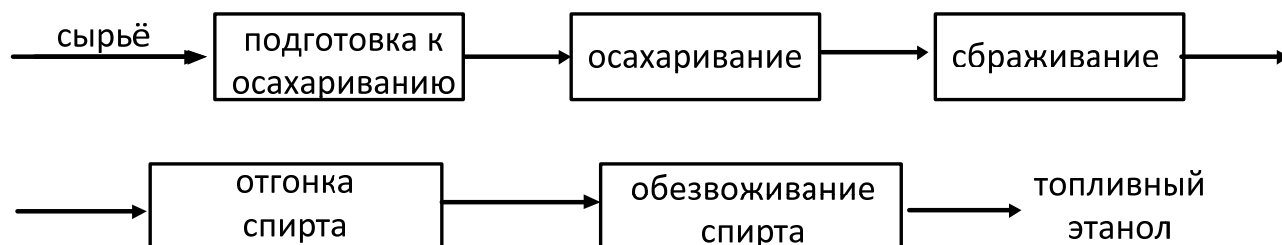


Рисунок 1 - Схема получения этанола из зерна (или картофеля) [1-6].

При смешивании этанола с бензином, он становится топливом для автомобиля. Идея сделать этанол основным веществом на рынке топлива может иметь серьезные недостатки - потребуется много земли,

чтобы сделать не так много кукурузного этанола [7-10]. Получение значительного количества энергии с продовольственной культуры уменьшит количество доступной земли для выращивания непосредственно еды. Один гектар кукурузы может дать около 3064 литров кукурузного этанола. Это очень много кукурузы и не очень много топлива, поэтому оно подходит как переходное, или же как вспомогательное топливо. Не имеет особо много смысла использовать его как основное топливо. Смешанный с этанолом бензин обозначается как E10, E15 и иногда даже E85. Число после «Е» показывает долю этанола в процентах в общем объеме. Таким образом, E10 имеет до десяти процентов этанола. Все автопроизводители разрешают использование смеси вплоть до E10 в своих бензиновых автомобилях. В 2011 «ЕРА» стал разрешать использование E15 в моделях бензиновых автомобилей с 2001 года и новее. E85 также известная как «гибкое топливо» эта смесь этанола и бензина, содержащий от 51 до 85 процентов этанола. E85 может быть использовано во «flex fuel» автомобилях, которые специально были разработаны, чтобы работать и на бензине, и на E85, и на любой пропорции из этих двух. При одинаковом объеме этанол содержит на треть меньше энергии, чем бензин. Водители не должны ощутить потерю в производительности при использовании E85, и напротив, некоторые «flex fuel» машины работают даже лучше с большим количеством момента и лошадиных сил, если ездят на E85 или при езде на обычном бензине [11-16].

В более новых двигателях, E10 оксигенированный бензин может быть безопасно использован всего лишь с минимальными неудобствами. В виде небольшого увеличения расхода топлива, но многие другие типы двигателей не разработаны для сопротивления потенциальному разрушительному эффекту от этанола. Этанол притягивает и поглощает воду, включая влагу из воздуха. При поглощении происходит смешивание топлива с водой в бензобаке автомобиля и это может повлиять на работу двигателя. Если машина немного постоит, то произойдет расслоение топлива. В случае, когда топливо и вода образуют слои в бензобаке, двигатель всосет слой воды вместо топлива, что может повлечь очень дорогой ущерб. Этанол считается спиртом, а спирт может способствовать коррозии в топливной системе. Металлические части ржавеют, а пластиковые деформируются и лопаются, в частности, множество старых машин имели проблемы с этаноловым топливом. Существуют опасения, что этанол уменьшает смазывающие свойства бензина. Множество людей считает, что этанол в топливе разрушает ваш двигатель именно по этой причине, но хорошие топливные компании хорошо поработали над тем, чтобы удостовериться, что их бензин минимизирует износ двигателя, поэтому современный бензин в современной машине не должен наносить ущерб. Двухтактным двигателям необходимо, чтобы масло было подвешено в бензине для

корректной работы, а этанол снижает эффективность смазывающих элементов [17-20].

Преимуществом этанола является тот факт, что этанол невероятно устойчив к пред возгоранием. E85 это как 105-ти октановый бензин. Если экономия топлива не важна и используете экстремально высокие степени сжатия, то можно использовать более этанола содержащее топливо. Сильное сжатие, точное время зажигания, без разницы, сколько топлива используется, напоминает гоночный автомобиль. Вовремя гонки не пахнет бензином, там пахнет этанолом. Эти машины настроены так, чтобы работать на богатых этанолом топливах, поэтому у них нет забот по поводу износа двигателя. Бензин, смешанный с этанолом, сгорает чище, чем чистый бензин. Этанол уменьшает парниковые газы, выбрасываемые автомобилям. Наряду с положительными сторонами топливного этанола, существуют и недостатки: при жаркой погоде данное вещество может образовать паровые пробки, которые приведут к глушению двигателя. Данное химическое вещество оказывает окисление алюминия, цинка, меди, а также стали, поэтому алюминиевый бак и этаноловое топливо не совместимы друг с другом [21-23].

Добавление этанола в бензин, делает его окисигенированным, что удовлетворяет требования закона о чистом воздухе. Этанол делает нашу современную технику немного чище, так как он биоразлагаем, и не оказывает отрицательного влияния на природные водные системы. Кроме того, он является возобновляемым ресурсом.

Литература

1. Calculation of making doses of fertilizers under planned yield of spring wheat using an artificial neural network / A. A. Valiev, R. I. Ibyatov, S. V. Novikova, N. G. Kiseleva // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00120.
2. Киселев, В. Л. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS / В. Л. Киселев, Г. В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-49.
3. Киселева, Н. Г. Роль и место производственной практики в формировании студентов / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, Е. Р. Газизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции

Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 202-205.

4. Зиннатуллина, А. Н. Преимущества автоматизации SAS / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Н. Г. Киселева // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 394-400.

5. Киселева, Н. Г. Цифровое земледелие в агробизнесе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности : Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-237.

6. Валиев, А. А. Применение искусственных нейронных сетей при расчете внесения доз удобрений под планируемую урожайность яровой пшеницы / А. А. Валиев, Р. И. Ибятков, Н. Г. Киселева // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры : Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 232-238.

7. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42. – EDN DIBZCJ.

8. Галеев, Г.Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г.Г. Галеев, А.А. Нурмиев, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107.

9. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г.Г. Галеев, А.А. Нурмиев, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77.

10. Нурмиев, А.А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка /А.А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253.

11. Optimization of main parameters of tractor and unit for deep processing of soil according to criterion - total energy costs / C. Khafizov, R. Khafizov, A. Nurmiev, R. Usenkov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 603-608. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF134. – EDN URBPIN.
12. Estimation of Design Parameters of the Crank-Connecting Rod Mechanism of Engines for Mobile Agricultural Machines / F. Kh. Khaliullin, G. V. Pikmullin, A. A. Nurmiev, M. A. Lushnov // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00076. – DOI 10.1051/bioconf/20213700076. – EDN OYGXMP.
13. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138. – DOI 10.1051/bioconf/20213700138. – EDN JFDBFO.
14. Determination of statistical data of conditional probabilities of the technical condition of internal combustion engines when compiling the Bayes diagnostic table / F. Kh. Khaliullin, J. K. Aladashvili, A. A. Nurmiev [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: electronic collection, Bangkok, Thailand, 21–23 января 2019 года. – Bangkok, Thailand: IOP Publishing, 2019. – P. 012017. – DOI 10.1088/1757-899X/635/1/012017. – EDN DOEJTI.
15. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упругодемпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф. Х. Халиуллин, Б. И. Ситдилов, Г. В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102. – EDN ORLMVO.
16. Галиев, И. Г. Прибор диагностирования турбокомпрессора дизельного двигателя / И. Г. Галиев, В. И. Дардымов // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 317-322.
17. Improving the efficiency of use of tractors by optimizing their ability to do the job / I. G. Galiev, S. M. Yakhin, R. K. Khusainov, I. R. Nafikov // Перспективы развития аграрных наук: Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 01–02 июня 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – P. 75-76.
18. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 19-26. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-19-26. – EDN DVAHRQ.

19. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибагатуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 9-14. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. – EDN BAGTXU.
20. Превентивная стратегия технического обслуживания дробильного оборудования / И. Х. Гималтдинов, Б. Г. Зиганшин, И. Г. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 71-76.
21. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р. Р. Шайхутдинов, И. Г. Галиев, Р. Р. Ахметзянов, И. И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.
22. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, C. Khafizov, R. Khusainov, M. Faskhutdinov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 48-53.
23. Захарова, Р. В. Применение беспилотного летательного аппарата при десикации масличных культур / Р. В. Захарова, И. Г. Гайнутдинов // Вектор экономики. – 2018. – № 11(29). – С. 118.

© Киселев В.Л., Хафизов К.А., Нурмиев. А.А., Хафизов Р.Н., 2022

УДК 621.892

Косихин Александр Михайлович*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*alek.kosihin@gmail.com**Хафизов Камиль Абдулхакович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*fts-kgau@mail.ru**Нурмиев Азам Ахиарович***Старший преподаватель**Казанский государственный аграрный университет, Казань*azat-nurmiev@mail.ru**Хафизов Рамиль Наилович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramilajz@mail.ru**ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ТОПЛИВА НА ТОПЛИВОПОДАЧУ**

Аннотация. В статье раскрыты тенденции развития мирового автопарка и значимость нефтепродуктов. Рассмотрено влияние плотности топлива на процесс топливоподачи, приборы для определения плотности нефтепродуктов

Ключевые слова: плотность, дизельное топливо, процесс, температура.

Aleksandr M. Kosihin*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*alek.kosihin@gmail.com**Camil A. Khafizov***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*fts-kgau@mail.ru**Azat A. Nurmiev***Senior lecturer,**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*azat-nurmiev@mail.ru**Ramil N. Khafizov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ramilajz@mail.ru**EFFECT OF FUEL DENSITY ON FUEL SUPPLY**

Abstract. The article reveals the trends in the development of the global vehicle fleet and the importance of petroleum products. The influence of fuel density on the process of fuel supply, devices for determining the density of petroleum products are considered.

Keywords: density, diesel fuel, process, temperature.

В настоящее время мировой автомобильный парк растет очень быстро. По различным данным в мире эксплуатируется 1,2 миллиарда транспортных средств, 747 миллионов из которых - легковые автомобили и коммерческий транспорт 453 миллиона. Для сравнения: в 2009 году мировой автопарк составлял 980 миллионов единиц техники. Ожидается что такими темпами увеличения к 2035 году количество техники достигнет 2 миллиарда.

Непрерывно растущий автопарк является главным потребителем нефтепродуктов, потому что именно из-за них автомобили работают, и именно из-за них зависит эксплуатационная характеристика автомобилей. Существует большое количество различных факторов, от которых зависит нормальная работа двигателя и автомобиля в целом. Мощность двигателя напрямую зависит от процессов топливоподготовки и сгорания. От того насколько будет хорошо подготовлено топливо, а также от качества топливоподачи зависит не только мощностные характеристики транспорта, но показатели токсичности выхлопных газов.

Свойства, влияющие на топливоподачу

Количество подаваемого зависит не только от топливоподающей аппаратуры, но и от физико-химических свойств топлива. К этим свойствам относят: теплота сгорания, цетановое и октановое число, фракционный состав, вязкость, температуры вспышки и застывания, плотность и так далее.

Показатели приведенных топлив (таблица 1) влияют на процессы топливоподачи, а содержание различных углеводородных групп (нафтеновые и парафиновые) и фракционный состав влияют на индикаторную характеристику.

Плотность является очень важной характеристикой дизельного топлива.

Плотность нефтепродуктов определяют с помощью ареометров (нефтеденсиметров) (рис.1), гидростатических весов Вестфала и пикнометров (рис.2).

Таблица 1 - Показатели дизельного топлива

№ п/п	Марка топлива	Вязкость ν , мм ² /с	Плотность ρ , г/см	Парафины (П),	Нафты (Н)	Фракционный состав, °С	
						t _{10%}	t _{50%}
1	ДТ по ТУ 38.401500-84	6,0	0,811	46,0	40,0	100	290
2	ДТ утяжеленного фракционного состава (УФС), ТУ 38.001355-86	6,5	0,840	40,0	42,0	190	290
3	ДТ широкого фракционного состава (ШФС)	5,5	0,790	39,2	42,8	ПО	250
4	ДТ, ГОСТ 1667-68	4,4	0,930	38,0	36,0	255	355
5	Синтетическое жидкое ДТ (СЖТ) из углей	6,2	0,842	33,4	26,4	196	252
6	ДТ марки «З», ГОСТ 305-82	4,5	0,820	43,4	35,3	190	280
7	ДТ газотурбинное (ТГВК), ГОСТ 10433-82	3,6	0,860	39,0	39,0	210	290
8	ДТ марки «Л», ГОСТ 305-82	6,0	0,835	41,0	40,0	180	250

При колебании температур она подвержена значительным изменениям. Например, в зимнее время (то есть при низких температурах) плотность топлива будет выше, а летом плотность – ниже. Степень плотности топлива очень сильно влияет на расход и мощность двигателя. У летнего топлива есть свойство, которое заключается в том, что оно отличается большим процентом коэффициента полезного действия. Оно содержит большое количество веществ, которые положительно влияют на энергоотдачу. Зимнее топливо, в свою очередь, менее плотно и не так производительно. Но, следует знать, что зимой летнее топливо не нужно заливать в автомобиль, так как двигатель из-за этого не заведется. Связано это с тем, что такое топливо содержит парафины, которые кристаллизуются под воздействием низких температур. Зимнее топливо отличается более жидким состоянием, а летнее более вязко. Менее вязкое топливо меньше подвержено кристаллизации.

При повышении плотности меняется процесс топливоподачи. Из-за повышения плотности топлива возрастает длина струи впрыскиваемого форсунками жидкого топлива, все это ведет к ухудшению экономичности, вследствие чего увеличивается дымность отработавших газов. Малая плотность топлива приводит к уменьшению длины струи, что ведет к ухудшению процесса смесеобразования и сгорания.

Таким образом, плотность — одна из ключевых характеристик для дизельного топлива. Плотность, как и многие другие физико-химические свойства топлива, играет большую роль на топливоподачу.

Литература

1. Киселев, В. Л. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS / В. Л. Киселев, Г. В. Пикмуллин // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-49.
2. Зиннатуллина, А. Н. Преимущества автоматизации SAS / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Н. Г. Киселева // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 394-400.
3. Киселева, Н. Г. Фермерское хозяйство. Агропромышленный комплекс "Казань" / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 25–26 января 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 190-196.
4. Киселева, Н. Г. Современные информационные технологии как средство повышения эффективности и качества образования / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 448-454.
5. Assessment criteria of competence formation of organizers in the educational process of the agrarian university in the field of using information and communication technology / E. R. Gazizov, A. R. Gazizov, N. G. Kiseleva, A. N. Zinnatullina // International Scientific-Practical Conference "Agriculture

and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00064.

6. Киселева, Н. Г. Роботизация в сельском хозяйстве / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 224-230.

7. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77. – EDN ONEIKL.

8. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107. – EDN NBJOST.

9. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42. – EDN DIBZCJ.

10. Optimization of main parameters of tractor and unit for deep processing of soil according to criterion - total energy costs / С. Khafizov, R. Khafizov, A. Nurmiev, R. Usenkov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 603-608. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF134. – EDN URBPIN.

11. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253. – EDN APPQLE.

12. Хафизов, К. А. Методика расчета часового расхода топлива двигателя трактора, работающего в составе посевного агрегата / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 30-34. – EDN YRKBFB.

13. Системная математическая модель транспортных средств по критерию оптимизации - минимальный выброс в атмосферу диоксида углерода / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев, Б. И. Гайнуллин // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 122-130. – EDN LNBABH.
14. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упругодемпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф. Х. Халиуллин, Б. И. Ситдилов, Г. В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102. – EDN ORLMVO.
15. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 19-26. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-19-26. – EDN DVAHRQ.
16. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибагатуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 9-14. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. – EDN BAGTXU.
17. Хаматов, Ф. И. Обзор конструкций топливных фильтров / Ф. И. Хаматов, А. А. Нурмиев // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 84-88. – EDN ZBSHRJ.
18. Хафизов, К. А. Теоретические основы энергетического подхода к обоснованию типажа тракторов / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 219-229. – EDN XWVIWT.
19. Хафизов, К. А. Обоснование выбора сельскохозяйственных машин для подготовки почвы к посеву с целью оптимизации параметров трактора и агрегата / К. А. Хафизов, А. А. Нурмиев, Р. Н. Хафизов // Динамика механических систем : материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 26-30. – EDN YRKBEL.

20. Хафизов, К. А. Оптимизация основных параметров колесного трактора, работающего в составе посевного комплекса типа DMC (долотообразный сошник) / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 115-121. – EDN VEYKMQ.
21. Результаты вычислительных экспериментов по снижению выброса оксида углерода на транспортных операциях в АПК / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев, Б. И. Гайнуллин // Динамика механических систем : материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 105-118. – EDN ZUBBTM.
22. Energy Justification of the Number of Tractors for Agricultural Operations / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, I. G. Galiev // BIO Web of Conferences : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00136.

© Косихин А.М., Хафизов К.А., Нурмиев. А.А., Хафизов Р.Н., 2022

УДК 621.43

Хафизов Рамиль Наилович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramilajz@mail.ru**Нурмиев Азат Ахиарович***Старший преподаватель**Казанский государственный аграрный университет, Казань*azat-nurmiev@mail.ru**Зимин Никита Алексеевич***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ziminn3@gmail.com

ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Аннотация. В данной статье рассмотрено влияние изменения различных параметров моторного масла для мотоциклетных двигателей на эксплуатационные показатели.

Ключевые слова: термическая стабильность; деградация; окисление масла; энергия активации моторных масел.

Ramil N. Khafizov*Candidate of technical sciences, associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ramilajz@mail.ru**Azat A. Nurmiev***senior lecturer**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*azat-nurmiev@mail.ru**Nikita A. Zimin***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ziminn3@gmail.com

PRACTICAL METHODS FOR DETERMINING THE THERMAL STABILITY OF MOTOR OILS

Abstract. This article discusses the effect of changing various parameters of motor oil for motorcycle engines on performance.

Keywords: thermal stability; degradation; oxidation of oil; activation energy of motor oils.

На характеристики моторного масла влияют типы базового масла и присадки. Многие ингредиенты добавляют в смазочные материалы, такие как антиоксиданты, присадки, улучшающие индекс вязкости, детергенты и противоизносные присадки, для улучшения его характеристик. Стабильность моторного масла является важным фактором и широко используется для измерения эффективности автомобильных смазочных материалов. Таким образом, понимание стабильности нефтепродукта – это начальный этап улучшения качества смазочных материалов [1-4]. В этой статье представлены практические тепловые методы анализа обычной дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрии анализа (ТГА) использовали для оценки стабильности 20 коммерческих мотоциклетных масел. Время индукции окисления (OIT), температуру начала окисления (OOT), потерю летучести и энергию активации использовали в качестве показателей стабильности для определения характеристик в процессе термического разложения при 100°C в течение 8 недель. OIT и OOT были использованы для оценки устойчивости к окислению. Выяснилось, что последние группы API (SJ и SL) были более стабильнее, чем предыдущие категории, такие как SC, SF и SG. Волатильность и кажущаяся активация энергии использовали для определения термической стабильности с помощью прибора TGA. Значительная вариация OIT, OOT, волатильность и активация энергии в той же категории API наблюдались во время термического разложения.

Рынок смазочных материалов определяется растущей автомобильной промышленностью [5-8]. Общий спрос на смазочные материалы составлял по оценкам в 2,5 миллиарда литров в год в 2015 году и планирует достичь 3,2 миллиарда литров в год в 2022 году. Кроме того, мотоциклы всегда были доминирующим рынком. Количество мотоциклов на дорогах растет примерно на 18 миллионов единиц в год. Высокий спрос на смазочные материалы в развивающихся странах связан с несколькими проблемами, такими как использование поддельных смазочных материалов, повторное использование смазочного масла без соответствующих процессов повторной очистки и смешивания смазочных материалов с некачественными маслами. Использование этих низкокачественных смазочных материалов не только влияет на производительность двигателя, но и выделяет опасные химические соединения в окружающую среду. Эти химические вещества способствуют хроническим опасностям, включая мутагенность и канцерогенность, которые очень токсичны людям. Устойчивость к окислению и летучесть являются важными факторами, которые следует рассматривать как показатели качества и эксплуатационных характеристик смазочных материалов. Некачественные моторные масла выражают высокую летучесть и низкую устойчивость к окислению. Эти свойства напрямую влияют на физические и химические свойства смазочных материалов, например, летучесть относится к воспламенению

и температуре вспышки моторного масла в высокотемпературных условиях. Окисляемость смазочного материала может привести к ряду нежелательных результатов, таких как повышение вязкости масла, образование коррозионно-активных кислот и отложения шлама, ускоряющие коррозию двигателя [9-13].

Важное значение имеет определение термической стабильности смазочного материала методами термического анализа для современных моторных масел. Прибор дифференциальной сканирующей калориметрии под давлением (PDSC) используется для определения окислительной стабильности моторных масел, таких как OIT и OOT, при изотермических и динамических условиях. Этот метод предлагает быстрый анализ (в течение часа), высокую чувствительность, меньше отходов образца после испытаний и воспроизводимость измерений. Однако прибор PDSC не так распространен, как обычный DSC. В целом в аналитических лабораториях, традиционные ТГА и ДСК широко используются для многочисленных испытаний для различных материалов. Во многих исследованиях сообщается, что обычная ДСК может использоваться в качестве инструмента для классификации и оценки эффективности ингибиторов окисления, которые добавили к углеводородным продуктам. Кроме того, потери смазочного масла при испарении также важны при смазке моторным маслом. Это способствует расходу масла в двигателе и может привести к изменению свойств масла, что может привести к загрязнению воздуха. Поэтому, летучесть смазочного материала является важным фактором, влияющим на характеристики моторного масла [14-18]. Метод ТГА является распространенным методом исследования потери веса образца при температуре с изменением времени. Используется стандартный метод испытаний ASTM D 6375, для определения потерь от испарения смазочных масел термогравиметрическим анализатором. В частности, метод Ноака дает полезную информацию о летучести для оценки свойств летучести моторных масел. Следуя этому стандарту, образец смазочного материала быстро нагревают до 249°C в динамической секции, затем проводится изотермически. Кривая ТГА показывает потерю массы в процентах в зависимости от времени, как показано на рис. 1.

Прибор DSC позволяет определить время индукции окисления (OIT) и температуру начала окисления (OOT) используется для оценки стабильности масла. Типичным измерением OIT является график теплового потока (мВт/мг) по времени (мин). Метод OIT указывает время от начала воздействия масла, в газообразный кислород в изотермических условиях до тех пор, пока не произойдет начальный температурный пик, как показано на рис. Рис. 2.

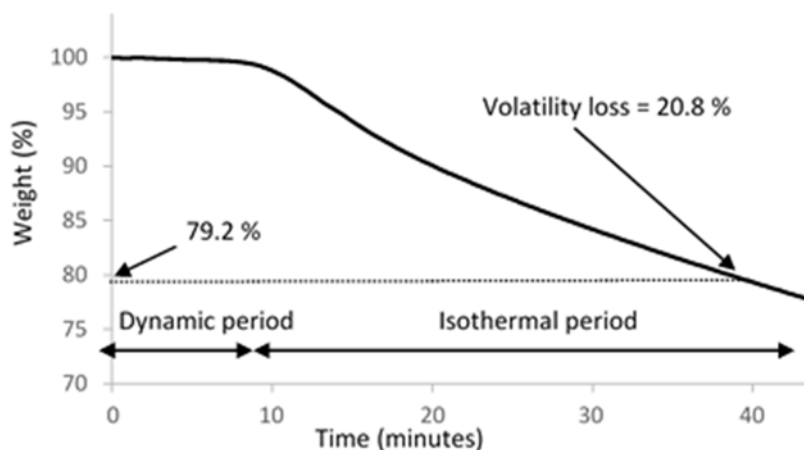


Рисунок 1 - Термогравиметрический анализ определения потерь на испарение (летучесть по Ноаку)

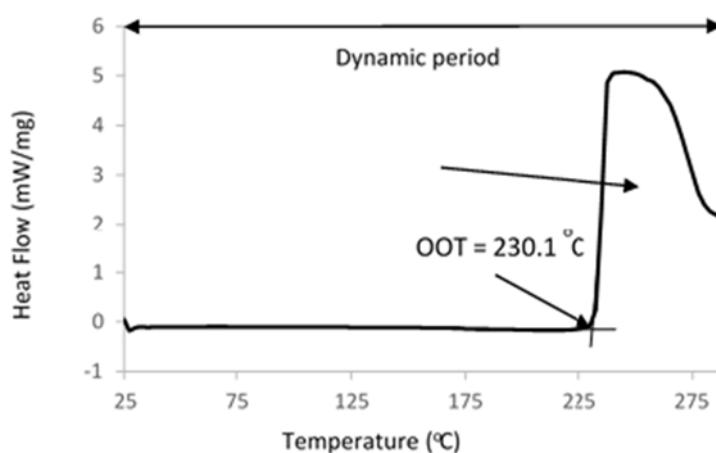


Рисунок 2 - Кривая дифференциальной сканирующей калориметрии для определения времени индукции окисления (OIT)

Кроме того, энергия активации является еще одним показателем, использующим кинетический анализ для определения стабильности смазки. Такое применение ТГА основано на изоконверсионном методе кинетического анализа в неизотермических условиях, который часто используется для определения энергии активации при исследовании окислительной деградации масел. Его можно использовать в качестве аналитического устройства для точного измерения изменения веса материала, подвергнутого изменению температуры. Информация о потере веса используется для определения энергии активации образцов смазочных материалов. Высокое качество моторного масла зависит от типа базового масла, а также присадок. Он должен обладать хорошей стабильностью и летучестью, поскольку эти факторы приводят к серьезным повреждениям двигателя. Определение характеристик автомобильного смазочного материала с помощью традиционных методов термического анализа полезно для определения состава смазочного материала перед полномасштабными испытаниями двигателя, что является дорогостоящим и занимает много времени. Следовательно, эти практические методы можно использовать для

улучшения тепловых характеристик базовых масел и присадок. Кроме того, клиентам должна быть предоставлена информация о термической стабильности, чтобы они могли определять характеристики смазочных материалов и выбирать смазку с высокими эксплуатационными характеристиками без какого-либо влияния ложной рекламы [19-21].

Кроме того, энергия активации является еще одним показателем, использующим кинетический анализ для определения стабильности смазки. Такое применение ТГА основано на изоконверсионном методе кинетического анализа в неизотермических условиях, который часто используется для определения энергии активации при исследовании окислительной деградации масел. Его можно использовать в качестве аналитического устройства для точного измерения изменения веса материала, подвергнутого изменению температуры. Информация о потере веса используется для определения энергии активации образцов смазочных материалов. Высокое качество моторного масла зависит от типа базового масла, а также присадок. Он должен обладать хорошей стабильностью и летучестью, поскольку эти факторы приводят к серьезным повреждениям двигателя. Определение характеристик автомобильного смазочного материала с помощью традиционных методов термического анализа полезно для составления рецептуры смазочного материала перед полномасштабными испытаниями двигателя, что является дорогостоящим и занимает много времени. Следовательно, эти практические методы можно использовать для улучшения тепловых характеристик базовых масел и присадок. Кроме того, клиентам должна быть предоставлена информация о термической стабильности, чтобы они могли определять характеристики смазочных материалов и выбирать смазку с высокими эксплуатационными характеристиками без какого-либо влияния ложной рекламы.

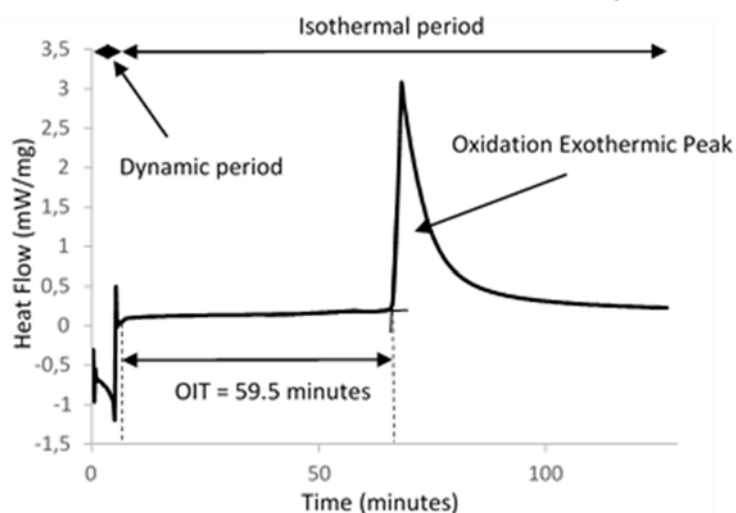


Рисунок 3 - Кривая дифференциальной сканирующей калориметрии для определения температуры начала окисления (ТНО)

В этой работе мы исследовали термическую стабильность 20 мотоциклетных масел при термической деградации в течение 8 недель с

использованием практических методов термического анализа для получения значений ООТ, ОИТ, потери летучести и энергии активации. Изменение качества смазочных материалов оценивали по корреляции тренда термической стабильности.

Двадцать обычных мотоциклетных масел были получены от 20 брендов, обычно доступных на местных рынках смазочных материалов. Были протестированы смазочные материалы международных и местных брендов, подходящие для 4-тактных двигателей мотоциклов. В этом исследовании класс вязкости всех образцов соответствовал 40 классам вязкости Общества автомобильных инженеров (SAE), из которых 5 марок относились к категории SC; 5 в CF; 4 в CG; 3 в категории SJ и 3 в категории SL. Около 30 мл каждой смазочной жидкости помещали в стеклянный цилиндрический контейнер (диаметром 2,5 см и высотой 9,5 см), не закрывая крышкой, и хранили при 100°C в течение 8 недель. Каждые 2 недели отбирали 2 мл каждого образца для определения потери летучести, ОИТ и ООТ, чтобы наблюдать за изменениями характеристик.

В соответствии со стандартом ASTM E 2009 для теста ООТ примерно 3 мг образцов смазочного материала нагревали с постоянной скоростью 10°C/мин от 25°C до 100°C в атмосфере кислорода с постоянной скоростью потока 50 мл/мин. Температуру начала окисления определяли по его кривым ДСК экзотермического процесса.

Анализ времени индукции окисления (ОИТ) в соответствии с ASTM E 1858 термическую стабильность смазок анализировали с помощью теста ОИТ по стандарту ASTM E 1858. Приблизительно 3 мг образца помещали в непокрытый алюминиевый поддон и сначала выдерживали при 25°C в потоке азота 50 мл/мин. Температуру повышали до 210°C со скоростью нагревания 40°C/мин, все еще при том же потоке азота. При достижении определенной температуры выдерживают в течение 5 мин и переключают азот на газообразный кислород со скоростью 50 мл/мин, затем выдерживают при 210°C (изотермически) в течение 60 мин. ОИТ измеряли по сигналу ДСК, когда наблюдали начало экзотермической реакции.

Анализ летучести в соответствии с ASTM D 6375 Процедура соответствовала ASTM D 6375 с использованием 61 ± 3 мг образцов смазки в открытом алюминиевом тигле с внутренним диаметром 0,56 см. Температуру повышали с 50°C до 220°C со скоростью нагрева 100°C/мин, а затем нагревали до 249°C со скоростью 10°C/мин. Изотермический период проводили при 249°C в течение 30 мин с продувкой воздухом при общей скорости потока 80 мл/мин. Процент потерь смазочных материалов на испарение определяли по кривой ТГА образца через 30 мин после изотермического периода. Результаты ТГА использовали для сравнения летучести образцов для оценки производительности.

Литература

1. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253.
2. Рахматуллина, Р. Г. Определение момента инерции маховика / Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина, И. А. Исхаков // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 96-102.
3. Киселева, Н. Г. Технология проблемного обучения в вузе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 122-124.
4. Киселева, Н. Г. Современные информационные технологии как средство повышения эффективности и качества образования / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 448-454.
5. Хаматов, Ф. И. Обзор конструкций топливных фильтров / Ф. И. Хаматов, А. А. Нурмиев // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 84-88.
6. Зиннатуллина, А. Н. Преимущества автоматизации SAS / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Н. Г. Киселева // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 394-400.
7. Киселева, Н. Г. Дистанционное образование студентов / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 208-210.

8. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 19-26. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-19-26. – EDN DVAHRQ.
9. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибагатуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 9-14. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. – EDN BAGTXU.
10. Шамсутдинов, А.А. Анализ влияния хранения, заправки и качества ТСМ на их расход / А.А. Шамсутдинов, А.А. Хайруллин, И.Г. Галиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции ИМиТС. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С. 15-19.
11. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42. – EDN DIBZCJ.
12. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77. – EDN ONEIKL.
13. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107. – EDN NBJOST.
14. Хафизов, К. А. Методика расчета часового расхода топлива двигателя трактора, работающего в составе посевного агрегата / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 30-34.
15. Хафизов, К. А. Теоретические основы энергетического подхода к обоснованию типажа тракторов / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018

года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 219-229. – EDN XWVIWT.

16. Хафизов, К. А. Обоснование выбора сельскохозяйственных машин для подготовки почвы к посеву с целью оптимизации параметров трактора и агрегата / К. А. Хафизов, А. А. Нурмиев, Р. Н. Хафизов // Динамика механических систем : материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 26-30. – EDN YRKBEL.

17. Хафизов, К. А. Оптимизация основных параметров колесного трактора, работающего в составе посевного комплекса типа DMC (долотообразный сошник) / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 115-121. – EDN VEYKMQ.

18. Результаты вычислительных экспериментов по снижению выброса оксида углерода на транспортных операциях в АПК / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев, Б. И. Гайнуллин // Динамика механических систем : материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 105-118.

19. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упруго-демпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф. Х. Халиуллин, Б. И. Ситдилов, Г. В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102.

20. Кондратьев, А. П. Обзор автоматических КПП / А. П. Кондратьев, А. А. Нурмиев // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 46-49. – EDN ZBSHNR.

21. Хаматханов, И. Ф. Очистка и регенерация моторного масла / И. Ф. Хаматханов, А. А. Нурмиев // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 88-91. – EDN ZBSHRR.

УДК 631.151

Хафизов Рамиль Наилович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramilajz@mail.ru**Нурмиев Азат Ахиарович***Старший преподаватель**Казанский государственный аграрный университет, Казань*azat-nurmiev@mail.ru**Сабирьянов Ильнур Айдарович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*isabiryanov@inbox.ru

ПРОЦЕСС СГОРАНИЯ И ТЕПЛОВОГО ВЫДЕЛЕНИЯ В ДИЗЕЛЕ С ПОДОГРЕВОМ ТОПЛИВА

Аннотация. Каждый год выпускается все больше различных автомобилей и тракторов, вследствие чего повышаются требования к двигателям внутреннего сгорания. Это означает, что новые двигатели должны иметь лучшую эффективность. Повысить эффективность можно с помощью термического воздействия.

Ключевые слова: тепловыделение, подогрев топлива, процесс сгорания, дизельный двигатель.

Ramil N. Khafizov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ramilajz@mail.ru**Azat A. Nurmiev***Senior lecturer**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*azat-nurmiev@mail.ru**Ilnur A. Sabiryanov***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*isabiryanov@inbox.ru

COMBUSTION PROCESS AND THERMAL RELEASE IN THE DIESEL WITH HEATED FUEL

Abstract. Every year there are more and more different cars and tractors, because of this, the requirements for internal combustion engines are increasing. This means that new engines should work more efficiently. To do

this, you can use the thermal effect. External thermal action occurs directly in front of the nozzles.

Keywords: heat generation, fuel heating, combustion process, diesel engine.

Для исследования процесса сгорания и теплового выделения в дизельном двигателе с предшествующей термоподготовкой топлива проделаны макетные испытания с использованием программы National Instruments и нужного оборудования.

Исследования по улучшению процесса горения в дизельных двигателях проводятся уже не один десяток лет. Дизельные автомобили и тракторы требуют высокие эксплуатационные и экологические качества. Этого можно добиться при улучшении работы двигателя. В частности, разработаны методы добавочного воздействия на дизельное топливо (ДТ). Во время различных воздействий на ДТ изменяются и его свойства: углеводородные молекулы распадаются по углеродным связям, уменьшаются плотность, вязкость и поверхностное натяжение. Многообещающие пути развития этого исследования включает в себя тепловое воздействие на ДТ в топливной системе, которое заметно влияет на процесс сгорания. В результате вспомогательного воздействия на горючее замечается улучшение качества распыления, среды образования смеси [1-4].

С помощью установки датчика давления внутри цилиндра одной из точек камеры сгорания можно эффективно получить сведения о выделении тепла. Программа National Instruments, обрабатывающая и регистрирующая сигнал, который поступает с датчика, позволяет качественно анализировать полученные данные для исследования [5-8].

Диаграммы, которые были построены в результате экспериментов дают возможность получить точные величины. Благодаря им можно исследовать процесс сгорания и выделения тепла в двигателе.

Различные исследования групп ученых из Тайвани и Польши доказывают, что водород воздействует на процесс сгорания топлива. Стоит отметить, что во время этого процесса период задержки возгорания сокращается, а также это положительно влияет на распыление и образование смеси ДТ [9-11]. Увеличиваются пропорции водорода по сравнению с углеродом, в результате чего сокращается количество углекислого газа. Но нужно учесть, что если количество водорода начинает превышать отметку в 20% в топливе, то ДТ начинает моментально сгорать, а максимальное давление в цилиндрах начинает увеличиваться, увеличивается и температура, в следствие чего может изменяться количество молекул оксида азота в ОГ [12-15].

В результате экспериментов, поставленных индийскими исследователями, было выявлено что, процесс сгорания ДТ может улучшаться при обработке топлива мощным магнитным полем,

коэффициент полезного действия увеличивается на 7,0. При этом снижаются уровни токсичности таких газов, как углекислый газ и монооксид углерода. Благодаря комплексу программ были получены результаты численных экспериментов по взаимодействию радикалов гидроксидов, отрицательных ионов, молекул кислорода со скоростью горения капли ДТ. Получены данные об уменьшении расхода топлива при номинальном мощностном режиме в 2% [16-18].

Экспериментальным методом было выявлено воздействие двухступенчатого впрыска на процесс горения топлива, а также количество опасных для здоровья веществ в ОГ во время высокоуровневого рециркулирования. Установлено уменьшение выделения сажи и повышения максимальной скорости увеличения давления внутри цилиндров. [19-20].

Исследования проводились опытным путем на дизельном двигателе 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) в испытательной лаборатории. Техническая характеристика приборов и системы вывода установленной информации на компьютер приведена в таблице. Исследовался дизельный двигатель Д-245.5S2 при номинальной частоте вращения коленчатого вала 1 800 мин⁻¹. Эксперименты были проведены при нормальном атмосферном давлении, температуре и плотности топлива.

Таблица 1 - Приборы и оборудование в составе экспериментальной установки

Оборудование	Тип, марка	Примечание
Датчик динамического давления	PS-01	Измерение динамического давления в различных средах.
Усилитель	AQ02-001	Преобразование пьезоэлектрического сигнала заряда в сигнал напряжения
Модульная USB-система сбора данных NI COMPACT DAQ	NI cDAQ-9178	Четырехканальный модуль измерения динамических сигналов вибрации и акустики NI 9234
Датчик контроля частоты вращения	DI6001	Индуктивный датчик бесконтактного действия.
Измеритель-регулятор микропроцессорный	TPM 148	Измерение и автоматическое регулирование температуры
Программное обеспечение	NI	NI использует автоматизацию для быстрого выполнения измерений и оценки результатов тестирования
Автотракторный дизель	Д-245.5S2	Мощность 70 кВт
Нагрузочный, электротормозной стенд с балансирной маятниковой машиной	RAPIDO SAK N670	Нагрузочный стенд оборудован устройствами и приборами для экспериментальных исследований

Преждевременное воздействие на топливо исполнялось с помощью нагревающего прибора, устанавливаемое на проводе топлива под высоким давлением непосредственно перед форсунками. Управление нагрева топлива до 200°C фиксировался с помощью термодатчиков, подключаемых к измерителю и устанавливаемыми между нагревающими элементами и форсунками. Наибольший возможный коэффициент полезного действия соответствовал установочному углу впрыскивания горючего

По результатам испытаний были построены диаграммы, а также графики выделения тепла во время функционирования двигателя на заблаговременно нагретом дизельном топливе до 200°C. При разборе полученных данных из совмещенных диаграмм можно наблюдать сокращение времени задержки возгорания (сокращение угла ϕ_i). Таким образом также видно, что высокими температурами на дизельное топливо могут изменяться натуральные свойства ДТ. Проистекает распад органических соединений по углеродным связям температурой свыше 300°C. Отклоняется от нормы процесс образования смеси. Величины, рассчитанные во время исследования топливного факела при нагреве, характеризуются повышением угла распыления, отклонением длины струи топлива и сокращением объема и площади поверхности диаметра топливных капель. Принудительное снижение времени задержки возгорания позволяет эффективно уменьшать ускорение увеличения давления в цилиндре двигателя и успешно сокращать жесткость процесса горения [21].

Подробное исследование стендовых диаграмм демонстрирует (рис.1), что функционирование дизельного двигателя с преждевременным подогревом вызывает уменьшение наибольшего возможного давления цикла P_z . Величина $P_z = 11,078$ МПа означает, что двигатель работает без какого-либо подогрева топлива, в случае же когда двигатель работает с подогревом он принимает значение $P_z = 10,823$ МПа и $P_z = 10,599$ МПа при температурах в 170 и 320°C топлива соответственно. Наибольшие возможные показатели давления цикла P_z достигаются при 14 градусах ПКВ после ВМТ, тогда как при подогреве ДТ это происходит до температур 170 и 320°C – при 11,5 и 11,0 градусах ПКВ после ВМТ. Чтобы уменьшить наибольшую возможную температуру цикла на 50–70 К возможно использование подогрева дизельного топлива, что в свою очередь может привести к сокращению температурной напряженности в цилиндрах двигателя и увеличит время его службы.

Первое максимальное значение скорости отдачи тепла зависит от быстрого сгорания паров дизельного топлива, в результате чего формируются за время задержки возгорания, а также это происходит из-за скорости реакций перед возгоранием. Избытки паров горючего хранятся в камере сгорания: в первом случае быстро тратится

окислитель, во втором – топливные пары, что в свою очередь приводит к резкому сокращению скорости выделения тепла. Характерное отклонение в значении температуры можно наблюдать на графике наибольших возможных значений температур (рис. 2). Во время функционирования двигателя в номинальном режиме без подогрева дизельного топлива температура в камере сгорания имеет значение $T_{\max} = 2561$ К, а во время работы двигателя с подогревом топлива до 170 и 320°C значение теплового коэффициента равняется 2587 и 2543 К соответственно.

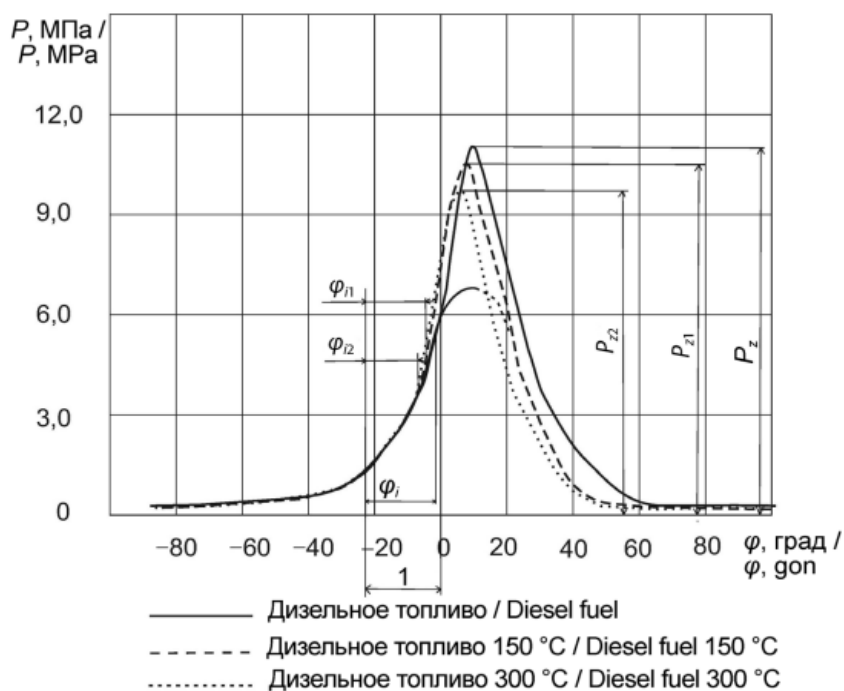


Рисунок 1 - Совмещенные диаграммы дизельного двигателя Д-245.5S5 при частоте вращения $n=1800 \text{ мин}^{-1}$: 1 – угол опережения впрыскивания (до верхней мертвой точки) ДТ

В процессе испытаний были получены данные о сгорании дизтоплива в цилиндре двигателя 4ЧН 11,0/12,5 и проведен анализ процесса сгорания и теплового выделения дизельного двигателя с помощью воздействия на топлива высокими температурами. Данные исследований демонстрируют, что период задержания воспламенения, максимальная температура цикла в цилиндрах двигателя, ускорение начала выделения тепла и сгорания уменьшаются. Проведенные испытания позволяют обнаружить корреляцию между величинами процесса горения дизельного топлива с воздействием высоких температур. Благодаря индикаторным диаграммам можно сделать заключение о воздействии температуры подогрева топлива на усиление процесса горения. Получены данные об ускорении начала выделения тепла и замедлении повышения давления.

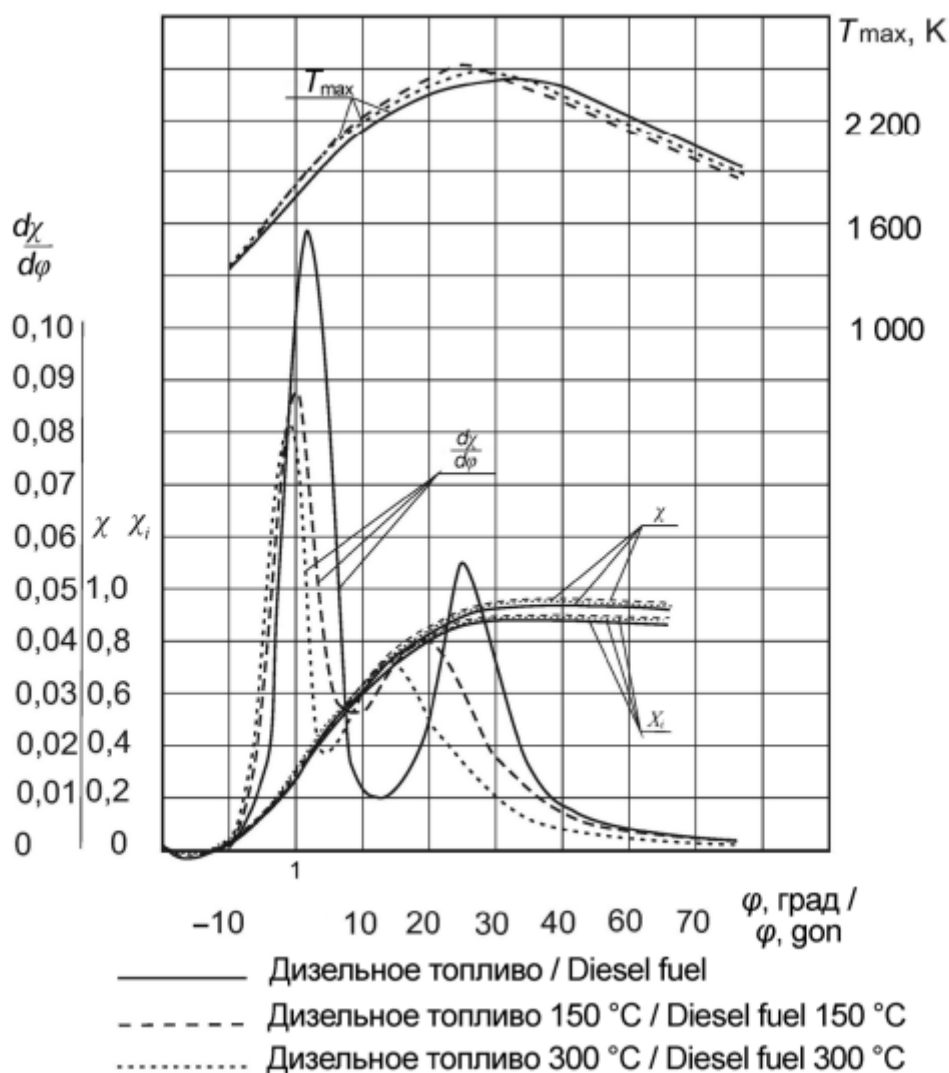


Рисунок 2 - Влияние преждевременного подогрева дизельного топлива на характеристики выделения тепла

Литература

1. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253.
2. Рахматуллина, Р. Г. Определение момента инерции маховика / Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина, И. А. Исхаков // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 96-102.
3. Киселева, Н. Г. Технология проблемного обучения в вузе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-

практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 122-124.

4. Киселева, Н. Г. Современные информационные технологии как средство повышения эффективности и качества образования / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 448-454.

5. Хаматов, Ф. И. Обзор конструкций топливных фильтров / Ф. И. Хаматов, А. А. Нурмиев // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 84-88.

6. Зиннатуллина, А. Н. Преимущества автоматизации SAS / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Н. Г. Киселева // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 394-400.

7. Киселева, Н. Г. Дистанционное образование студентов / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 208-210.

8. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 19-26. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-19-26. – EDN DVAHRQ.

9. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибагатуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 9-14. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. – EDN BAGTXU.

10. Шамсутдинов, А.А. Анализ влияния хранения, заправки и качества ТСМ на их расход / А.А. Шамсутдинов, А.А. Хайруллин, И.Г. Галиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции ИМиТС. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С. 15-19.

11. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42. – EDN DIBZCJ.
12. Галеев, Г.Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г.Г. Галеев, А.А. Нурмиев, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107.
13. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г.Г. Галеев, А.А. Нурмиев, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77.
14. Хафизов, К. А. Методика расчета часового расхода топлива двигателя трактора, работающего в составе посевного агрегата / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 30-34.
15. Хафизов, К. А. Теоретические основы энергетического подхода к обоснованию типажа тракторов / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 219-229. – EDN XWVIWT.
16. Хафизов, К. А. Обоснование выбора сельскохозяйственных машин для подготовки почвы к посеву с целью оптимизации параметров трактора и агрегата / К. А. Хафизов, А. А. Нурмиев, Р. Н. Хафизов // Динамика механических систем : материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 26-30. – EDN YRKBEL.
17. Хафизов, К. А. Оптимизация основных параметров колесного трактора, работающего в составе посевного комплекса типа DMC (долотообразный сошник) / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. –

Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 115-121. – EDN VEYKMQ.

18. Результаты вычислительных экспериментов по снижению выброса оксида углерода на транспортных операциях в АПК / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев, Б. И. Гайнуллин // Динамика механических систем : материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 105-118. – EDN ZUBBTM.

19. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упруго-демпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф. Х. Халиуллин, Б. И. Ситдилов, Г. В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102. – EDN ORLMVO.

20. Кондратьев, А. П. Обзор автоматических КПП / А. П. Кондратьев, А. А. Нурмиев // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 46-49. – EDN ZBSHNR.

21. Хаматханов, И. Ф. Очистка и регенерация моторного масла / И. Ф. Хаматханов, А. А. Нурмиев // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 88-91. – EDN ZBSHRR.

22. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя для запуска в зависимости от температуры окружающей среды / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, С. А. Синицкий [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4(64). – С. 53-58. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-53-58

© Хафизов Р.Н., Нурмиев А. А., Сабирьянов И.А., 2022

УДК 631.348.4

Залаков Наиль Ринатович

Соискатель

Казанский государственный аграрный университет, КазаньNail.Zalakov@tatar.ru**Утяшев Эдуард Павлович**

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет, Казаньrom0991@list.ru**Хафизов Камиль Абдулхакович**

Доктор технических наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, Казаньfts-kgau@mail.ru**Хафизов Рамиль Наилович**

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казаньramilajz@mail.ru**Нурмиев Азам Ахиарович**

Старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, Казаньazat-nurmiev@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ НА ФОРМИРУЕМЫЙ УРОЖАЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье рассматривается влияние параметров трактора на формируемый урожай зерновых культур, путем определения составляющей критерия оптимизации суммарные энергетические затраты – энергия урожая, теряемого из-за утаптывания колесами машинно-тракторного агрегата части посевов при проведении защиты растений прицепными опрыскивателями. Выявлены связи между параметрами агрегата и энергозатратами от утаптывания посевов колесами трактора и опрыскивателя, предложены математические зависимости исходя из кинематики движения агрегата на гоне и на повороте. Рассматриваются варианты поворота агрегата вне пределов поля и непосредственно в поле.

Ключевые слова: Машинно-тракторный агрегат, опрыскиватель, параметры опрыскивателя, режим работы, потери урожая, математическая модель.

Nail R. Zalakov

Applicant

Kazan State Agrarian University, Kazan, RussiaNail.Zalakov@tatar.ru

Eduard P. Utyashev

Graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

rom0991@list.ru

Camil A. Khafizov

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

fts-kgau@mail.ru

Ramil N. Khafizov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ramilajz@mail.ru

Azat A. Nurmiev

Senior lecturer

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

azat-nurmiev@mail.ru

INFLUENCE OF PARAMETERS OF SPRAYERS ON THE FORMED HARVEST OF GRAIN CROPS

Abstract. The article discusses the influence of the tractor parameters on the formed crop yield by determining the component of the optimization criterion, the total energy costs - the energy of the crop lost due to the trampling of part of the crops by the wheels of the machine-tractor unit during plant protection by trailed sprayers. Relationships between the parameters of the unit and energy costs from trampling down crops by the wheels of the tractor and sprayer are revealed, mathematical dependencies are proposed based on the kinematics of the movement of the unit on the rut and on the turn. Options for turning the unit outside the field and directly into the field are being considered.

Keywords: Machine-tractor unit, sprayer, sprayer parameters, operating mode, crop losses, mathematical model.

Любой машинно-тракторный агрегат, выполняющий технологическую операцию при осуществлении производственных процессов возделывания культур, оказывает, кроме положительного также и негативное влияние на формируемый урожай [1-5]. Не является исключением и агрегат по защите растений. Данный агрегат, в отличие от других машинно-тракторных агрегатов (посевных, уборочных и др.) ведет работу на поле с посевами и кроме уплотнения почвы, дополнительно утаптывает часть площади посевов [6-8]. Представляет интерес выявление зависимости потерянного урожая, а значит и теряемой с урожаем энергия от параметров опрыскивателей и машинно-тракторного агрегата по защите растений в целом.

Для исследований использован метод математического моделирования агрегата по защите растений на обрабатываемом поле, путем исследования его движения на гоне и на поворотных полосах. Объектом исследования является наиболее широко распространенный прицепной опрыскиватель с колесным трактором типа 4К4а – с передними управляемыми колесами.

Рассмотрим два варианта движения агрегата в поле, отличающиеся местом их поворота в момент выполнения технологической операции.

В случае поворота агрегата на концах гона вне пределов поля получаются следующие зависимости:

Площадь прямоугольного поля F_n определяется как произведение ширины поля B_n на длину поля L_n :

$$F_n = B_n \cdot L_n \quad (1)$$

Если повороты опрыскивателя осуществляются за пределами поля, то площадь утаптываемых посевов $F_{утап}$ определим из формулы:

$$F_{утап} = 2 \cdot b_{ш. макс} \cdot L_n \cdot (B_n / B_p), \quad (2)$$

где $b_{ш. макс}$ – ширина самой широкой шины в движителях агрегата, м; B_p – ширина захвата опрыскивателя, м.

Тогда энергия урожая, теряемого из-за утаптывания посевов движителями агрегата $\mathcal{E}_y$ рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_y^* = \frac{200 Q \cdot Y \cdot b_{ш. макс}}{B_p} \text{ МДж/га}, \quad (3)$$

где Q – энергосодержание 1 кг зерна, МДж/кг; Y – урожайность культуры, ц/га;

Если повороты опрыскивателя осуществляются в пределах поля, то площадь утаптываемых посевов $F_{утап}$ определим из формулы:

$$F_{утап} = F_{у.поле} + F_{у.пов}, \quad (4)$$

где $F_{у.поле}$ – площадь утаптываемых посевов на гоне, m^2 ; $F_{у.пов}$ – площадь утаптываемых посевов на поворотных полосах, m^2 .

Площадь утаптываемых посевов на гоне рассчитаем по формуле:

$$F_{у.поле} = 2 b_{ш. макс} \cdot (2 b_{ш. макс} \cdot L_n \cdot (B_n / B_p) - B_p) \cdot (B_n / B_p) = 2 b_{ш. макс} \cdot l_r \cdot (B_n / B_p) = 2 b_{ш. макс} \cdot l_r \cdot (F_n / (L_n \cdot B_p)). \quad (5)$$

Площадь утаптываемых посевов на поворотных полосах определяем из выражений:

$$F_{у.пов} = (F_{сл. упр.} + F_{сл. вед.} + F_{сл. опрыск.}) \cdot n_{пов}, \quad (6)$$

где: $F_{сл. упр.}$ – площадь следов управляемых колес трактора, m^2 ; $F_{сл. вед.}$ – площадь следов ведущих колес трактора, m^2 ; $F_{сл. опрыск.}$ – площадь следов колес опрыскивателя, m^2 . Исходя из теоретических раскладок в работе [9-11]:

$$F_{у.пов} = 2\pi \left(\epsilon_{упр} \cdot \left[\sqrt{L^2 + \left(\rho + \frac{B_{к.м}}{2} \right)^2} + \sqrt{L^2 + \left(\rho - \frac{B_{к.м}}{2} \right)^2} \right] + 2\rho \cdot \epsilon_{вед} + B_p \cdot \epsilon_{опр} \right) \cdot (B_n / B_p) \quad (10)$$

или

$$F_{у.пов} = 2\pi \left(\epsilon_{упр} \cdot \left[\sqrt{L^2 + \left(\rho + \frac{B_{к.м}}{2} \right)^2} + \sqrt{L^2 + \left(\rho - \frac{B_{к.м}}{2} \right)^2} \right] + 2\rho \cdot \epsilon_{вед} + B_p \cdot \epsilon_{опр} \right) \cdot (10000 \cdot F_n / ((l_z + B_p) \cdot B_p)) ,$$

где $B_{упр}$, $B_{вед}$, $B_{опр}$ – ширина профиля шины, соответственно управляемых, ведущих колес трактора и колес опрыскивателя; L – база трактора, м; ρ – радиус поворота трактора с передними управляемыми колесами, м; $B_{к.т.}$ – колея трактора, м;

Радиус поворота трактор определяется по зависимости [12]:

$$\rho = \sqrt{(0,5B_p)^2 + L_d^2 - L_{кр}^2} \quad (11)$$

где L_d – длина дышла опрыскивателя, м;

$L_{кр}$ – вылет точки прицепа, м.

Энергия урожая, потерянного из-за утаптывания посевов колесами агрегата на поворотной полосе:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{у.пов.}'' &= Y \cdot Q (F_{у.пов.} / 100) , \text{ МДж.} \\ \mathcal{E}_{у.пов.}'' &= \frac{100 \cdot F_{у.пов.} \cdot (l_z + B_p) \cdot Y \cdot Q}{B_p \cdot F_n} , \text{ МДж/га.} \end{aligned}$$

Выводы.

1. Потери урожая, а значит и энергии при защите растений прицепными опрыскивателями зависят от места осуществления поворотов агрегата в конце гона.

2. Если поворот осуществляется за пределами поля, то потери энергии от утаптывания посевов движителями агрегата зависят от таких параметров МТА как:

- ширина шины максимально широкого колеса машинно-тракторного агрегата (обычно это ширина профиля шины заднего ведущего моста трактора);

- ширина захвата агрегата по защите растений (прицепного опрыскивателя).

3. В случае поворота агрегата в пределах поля, на величину потерь энергии дополнительно влияют:

- ширина профиля шины управляемых колес трактора и колес опрыскивателя; база трактора; радиус поворота трактора с передними управляемыми колесами; колея трактора; длина дышла опрыскивателя; вылет точки прицепа дышла опрыскивателя на трактор.

4. Необходимо провести вычислительные эксперименты по выявлению характера влияния указанных факторов - на величину теряемого от утаптывания движителями прицепного опрыскивателя урожая и его энергии.

Литература

1. Слюсаренко В.В., Влияние движителей машинно-тракторных агрегатов на урожай сельскохозяйственных культур / Слюсаренко В.В., Русинов

- А.В., Федюнина Т.В. // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. №1(43). С.35-37.
2. Хафизов, К. А. Методика расчета МТА по критерию "совокупные энергозатраты" / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 3. – С. 46-51. – EDN KWPNBX.
 3. Русинов А.В. Определение площади уплотнения сельскохозяйственных полей движителями машинно-тракторных агрегатов / Русинов А.В., Слюсаренко В.В., Федюнина Т.В. // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3 (45). Часть 3. С.120-122.
 4. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77. – EDN ONEIKL.
 5. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107. – EDN NBJOST.
 6. Руководство по использованию сельскохозяйственного штангового опрыскивателя / Рекомендации компании Bayer по использованию опрыскивателей для защиты полевых культур. 2022. -105 с. <https://www.cropscience.bayer.ru/uploads/s1/attachment/604b4b4a849ca.pdf> (Дата посещения 7 ноября 2022 г.).
 7. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: науч. анализ. обзор. – М.: ФГНУ «Росинфор-магротех», 2010. – 124 с.
 8. Скотников В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля/ В.А. Скотников, А.А. Мащенский, А.С. Солонский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с., ил.
 9. Фёдоров Р.Н., Хафизов К.А. Определение потерь урожая и направления их снижения от уплотнения ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов по уходу за растениями / Вестник Казанского ГАУ № 4 (14), 2009. С 152-155.
 10. Хафизов К.А. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 444 с.
 11. Хафизов, К. А. Оптимизация параметров и режимов работы МТА на основе энергетического анализа / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 7. – С. 32-34.
 12. Анилович В.Я. Конструкция и расчет сельскохозяйственных тракторов. Справочное пособие. / В.Я. Анилович, Ю.Т. Водолажченко. – Изд. 2-ое, переработ. и доп. М., «Машиностроение», 1976. – 456 с.

13. Гайнутдинов, Р.Х. Кинематика эллипсовидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы /Р.Х. Гайнутдинов, С.М. Яхин, И.И. Алиакберов, Г.В. Пикмуллин// Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.
14. Патент № 2395183 С1 Российская Федерация, МПК А01В 21/00. Почвообрабатывающее орудие: № 2009110058/12: заявл. 19.03.2009: опубл. 27.07.2010 / Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".
15. Пикмуллин, Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук /Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
16. Синицкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Синицкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.
17. Медведев, В. М. Влияние инерционного коэффициента на коэффициент избытка воздуха двигателя машинно-тракторного агрегата / В. М. Медведев, С. А. Синицкий // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 39-44.
18. Синицкий, С. А. Влияние нагрузки машинно-тракторного агрегата на показатели двигателя в условиях эксплуатации: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства", 05.04.02 "Тепловые двигатели": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Синицкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 19 с.
19. Булгариев, Г.Г. Особенности бороздообразователей комбинированных сошников сеялок и картофелесажалок /Г.Г. Булгариев, Р.Р. Хамитов, Г.В. Пикмуллин// Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 147-151.

20. Мудров, А.Г. Устройства для первичной обработки изделий /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74.
21. Патент № 2494589 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/18, А01В 49/02. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2012107299/13: заявл. 28.02.2012: опубл. 10.10.2013 / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
22. Патент на полезную модель № 144421 U1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20. Рабочий орган окучника: № 2014119238/13: заявл. 13.05.2014: опубл. 20.08.2014 /Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, Т.А. Зимагулов, И.С. Мухаметшин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
23. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

© Залаков Н.Р., Утяшев Э.П., Хафизов К.А., Хафизов Р.Н.,
Нурмиев. А.А., 2022

УДК 631.348.4

Утяшев Эдуард Павлович

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет, Казаньrom0991@list.ru**Залаков Наиль Ринатович**

Соискатель

Казанский государственный аграрный университет, КазаньNail.Zalakov@tatar.ru**Нурмиев Азам Ахиарович**

Старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, Казаньazat-nurmiev@mail.ru**Хафизов Камиль Абдулхакович**

Доктор технических наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, Казаньfts-kgau@mail.ru**Хафизов Рамиль Наилович**

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казаньramilajz@mail.ru

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ШИРИНЫ ЗАХВАТА, СКОРОСТИ АГРЕГАТА И СРОКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПРЫСКИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье разрабатывается методика лабораторно-полевых опытов по выявлению влияния ширины захвата, рабочей скорости агрегатов по защите растений на основе прицепных опрыскивателей и сроков проведения технологической операции на формируемую урожайность яровой пшеницы. Для этого использованы положения теории планирования многофакторных экспериментов и требования "Методики полевого опыта" Б.А. Доспехова. Составлен план полного факторного эксперимента 2^3 . Запланировано проведение восьми опытов. С учётом трех повторностей опыты необходимо организовать на 24 делянках. Выбор поля, размера делянок, рандомизация проведены согласно Б.А. Доспехова "Методика полевого опыта". Ширина делянок равна ширине захвата опрыскивателя и составляет 18 м. Длина делянок 45 м. На основе использования существующих методов рандомизации составлена схема размещения учётных делянок. Подобраны нижние и верхние уровни варьирования факторов: ширина захвата 6/18, м; рабочая скорость 5/8, км/ч; сроки опрыскивания 1/25, день.

Ключевые слова: Машинно-тракторный агрегат, планирование эксперимента, параметры опрыскивателя, режим работы, потери урожая, математическая модель.

Eduard P. Utyashev

Graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

rom0991@list.ru

Nail R. Zalakov

Applicant

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Nail.Zalakov@tatar.ru

Azat A. Nurmiev

Senior lecturer,

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

azat-nurmiev@mail.ru

Camil A. Khafizov

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

fts-kgau@mail.ru

Ramil N. Khafizov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ramilajz@mail.ru

EXPERIMENT PLANNING METHOD FOR DETERMINING THE RATIONAL CAPTURE WIDTH, UNIT SPEED AND TERM FOR SPRAYING GRAIN CROPS

Abstract. The article develops a methodology for laboratory and field experiments to identify the influence of the working width, the working speed of plant protection units based on trailed sprayers and the timing of the technological operation on the formed spring wheat yield. For this, the provisions of the theory of planning multifactorial experiments and the requirements of the "Methods of field experience" by B.A. Dospekhov were used. A plan for a complete factorial experiment 2^3 has been drawn up. Eight experiments are planned. Taking into account three repetitions, experiments should be organized on 24 plots. The choice of the field, the size of the plots, randomization was carried out according to B.A. Dospekhova "Methodology of field experience". The width of the plots is equal to the width of the sprayer and is 18 m. The length of the plots is 45 m. Based on the use of existing randomization methods, a scheme for the placement of accounting plots was drawn up. The lower and upper levels of variation of factors are selected: capture width 6/18, m; working speed 5/8, km/h; spraying terms 1/25, day.

Keywords: Machine-tractor unit, experiment planning, sprayer parameters, operating mode, crop losses, mathematical model.

Как показали теоретические исследования [1, 2] – влияние параметров и режимов работы прицепных опрыскивателей на формируемый урожай зерновых культур является сложной и разнонаправленной. Из-за продолжительности вегетационного срока развития как культурных, так и сорных растений, теоретически трудно уловить и формализовать все процессы, происходящие в агроценозе. Однако имеется необходимость определения тенденций влияния параметров и режимов работы агрегатов на потери урожайности культур. В связи с этим возникает необходимость проведения лабораторно-полевых исследований с целью определения влияния ширины захвата агрегата для защиты растений, его рабочей скорости и сроков обработки посевов на величину урожая зерновых культур.

Условия, материалы и методы исследования.

При разработке методики опытов использованы положения теории планирования многофакторных экспериментов и требования "Методики полевого опыта" Б.А. Доспехова [3].

В качестве целевой функции принята урожайность яровой пшеницы сорта Агата. В качестве факторов - ширина захвата, скорость агрегата и срок проведения посева.

Для решения задачи наиболее благоприятно было бы использование методов проведения экстремальных экспериментов. Однако чрезвычайная продолжительность вегетационного срока созревания урожая вынуждает отказаться от этого.

В связи с этим, запланировано проведение активного трёхфакторного эксперимента для получения модели урожайности с учётом указанных факторов.

Анализ и обсуждение результатов.

Из теоретических предпосылок известно, что между урожайностью и, по крайней мере, шириной захвата опрыскивателя существует нелинейная зависимость и, было бы правильно выбрать нелинейную модель трёхфакторного эксперимента. Однако, для получения нелинейного уравнения регрессии по данным экспериментов, их нужно организовать на трёх уровнях по ортогональному центральному композиционному планированию [4], предполагающему наблюдение в звёздных точках. При проведении экспериментов в полевых условиях с опрыскивателями очень трудно задавать значения факторов в звёздных точках, т.к. получаются дробные числа ширины захвата и скорости, которые невозможно практически подобрать.

Поэтому, использована линейная модель трёхфакторного эксперимента. Составлен план полного факторного эксперимента 2^3 , приведённый в таблице 1.

Запланировано проведение восьми опытов. С учётом трех повторностей опыты необходимо организовать на 24 делянках. Выбор поля, размера делянок, рандомизация проведены согласно Б.А. Доспехова "Методика полевого опыта". Ширина делянок равна ширине захвата опрыскивателя и составляет 18 м. Длина делянок 45 м. На основе использования существующих методов рандомизации составлена схема размещения учётных делянок, рисунок 1. Опыты заложены на полях ООО Агрофирма «Лениногорская». Почвы черноземы обыкновенные, среднесуглинистые.

Таблица 3.1 - План полного факторного эксперимента 2³

Факторы и функция отклика		N	B	V		Урожайность
1		2	3	4	5	6
код		X1	X2	X3		У
Единица величины		день	м	км/ч		ц/га
Основной уровень		13	12	7	Обозначение строк матрицы X	
Интервал варьирования		12	6	2		
Нижний уровень (+)		1	6	5		
Верхний уровень (–)		25	18	9		
№ опыта	1	+	+	+	1	У1
	2	+	+	–	а	У2
	3	+	–	+	в	У3
	4	+	–	–	ав	У4
	5	–	+	+	с	У5
	6	–	+	–	ас	У6
	7	–	–	+	вс	У7
	8	–	–	–	авс	У8

При закладывании опытов использовался трактор МТЗ-82 и прицепной опрыскиватель ОП-2000М.

Лабораторно-полевые опыты проведены согласно требованиям, ГОСТ 34630-2019. Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний [5].

При лабораторно-полевых испытаниях, согласно ГОСТ 34630-2019, определяют условия испытаний, режимы работы, показатели качества выполнения технологического процесса и эффективности химической обработки через потери урожая.

Верхние уровни ширины захвата и скорости выбраны исходя из мощностных и тяговых возможностей трактора и особенностей конструкции прицепного опрыскивателя. Скорость при опрыскивании контролировалась выбором передачи и наблюдением за показаниями тахоспидометра. Влажность и твёрдость почвы фиксировались по ГОСТ 20915-75 [6]. Норма внесения ядохимикатов (л/га), определяется исходя из засоренности посевов и видов сорняков.

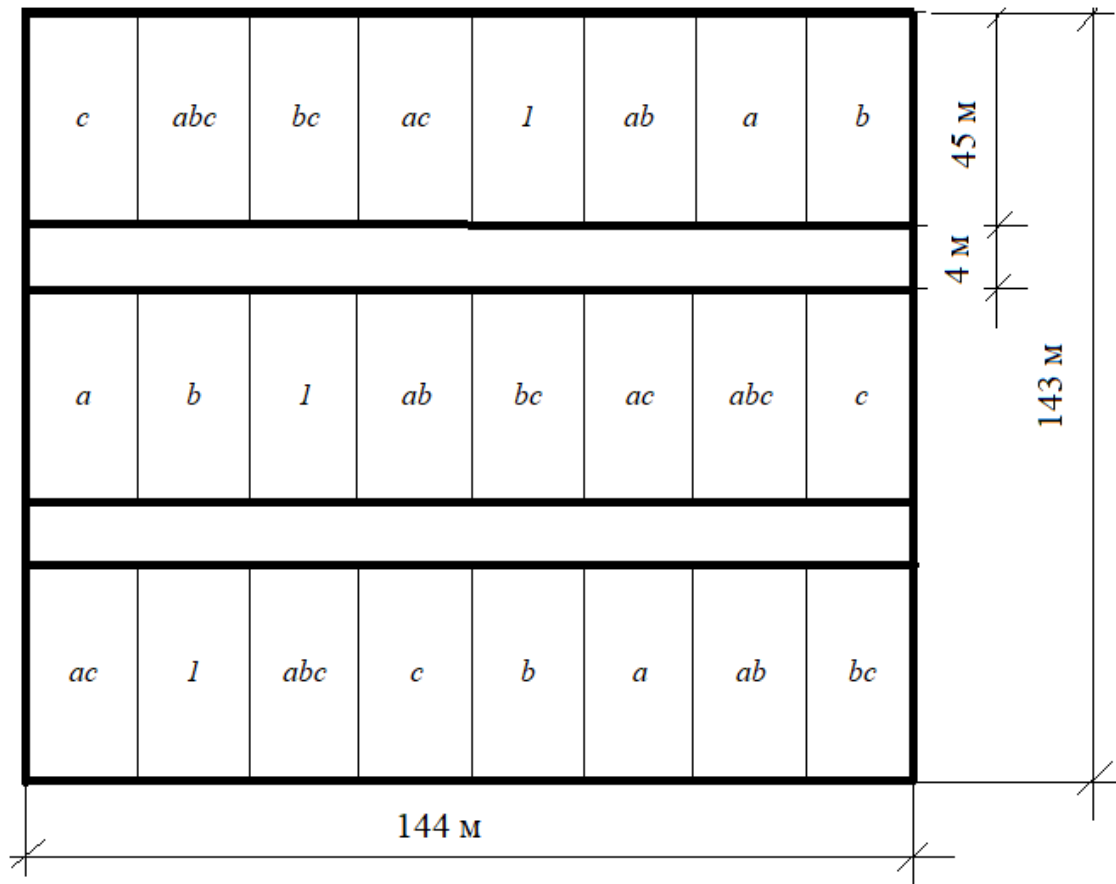


Рисунок 1 - Схема размещения делянок

Согласно требованиям ГОСТ 20915-75 для сельскохозяйственных агрегатов установлены методы определения природно-климатических условий. Эти условия отличаются в зависимости от назначения агрегата. В ходе испытаний контролировались и определялись следующие параметры:

- 1) температура и относительная влажность воздуха;
- 2) атмосферное давление;
- 3) скорость и направление ветра;
- 4) засоренность посевов сорняками (количественно-весовым методом);
- 5) тип, влажность и плотность (твёрдость) почвы;
- 6) урожайность возделываемой культуры.

Для получения сведений о температуре, относительной влажности воздуха и атмосферном давлении применяются соответствующие

приборы (термометр, психрометр, барометр и т.д.) и данные сводятся в таблицу по ГОСТ 20915-75.

Скорость и направление ветра определяются анемометром на уровне 0,5 и 2 м от поверхности почвы при проведении испытаний. Данные наблюдений заполняются в соответствующие таблицы.

При определении засоренности посевов используют количественно-весовой метод, при котором высчитывают число сорных и культурных растений, находящихся на учетной площадке, образуемой квадратной рамкой размером 0,25х0,25 м или 0,5х0,5 м и находят значение засоренности при помощи формулы согласно ГОСТ 20915-75:

$$Z_c = \frac{g_c}{g_k + g_c} \cdot 100, \quad (1)$$

где: Z_c – засоренность посева, %; g_c – количество, масса сорняков на учетной площадке, шт, г; g_k – количество, масса культурных растений на учетной площадке, шт, г.

Результаты также заносятся в таблицы.

В качестве исходной характеристики почвы выбираем ее твердость, которую можно определить при помощи твердомера. Измерения твердости проводятся в трехкратной повторности по следам и вне следов агрегата. Данные заносятся в соответствующие таблицы.

Учет урожая осуществляется весовым методом, уборкой каждой деланки отдельно путем затаривания и этикетирования с последующим взвешиванием.

Выводы.

1. Для проведения лабораторно-полевых исследований по выявлению влияния ширины захвата, рабочей скорости агрегатов по защите растений на основе прицепных опрыскивателей и сроков проведения технологической операции на формируемую урожайность яровой пшеницы использована линейная модель трёхфакторного эксперимента. Составлен план полного факторного эксперимента 2^3 .

2. На основе рандомизации разработана схема размещения опытных деланок восьми опытов в трехкратной повторности.

3. Измерения параметров и режимов агрегата, условий проведения лабораторно-полевых опытов запланированы согласно требований стандартов ГОСТ 34630-2019 и ГОСТ 20915-75.

Литература

1. Фёдоров Р.Н., Хафизов К.А. Определение потерь урожая и направления их снижения от уплотнения ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов по уходу за растениями / Вестник Казанского ГАУ № 4 (14), 2009. С 152-155.
2. Хафизов, К. А. Пути повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / К. А. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин //

Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 20-22. – EDN UQFKLR.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и перераб. -М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с., ил.- (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

4. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Колос: Ленингр. отд-ние, 1980. - 168 с.: ил., 1 л. ил.; 20 см.

5. ГОСТ 34630-2019. Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний.

6. ГОСТ 20915-7/5 Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний.

7. Синицкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Синицкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.

8. Медведев, В. М. Влияние инерционного коэффициента на коэффициент избытка воздуха двигателя машинно-тракторного агрегата / В. М. Медведев, С. А. Синицкий // Динамика механических систем: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 года / Казанский государственный аграрный университет; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Казань: Без издательства, 2018. – С. 39-44.

9. Патент на полезную модель № 66526 U1 Российская Федерация, МПК G01M 15/00. Стенд для исследования рабочих процессов двигателя внутреннего сгорания в динамических режимах: № 2007116543/22: заявл. 02.05.2007: опубл. 10.09.2007 / А. К. Юлдашев, Ю. К. Евдокимов, С. А. Синицкий [и др.]; заявитель Казанский государственный аграрный университет.

10. Булгариев, Г.Г. Особенности бороздообразователей комбинированных сошников сеялок и картофелесажалок /Г.Г. Булгариев, Р.Р. Хамитов, Г.В. Пикмуллин// Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 147-151.

11. Мудров, А.Г. Устройства для первичной обработки изделий /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение

технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74.

12. Патент № 2494589 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/18, А01В 49/02. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2012107299/13: заявл. 28.02.2012: опубл. 10.10.2013 / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

13. Патент на полезную модель № 144421 U1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20. Рабочий орган окучника: № 2014119238/13: заявл. 13.05.2014: опубл. 20.08.2014 / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, Т.А. Зимагулов, И.С. Мухаметшин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

14. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике / Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

© Утяшев Э.П., Залаков Н.Р., Нурмиев. А.А., Хафизов К.А.,
Хафизов Р.Н., 2022

УДК 631.348.4

Нурмиев Азат Ахиарович*Старший преподаватель**Казанский государственный аграрный университет, Казань*azat-nurmiev@mail.ru**Залаков Наиль Ринатович***Соискатель**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Nail.Zalakov@tatar.ru**Утяшев Эдуард Павлович***Аспирант**Казанский государственный аграрный университет, Казань*rom0991@list.ru**Хафизов Камиль Абдулхакович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*fts-kgau@mail.ru**Хафизов Рамиль Наилович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ramilajz@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ НА ФОРМИРУЕМЫЙ УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В статье проводится анализ экспериментальных данных полученных в ходе лабораторно-полевых опытов по выявлению влияния на урожайность яровой пшеницы ширины захвата прицепного опрыскивателя, его рабочей скорости и срока проведения опрыскивания. Перечислены условия проведения опытов – метеорологические, почвенные, степень засоренности посевов, используемые препараты и др. Опыты проведены в два срока – рекомендуемый, исходя из степени засоренности, и с опозданием на 24 дня. Уровни ширины захвата 6 и 18 м, скорости 5 и 12 км/ч, согласно плану трехфакторного эксперимента. С учетом повторностей были проведены опыты на 24 делянках размером 18х45 м. Расположение делянок случайное, согласно рекомендациям по рандомизации их размещения. Получено уравнение регрессии. Статистические данные, свидетельствуют о значимости коэффициентов уравнения и значительной точности предсказания экспериментальных данных. Увеличение ширины захвата опрыскивателя от 6 м до 18 м ведет к снижению теряемой урожайности яровой пшеницы на 7 ц/га, тогда как рост скорости агрегата от 5 до 12 км/ч снижает потери урожайности до 1

ц/га. Затягивание сроков обработки посевов ведет к снижению урожайности.

Ключевые слова: Урожайность, сорняки, планирование эксперимента, параметры опрыскивателя, режим работы, потери урожая, уравнение регрессии.

Azat A. Nurmiev

Senior lecturer,

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

azat-nurmiev@mail.ru

Nail R. Zalakov

Applicant

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Nail.Zalakov@tatar.ru

Eduard P. Utyashev

Graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

rom0991@list.ru

Camil A. Khafizov

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

fts-kgau@mail.ru

Ramil N. Khafizov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ramilajz@mail.ru

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE INFLUENCE OF SPRAYER PARAMETERS ON THE FORMED SPRING WHEAT HARVEST

Abstract. The article analyzes the experimental data obtained in the course of laboratory and field experiments to identify the impact on the yield of spring wheat of the width of the trailed sprayer, its operating speed and the duration of spraying. The conditions for conducting experiments are listed - meteorological, soil, the degree of weediness of crops, the drugs used, etc. The experiments were carried out in two terms - recommended, based on the degree of weediness, and with a delay of 24 days. Capture width levels are 6 and 18 m, speeds are 5 and 12 km/h, according to the plan of a three-factor experiment. Taking into account repetitions, experiments were carried out on 24 plots 18 × 45 m in size. The location of the plots is random, according to the recommendations for randomizing their placement. The regression equation is obtained. Statistical data testify to the significance of the coefficients of the equation and the significant accuracy of the prediction of experimental data. An increase in the width of the sprayer from 6 m to 18 m leads to a decrease

in the lost yield of spring wheat by 7 centners per hectare, while an increase in the speed of the unit from 5 to 12 km/h reduces yield losses to 1 centner per hectare. Delaying the processing of crops leads to a decrease in yield.

Keywords: Yield, weeds, experiment planning, sprayer parameters, operating mode, crop losses, regression equation.

В растениеводстве явно наметилась тенденция перехода на энергосберегающие технологии, что сопровождается ростом засоренности полей и необходимостью широкого применения химических средств защиты растений. В области используемых для этого технических средств имеется устойчивая тенденция увеличения ширины захвата опрыскивателей как прицепных, так и самоходных [1- 3]. Растут объемы емкостей баков, и рабочие скорости агрегатов. Однако в связи с многовекторным влиянием параметров техники на потери урожая [4-6], имеется необходимость уточнения комплексного влияния ширины захвата опрыскивателя, его скорости и срока проведения технологической операции на потери урожая. В связи с этим был запланирован и проведен трехфакторный эксперимент, результаты которого и приводятся в данной статье.

Условия, материалы и методы исследования.

Лабораторно-полевые исследования влияния ширины захвата, рабочей скорости агрегатов по защите растений на основе прицепных опрыскивателей и сроков проведения технологической операции на формируемую урожайность яровой пшеницы проведены согласно разработанному плану проведения трехфакторного эксперимента.

Условия проведения лабораторно-полевого опыта 8 июня: температура воздуха - 17°C; относительная влажность воздуха – 72%; скорость ветра – 1,8 м/с; атмосферное давление - 760 мм.рт.ст.;

Почва: черноземы обыкновенные, среднесуглинистые;

Культура: яровая пшеница сорта Агата;

Засоренность посевов: (марь белая, ромашка непахучая, пастушья сумка, осот полевой, горец вьюнковый, василек синий, и др.) - 46 шт./м²;

Техника: трактор МТЗ-82 и прицепной опрыскиватель ОП-2000М;

Гербицид: широкого спектра Флоракс, КС (0,4 л/га);

Расход рабочей жидкости – 250 л/га.

Условия проведения лабораторно-полевого опыта 2 июля:

температура воздуха - 19°C; относительная влажность воздуха – 70%; скорость ветра – 2,0 м/с; атмосферное давление - 761 мм.рт.ст.;

Почва: черноземы обыкновенные, среднесуглинистые;

Культура: яровая пшеница сорта Агата;

Засоренность посевов: засоренность посевов (марь белая, ромашка непахучая, пастушья сумка, пырей ползучий, осот полевой, горец вьюнковый, василек синий, вьюнок полевой и др.) - 102 шт./м²;

Техника: трактор МТЗ-82 и прицепной опрыскиватель ОП-2000М;

Гербицид: широкого спектра Флоракс, КС (0,4 л/га).

Расход рабочей жидкости – 250 л/га.

Анализ и обсуждение результатов.

В ходе проведения лабораторно - полевых опытов по определению зависимости урожайности (Y) от параметров (ширина захвата B_p) и режимов работы (рабочая скорость V_p) агрегата по защите растений, а также сроков проведения опрыскивания (N) были получены следующие данные -Таблица 1.

Таблица 1 – Результаты трехфакторного эксперимента выявления влияния срока обработки, ширины захвата опрыскивателя и его рабочей скорости на урожайность яровой пшеницы

Факторы и функция отклика		N	B_p	V_p		Урожайность
1		2	3	4	5	6
код		X1	X2	X3		у
Единица величины		день	м	км/ч		ц/га
Основной уровень		13	12	7	Обозначение строк матрицы X	
Интервал варьирования		12	6	2		
Нижний уровень (+)		1	6	5		
Верхний уровень (–)		25	18	9		
№ опыта	1	+1	+6	+5	1	29,59
	2	+1	+6	–9	a	29,62
	3	+1	–18	+5	b	36,46
	4	+1	–18	–9	ab	36,60
	5	–25	+6	+5	c	27,25
	6	–25	+6	–9	ac	28,48
	7	–25	–18	+5	bc	35,83
	8	–25	–18	–9	abc	35,94

В методике лабораторно-полевых опытов в качестве полинома было принято уравнение вида:

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3.$$

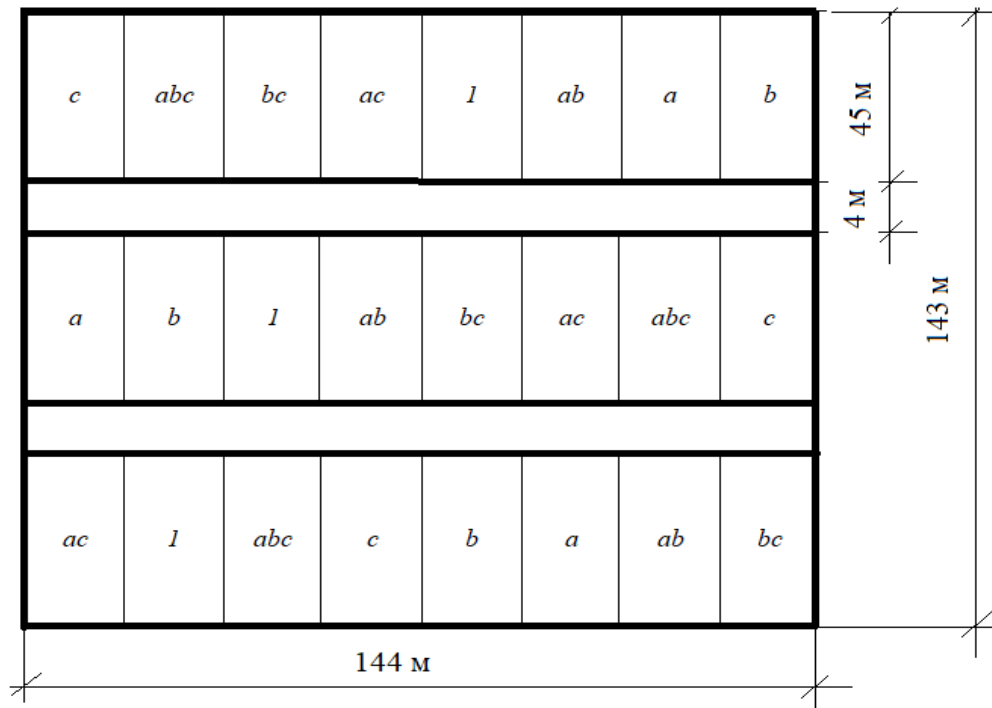


Рисунок 1 - Схема размещения делянок

Для окончательной обработки результатов экспериментов с целью получения коэффициентов уравнения урожайности от выбранных факторов воспользуемся подсистемой Statistics Toolbox системы компьютерной математики Matlab.

После расчетов по данным таблицы 1 получены коэффициенты уравнения регрессии, приведенные в таблице 2.

Все коэффициенты уравнения значимы, что видно из таблицы 2 и рисунка 2.

Таблица 2 – Коэффициенты уравнения регрессии

Коэффициенты уравнения регрессии (b)		Значимость коэффициентов уравнения регрессии по критерию Стьюдента (t)	95% доверительные интервалы для b - коэффициентов уравнения регрессии (bint)	
			нижний	верхний
b0	24,985	59,717	24,1340	25,8360
b1	-0,049757	-6,126	-0,0663	-0,0332
b2	0,62271	38,330	0,5897	0,6557
b3	0,094375	1,936	-0,0047	0,1935

В таблице 3 приведены статистические данные. Коэффициент множественной корреляции очень высокий и находится в районе 0,99, а

критерий Фишера многократно превышает табличное значение при данных степенях свободы – 529,99.

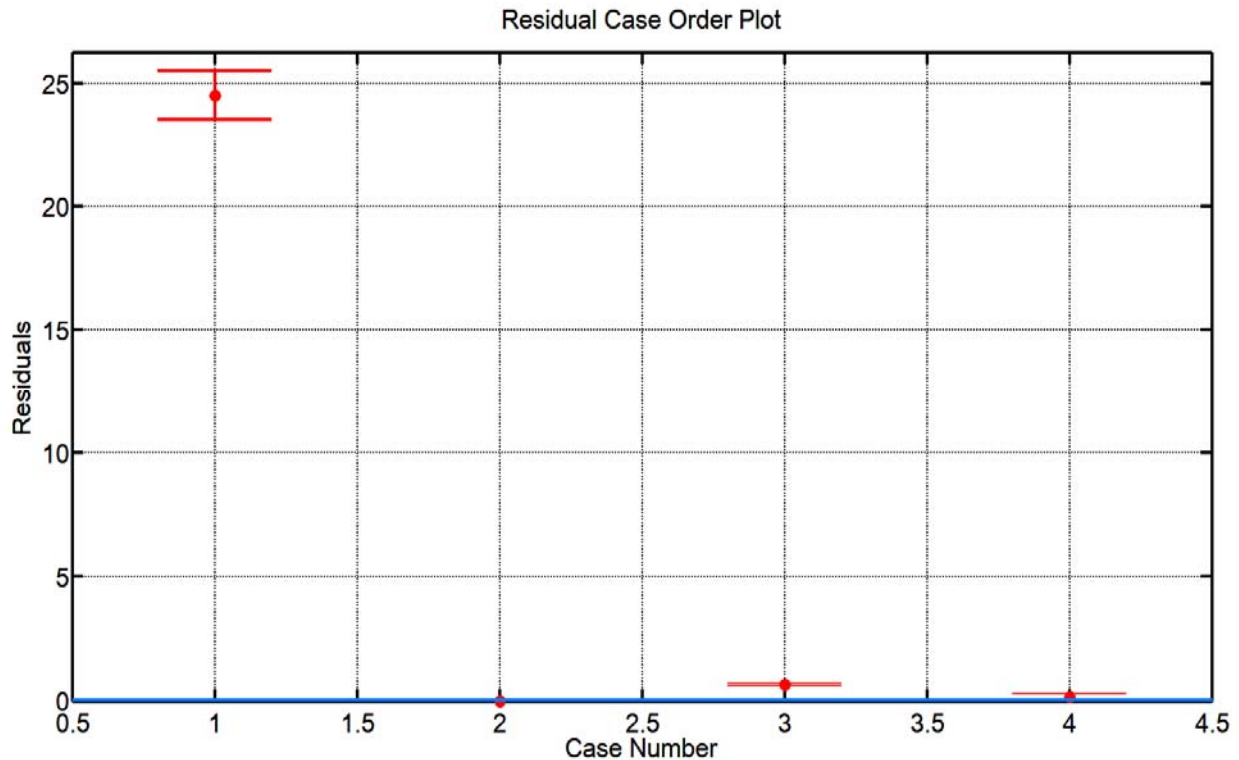


Рисунок 2 – Значения коэффициентов уравнения регрессии и 95% доверительные интервалы для коэффициентов

Таблица 3 – Статистические данные при определении коэффициентов уравнения регрессии

Вид уравнения	Stats		
	Коэффициент множественной корреляции R	Критерий Фишера F	Табличное значение критерия Фишера при данных степенях свободы
$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3$	0,98758	529,99	0,0000031

В результате корреляционно-регрессионного анализа получено уравнение регрессии:

$$Y = 24,985 - 0,049757 \cdot N + 0,62271 \cdot B_p + 0,094375 \cdot V_p.$$

Отклонение экспериментальных и расчетных значений урожайности по вариантам опытов, как видно из рисунков 3 и 4, а также таблицы 4 находится в пределах 95% доверительного интервала (матрица rint), что свидетельствует о значительной точности уравнения регрессии и

возможности ее применения для прогноза урожайности от указанных факторов.

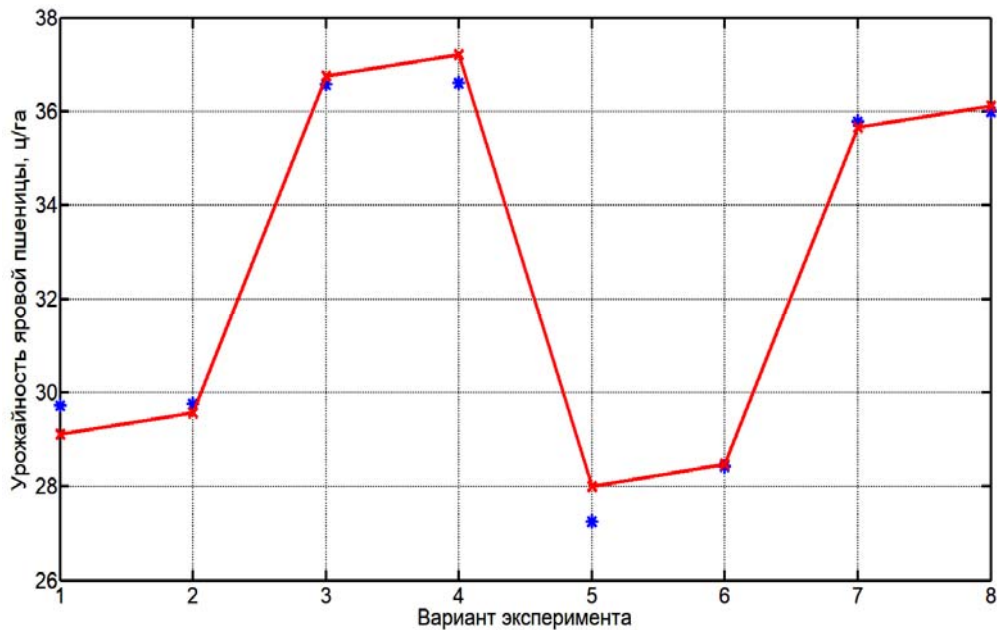


Рисунок 3 – Экспериментальные значения средней по повторностям урожайности в сопоставлении с полученными из уравнения регрессии

Проанализируем характер влияния выбранных факторов на урожайность яровой пшеницы. На рисунке 5 приведена зависимость урожайности яровой пшеницы от ширины захвата и рабочей скорости опрыскивателя. Из рисунка видно, что изменение ширины захвата опрыскивателя более интенсивно влияет на величину урожайности культуры, чем изменение рабочей скорости опрыскивателя.

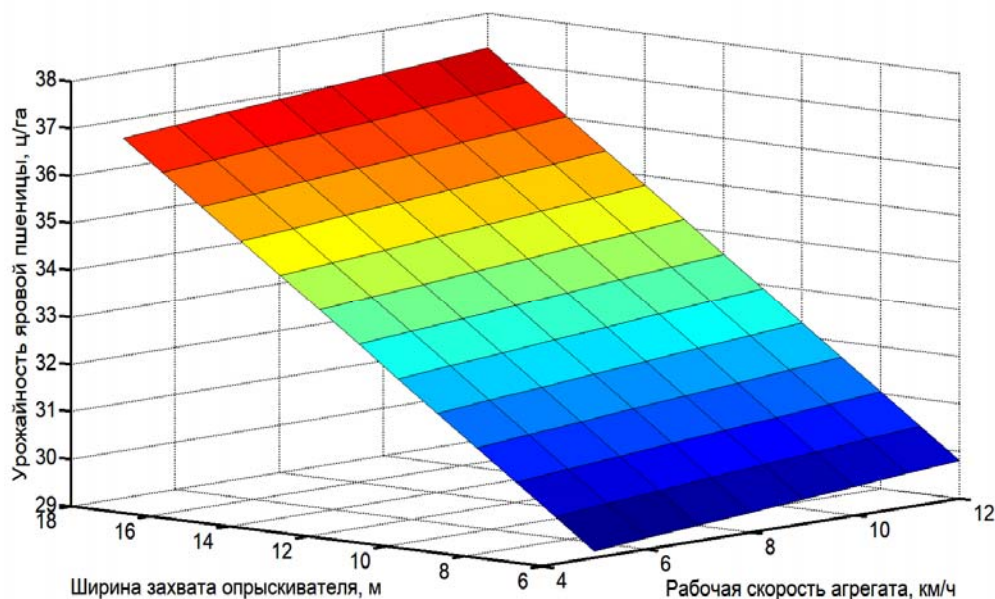


Рисунок 5 – Зависимость урожайности яровой пшеницы от скорости и ширины захвата опрыскивателя

Таблица 4 – Разница между экспериментальными и расчетными значениями функции и матрица rint

Экспериментальное значение функции Y	Расчетное значение функции Y_t	Разница между экспериментальными и расчетными значениями функции $Y - Y_t$ (r)	Значения 95% доверительного интервала для r (матрица rint)	
			нижний	верхний
29.72	29.143	0.57667	-0.28977	1.4431
29.40	29.143	0.25667	-0.64432	1.1577
29.65	29.143	0.50667	-0.36973	1.3831
29.76	29.521	0.23917	-0.66292	1.1413
29.80	29.521	0.27917	-0.62029	1.1786
29.30	29.521	-0.22083	-1.124	0.68233
36.58	36.616	-0.035833	-0.94499	0.87333
36.20	36.616	-0.41583	-1.3031	0.47145
36.61	36.616	-0.0058333	-0.91515	0.90348
36.60	36.993	-0.39333	-1.283	0.49629
36.90	36.993	-0.093333	-1.0016	0.81489
36.30	36.993	-0.69333	-1.54	0.15329
27.25	27.949	-0.69917	-1.5447	0.14636
26.90	27.949	-1.0492	-1.8073	-0.29102
27.60	27.949	-0.34917	-1.243	0.54467
28.43	28.327	0.10333	-0.80464	1.0113
28.70	28.327	0.37333	-0.51826	1.2649
28.31	28.327	-0.016667	-0.92595	0.89262
35.88	35.422	0.45833	-0.42414	1.3408
36.10	35.422	0.67833	-0.17107	1.5277
35.50	35.422	0.078333	-0.83022	0.98688
36.00	35.799	0.20083	-0.7034	1.1051
36.10	35.799	0.30083	-0.59702	1.1987
35.72	35.799	-0.079167	-0.9877	0.82937

величение ширины захвата от 6 м до 18 м ведет к снижению теряемой урожайности яровой пшеницы до 7 ц/га, тогда как рост скорости агрегата от 5 до 12 км/ч снижает потери урожайности до 1 ц/га.

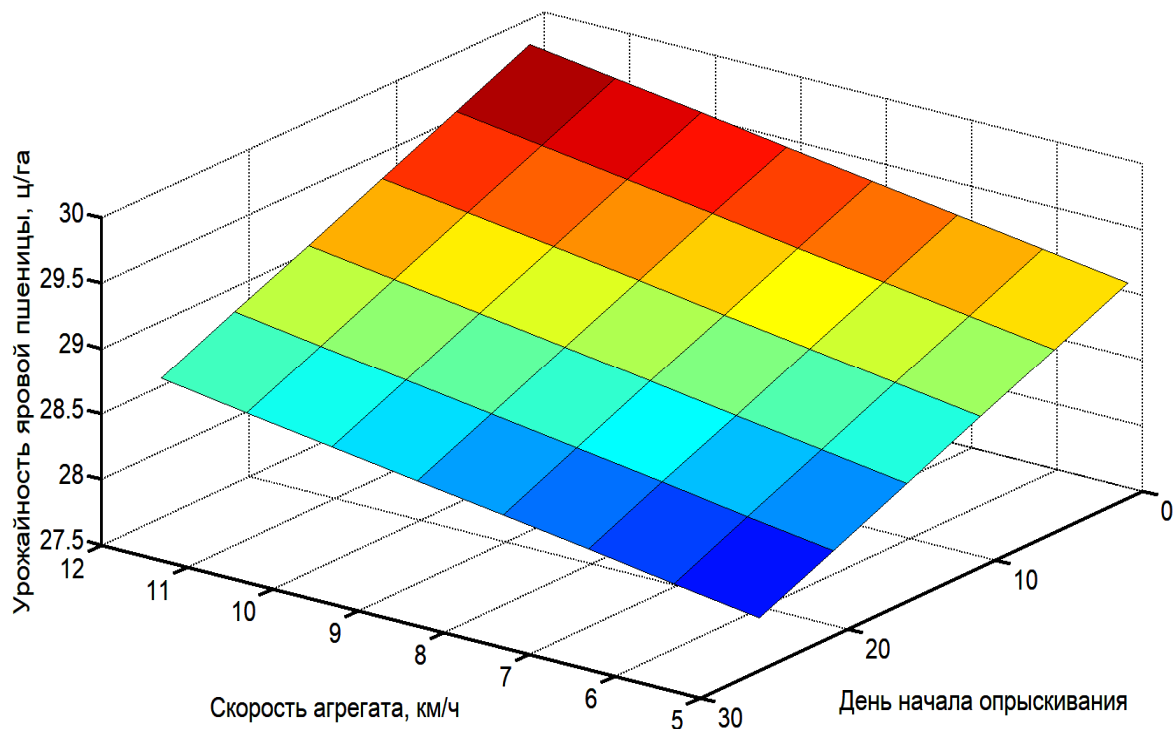


Рисунок 6 – Зависимость урожайности яровой пшеницы от скорости и дня начала опрыскивания

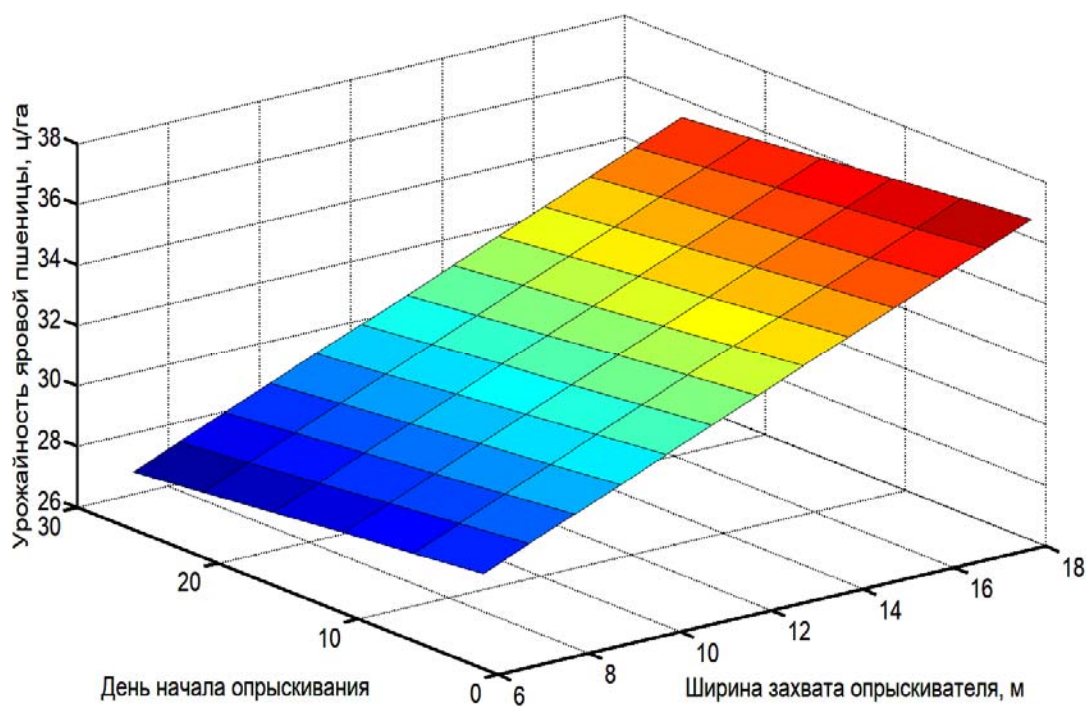


Рисунок 7 – Зависимость урожайности яровой пшеницы от дня начала опрыскивания и ширины захвата опрыскивателя

Как видно из рисунков 6 и 7 затягивание сроков обработки посевов ведет к снижению урожайности.

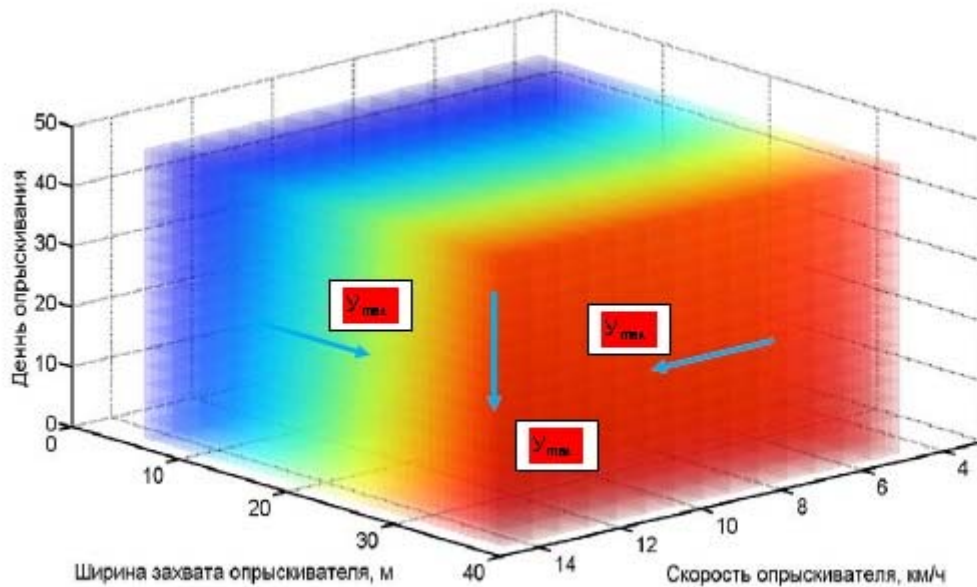


Рисунок 8 – Зависимость урожайности яровой пшеницы от скорости, ширины захвата опрыскивателя и дня начала опрыскивания (границы куба)

На рисунке 8 приведен график одновременного влияния на урожайность яровой пшеницы трех изучаемых факторов. Три плоскости поверхности куба показывают влияние на урожайность скорости опрыскивателя, ширины захвата агрегата и день начала опрыскивания. Синий цвет поверхности куба означает – низкую урожайность, а красный цвет поверхности означает высокую урожайность.

Выводы.

1. Проведенные лабораторно-полевые опыты показали влияние ширины захвата, рабочей скорости прицепного опрыскивателя и срока проведения технологической операции на величину потерь урожая яровой пшеницы.

2. По результатам экспериментальных данных получено уравнение регрессии зависимости урожая от перечисленных факторов. Коэффициент множественной корреляции равен 0,99, а критерий Фишера равен 530 и многократно превышает табличное значение. Это свидетельствует о тесной связи выбранных факторов и формируемой урожайности яровой пшеницы. Коэффициенты уравнения по критерию Стьюдента статистически значимы.

3. Увеличение ширины захвата опрыскивателя от 6 до 18 м снижает потери урожайности на 7 ц/га, рост скорости и сокращение срока выполнения технологической операции снижает потери урожая, однако их влияние менее интенсивное, чем влияние ширины захвата.

Литература

1. Технические средства для химической защиты растений: состояние и перспективы развития / А. С. Дорохов, И. А. Старостин, А. В. Ещин, Р. К. Курбанов // *Агроинженерия*. – 2022. – Т. 24. – № 3. – С. 12-18. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-3-12-18. – EDN RRTVHW.
2. Бекеев, А. Х. Инновационное решение по совершенствованию опрыскивателей / А. Х. Бекеев, К. С. Айбатыров, Р. Д. Умаров // *Результаты современных научных исследований и разработок: Сборник статей победителей Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 января 2017 года / Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева*. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 77-80. 3. К вопросу определения грузоподъемности основного бака полуприцепного опрыскивателя / А. П. Дьячков, Н. П. Колесников, В. А. Следченко [и др.] // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 1(48). – С. 56-63. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2016.1.56. – EDN VWVERT.
4. Хафизов, К. А. Методика расчета МТА по критерию "совокупные энергозатраты" / К. А. Хафизов // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. – 2006. – № 3. – С. 46-51. – EDN KWPNBX.
5. Хафизов, К. А. Результаты многофакторного эксперимента по определению зависимости максимального давления колес трактора на почву от параметров трактора и физико-механических свойств почвы. Анализ уравнений / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 99-103. – DOI 10.12737/article_592fc87648e2b5.265449766. Хафизов, К. А. Контроль переуплотнения почвы в ресурсосберегающем земледелии: Методические рекомендации / Р. И. Сафин, К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, Р. Н. Хафизов [и др.] ; Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – 48 с.
7. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42.
8. Rationale for Measurements to be Selected for Tractors to Perform Agricultural Activities Differing in Energy Intensity / K. A. Khafizov, R. N. Khafizov, A. A. Nurmiev, S. A. Sinitsky // *BIO Web of Conferences: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года*. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00138. – DOI 10.1051/bioconf/20213700138.
9. Булгариев, Г.Г. Особенности бороздообразователей комбинированных сошников сеялок и картофелесажалок / Г.Г. Булгариев, Р.Р. Хамитов, Г.В. Пикмуллин // *Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции*,

Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 147-151.

10. Мудров, А.Г. Устройства для первичной обработки изделий /А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 70-74.

11. Патент № 2494589 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/18, А01В 49/02. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы: № 2012107299/13: заявл. 28.02.2012: опубл. 10.10.2013 / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

12. Патент на полезную модель № 144421 U1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20. Рабочий орган окучника: № 2014119238/13: заявл. 13.05.2014: опубл. 20.08.2014 /Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, Т.А. Зимагулов, И.С. Мухаметшин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

13. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

14. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

15. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 631.348.4

Нурмиев Азат Ахиарович

Старший преподаватель

Казанский государственный аграрный университет, Казань

azat-nurmiev@mail.ru

Залаков Наиль Ринатович

Соискатель

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Nail.Zalakov@tatar.ru

Утяшев Эдуард Павлович

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет, Казань

rom0991@list.ru

Хафизов Камиль Абдулхакович

Доктор технических наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, Казань

fts-kgau@mail.ru

Хафизов Рамиль Наилович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ramilajz@mail.ru

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ И ЗАДАЧИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ИХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ

Аннотация. В статье рассматриваются тенденции развития опрыскивателей для защиты растений. Эти тенденции связаны с повышением производительности агрегатов, защитой окружающей среды, снижением денежных затрат на их использование, повышением качества выполнения технологической операции за счет совершенствования конструкции опрыскивателей, увеличения ширины захвата агрегатов, объема емкостей, автоматизации контроля качества работы агрегатов, точного перемещения по полю, точного (дифференцированного) внесения ядохимикатов с использованием цифровых карт засоренности полей, улучшения эргономических свойств опрыскивателей, использования технологий качественного распыливания ядохимикатов и др. Однако, на сегодня отсутствует методика расчета (оптимизации) параметров и режимов работы опрыскивателей с учетом их влияния на формируемый урожай культурных растений. В статье делается вывод об актуальности проведения указанного исследования, что будет иметь теоретическую и практическую значимость для экономики аграрного производства и страны в целом

Ключевые слова: Машинно-тракторный агрегат, опрыскиватель, параметры опрыскивателя, режим работы, потери урожая, математическая модель.

Azat A. Nurmiev

Senior lecturer

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

azat-nurmiev@mail.ru

Nail R. Zalakov

Applicant

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Nail.Zalakov@tatar.ru

Eduard P. Utyashev

Graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

rom0991@list.ru

Camil A. Khafizov

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

fts-kgau@mail.ru

Ramil N. Khafizov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ramilajz@mail.ru

SPRAYER TRENDS AND CHALLENGES IMPROVEMENT OF METHODS FOR CALCULATION OF THEIR PARAMETERS AND OPERATING MODES

Abstract. The article discusses the development trends of sprayers for plant protection. These trends are associated with an increase in the productivity of units, environmental protection, a decrease in monetary costs for their use, an increase in the quality of the technological operation by improving the design of sprayers, increasing the width of the units, increasing the volume of containers, automating the quality control of the units, precise movement across the field, (differentiated) application of pesticides using digital maps of field weediness, improving the ergonomic properties of sprayers, using technologies for high-quality spraying of pesticides, etc. However, today there is no method for calculating (optimizing) the parameters and operating modes of sprayers, taking into account their influence on the formed crop of cultivated plants. The article concludes about the relevance of this study, which will have theoretical and practical significance for the economy of agricultural production and the country as a whole.

Keywords: Machine-tractor unit, sprayer, sprayer parameters, operating mode, crop losses, mathematical model.

Введение.

В связи с массовым переходом на энергосберегающие технологии [1-3] актуальной становится борьба с сорной растительностью и вредителями культурных растений. Для защиты растений используют опрыскиватели, которые должны быть надежными, высокопроизводительными и удобными в эксплуатации. Одновременно с этим данная техника должна быть точной, позволяющей вносить необходимое количество гербицидов, фунгицидов и инсектицидов с максимальной эффективностью при минимальном расходе ядохимикатов [4,5]. Аграрное производство превратилось в бизнес, а задача бизнеса получать максимальную прибыль при непрерывном росте урожайности культур и непрерывном снижении затрат на производство [6-9].

Одним из путей повышения урожайности является улучшение качества защиты растений и правильное управление защитой растений [10-11]. Правильно подобранные опрыскиватели, отвечающие современным, высокопроизводительным технологиям, помогают в решении вопросов сокращения затрат и повышения урожайности зерновых и других культур. При этом весьма актуальной остается задача обеспечения экологической безопасности использования ядохимикатов и минимизации их негативного влияния на окружающую среду.

Условия, материалы и методы исследования.

Для работы над статьей применялись материалы из открытых российских и зарубежных периодических изданий, и баз данных, собственные наработки в исследовании машинно-тракторных агрегатов. Использованные методы исследования – абстрактно-логический, сравнительно-аналитический, а также системный анализ и синтез.

Анализ и обсуждение результатов.

Тенденции развития современных опрыскивателей идут в следующих направлениях [12-14], см. рисунок 1:

1) Повышение качества внесения рабочей жидкости благодаря совершенствованию конструкций машин в целом и ее основного рабочего органа – штанги с распылителями, а также внедрению средств автоматизации управления технологическим процессом (использование элементов системы точного земледелия таких как автопилотирование с использованием ГИС, дифференцированное внесение ядохимикатов на основе цифровых карт полей и т.д.), переход на интеллектуальные системы защиты растений;

2) Обеспечение высокопроизводительной и надежной работы путем увеличения ширины захвата, вместимости рабочих баков, оптимизации скоростных режимов, улучшения качества изготовления деталей и узлов, широкого использования электронных средств контроля

состояния узлов и агрегатов, а также качества выполнения технологического процесса;

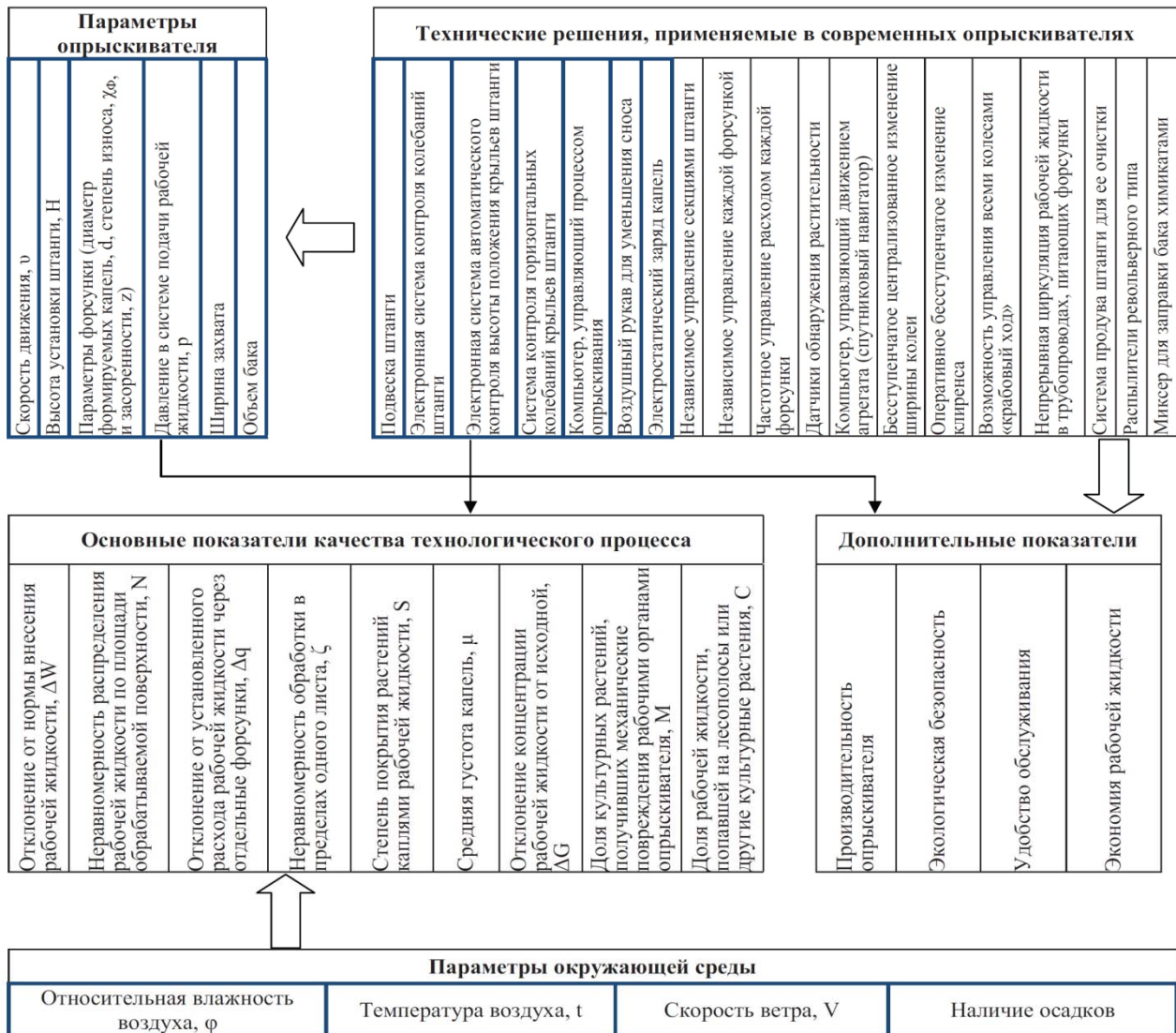


Рисунок 1 - Параметры и технические решения, влияющие на показатели качества технологического процесса химической обработки растений [14]:

— параметры и технические решения, в наибольшей степени влияющие на показатели качества технологического процесса

3) Снижение экологической нагрузки на окружающую среду благодаря совершенствованию технологий опрыскивания, дозированного и адресного внесения химических средств защиты, систем промывки, использования новых конструкционных материалов для снижения массы машин и оснащения ходовой части шинами со сниженным давлением на почву.

Современные опрыскиватели производятся в нескольких вариантах - навесными, прицепными и самоходными. Каждый из них обладает как

преимуществами, так и недостатками. Рассмотрим основные рабочие параметры опрыскивателей.

Навесные опрыскиватели состоят из - сцепного устройства, рамы, бака, насоса, устройства для промывки, штанги, распылителей и др. Основными рабочими параметрами являются - емкость бака которая варьируется от 400 до 1800 л. и ширина захвата штанги, которая доходит до 28 метров.

Прицепные опрыскиватели оснащены различными элементами регулировок, контрольно-измерительными устройствами, это все позволяет легко контролировать рабочие процессы опрыскивателя. Функциональная особенность прицепных опрыскивателей, это кольцевое исполнение распределительного трубопровода, что позволяет в момент начала опрыскивания получать правильную концентрацию рабочего раствора, а также равномерного распределения давления в системе, что обеспечивает равномерный распыл рабочей смеси. Главным плюсом прицепных опрыскивателей, это возможность перемещения прицепных по дорогам общего пользования, скорость транспортировки от 40 до 50 км/ч, это благоприятно сказывается на сохранении агросроков при перегоне. У прицепных опрыскивателей ширина захвата доходит до 45 м, объем бака изменяется в пределах от 2000 до 7000 л.

Самоходные опрыскиватели - автономные, высокопроизводительные машины, главный минус которых заключается в высокой стоимости. Сфера их применения полив и удобрение посевных площадей от 1 тыс. га.

Для работы с тракторами на масштабных посевных территориях используются обычно опрыскиватели с большими резервуарами.

Таким образом, для повышения эффективности использования штанговых опрыскивателей нужно исследование трех основных проблем [15- 17]:

- 1) повышение эффективности использования опрыскивателей как машинно-тракторных агрегатов в реальных условиях эксплуатации;
- 2) повышение эффективности распыляемых пестицидов;
- 3) повышение экологической безопасности.

Для решения данных проблем нужно исследовать следующие субъекты, участвующие в процессе:

- 1) опрыскиватель, как машинно-тракторный агрегат;
- 2) рабочий раствор пестицида;
- 3) окружающую среду, характеризующуюся состоянием почвы, температурой, влажностью, характером движения и скоростью воздушных потоков;
- 4) целевой объект обработки (культурное растение), характеризующийся пространственным расположением, свойством поверхности и т.д.

Рассмотрим кратко основные направления совершенствования опрыскивателей в разрезе поставленных проблем.

Для решения данных проблем разработана теория по использованию опрыскивателей как МТА, направленная на повышения эффективности опрыскивателей и проверенная на практике [15]. При этих исследованиях в качестве критерия оптимизации принимается минимум приведенных затрат [18] и учитываются такие факторы как - природно-климатические условия, форма хозяйствования, энергетические, кинематические, технологические, прочностные особенности агрегатов и т.д.

Благодаря результатам этих исследований в мире появился большой спектр различных модификаций опрыскивателей. Современные опрыскиватели можно использовать с тракторами разного класса тяги. Это позволяет использовать их для решения задач с учетом множества факторов внешней среды.

В России используются опрыскиватели, как отечественных производителей, так и зарубежных. К высокопроизводительным можно отнести отечественные опрыскиватели: «Сумо-24», «Туман», ОП-24, широкозахватные прицепные опрыскиватели: «Супер 2500», «ОПП-27570», «ОП-24 Ураган», «ОПШ-3-24», зарубежные: «Альбатрос 65», «Hardi Commander», и др.

Для хозяйств с небольшими площадями полей используют опрыскиватели с объемами бака от 220 л и шириной захвата от 5 до 28 метров, такие опрыскиватели как: «ОН-220/5», а также «ОП-2500-28». Производительность таких опрыскивателей в основном составляет от 5 до 20 га/ч.

В настоящее время на опрыскивателях для повышения эффективности их эксплуатации могут использоваться такие системы как отключение отдельных секций штанги, контроль и изменения норм расхода рабочей жидкости, изменение давления шин, гидравлические механизмы позволяющие переводить опрыскиватель в рабочее или транспортное положение, предохранительные системы, системы контроля и сигнализации и т.д. Такие конструктивные решения позволяют повысить эффективность использования и снизить эксплуатационные затраты.

Можно выделить следующие направления развития штанговых опрыскивателей для улучшения их эксплуатационных свойств:

- 1) Снижение количества вносимых пестицидов, фунгицидов, гербицидов путем перехода на мало и ультрамалообъемное опрыскивание.

- 2) Снижение потерь химических веществ путем применения различных технологий таких как - использование защитных кожухов, пористых экранов, воздушных завес, турбопенного и пневмогидравлического способов опрыскивания, электрозарядки капель.

3) Введение систем оперативного контроля и управления технологическим процессом и др.

Однако, несмотря на непрерывное конструктивное и технологическое улучшение опрыскивателей [14, 17, 18], нерешенной остается проблема влияния параметров и режимов работы их работы на формируемый урожай зерновых и других культур.

Хотя тенденция увеличения ширины захвата опрыскивателей вызвана необходимостью снижения негативного влияния агрегатов на урожайность культур, в литературе не встречается теории опрыскивателей, которая комплексно описывает связь между параметрами опрыскивателей, режимами их работы и величиной теряемого урожая [19- 21].

Поэтому разработка математической модели работы опрыскивателей, с учетом влияния их параметров и режимов работы на формируемый урожай представляет научный и практический интерес.

Выводы.

1. Конструкции опрыскивателей непрерывно совершенствуются, имеется устойчивая тенденция автоматизации контроля качества работы и управления машинно-тракторным агрегатом, широкое использование электронных средств для повышения эксплуатационных свойств опрыскивателей.

2. Однако до настоящего момента отсутствует теория влияния параметров и режимов работы опрыскивателей на величину формируемого урожая. Нет приемлемой математической модели машинно-тракторных агрегатов, позволяющей подобрать оптимальные их параметры на опрыскивании (ширину захвата, размер емкости, параметры движителей и др.) и оптимальные режимы их работы (рабочую скорость, способы движения и др.).

3. Создание математической модели работы опрыскивателей с учетом влияния их параметров и режимов работы на формируемый урожай является актуальной задачей.

Литература

1. Технологии энергосбережения в сельском хозяйстве / <https://energo-audit.com/tehnologii-v-selskom-hoziaystve> (Дата обращения 8 октября 2022 г.).

2. Хафизов К.А. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / Хафизов К.А., Зиганшин Б.Г., Валиев А.Р., Семушкин Н.И. - Казань, 2009. Том Часть 1. - 362 с.

3. Хафизов К.А. Определение потерь урожая и направления их снижения от уплотнения ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов по уходу за растениями / Фёдоров Р.Н., Хафизов К.А.// Вестник Казанского

государственного аграрного университета. 2009. Т. 4. № 4 (14). С. 152-155.

4. Рекомендации по технологии опрыскивания полевых культур / <https://www.syngenta.kz/rekomendacii-po-tehnologii-opryskivaniya-polevyh-kultur> (Дата обращения 8 октября 2022 г.).

5. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: науч. анализ. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с.

6. 30 бизнес-идей в сельском хозяйстве, которых нет в России // <https://www.openbusiness.ru/biz/business/biznes-idey-i-startapy-v-selskom-khozyaystve/?ysclid=la8oxfojne306320805> (Дата обращения 8 октября 2022 г.).

7. Михайлушкин, П. В. Модернизация аграрного производства России: инновационный аспект / П. В. Михайлушкин, А. А. Баранников. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2012. — № 8 (43). — С. 129-134. — URL: <https://moluch.ru/archive/43/5251/> (дата обращения: 09.11.2022).

8. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77. – EDN ONEIKL.

9. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107. – EDN NBJOST.

10. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ / Сборник материалов конференции 12—14 ноября 2018, Екатеринбург. – 198 с.

11. Защита растений в условиях перехода к точному земледелию = Plant protection in the transition to precision farming: материалы междунар. науч. конф. (аг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2021 – 204 с. ISBN 978-985-596-930-4.

12. Юданова, А. В. Особенности конструкции современных машин для защиты растений. (ФРГ) / А. В. Юданова // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2001. – № 1. – С. 220. – EDN ECFLYB.

13. Вернер, Е. А. Современное состояние и тенденции развития полевых опрыскивателей. (ФРГ) / Е. А. Вернер // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2006. – № 2. – С. 547. – EDN HUSZQX.

14. Технические средства для химической защиты растений: состояние и перспективы развития / А. С. Дорохов, И. А. Старостин, А. В. Ещин, Р. К. Курбанов // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24. – № 3. – С. 12-18. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-3-12-18. – EDN RRTVHW.

15. Lechler. Теория и практика опрыскивания / И.А. Редкозубов [и др.]. – Lechler, 2010. – 19 с.
16. Направления повышения качества внесения пестицидов в ветреную погоду / И.С. Крук [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. - 2022. – Т. 60. – № 3. – С. 320-331.
17. Константинов, М.М. Техничко-экономическое обоснование ширины захвата штангового опрыскивателя / М.М. Константинов, Е.С. Петренко // Известия ОГАУ, 2018. – № 1(68). – С.122-125
18. Опрысківателі. Основні тенденції розвитку опрысківателів / https://itexn.com/1548_opryskivateli-osnovnye-tendencii-razvitija-opryskivatelej.html?ysclid=la8s78f87y233135023 (Дата обращения 8 октября 2022 г.).
19. Хафизов, К. А. Методика расчета МТА по критерию "совокупные энергозатраты" / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 3. – С. 46-51. – EDN KWPNBX.
20. Хафизов, К. А. Результаты многофакторного эксперимента по определению зависимости максимального давления колес трактора на почву от параметров трактора и физико-механических свойств почвы. Анализ уравнений / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 99-103. – DOI 10.12737/article_592fc87648e2b5.26544976. – EDN YPLNDX.
21. Хафизов, К. А. Оптимизация параметров и режимов работы МТА на основе энергетического анализа / К. А. Хафизов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 7. – С. 32-34. – EDN KXMITN.
22. Синицкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Синицкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.

© Нурмиев. А.А., Залаков Н.Р., Утяшев Э.П., Хафизов К.А.,
Хафизов Р.Н., 2022

УДК 629.3

Галиаскаров Ильдар Аскарович*Аспирант**Казанский государственный аграрный университет, Казань*ildrldr88@yandex.ru**Матяшин Александр Владимирович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*alex.matyashin@yandex.ru**Халиуллин Фарит Ханафиевич***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*nzrg555@mail.ru

ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. на сегодняшний день метод безразборного исследования двигателей внутреннего сгорания является одним из наиболее перспективных методов оценки его технического состояния. Этот метод позволяет значительно снизить трудоемкость диагностического процесса и в то же время повышает его надежность. В статье предлагается обзор методов диагностирования двигателя.

Ключевые слова: диагностики двигателя, безразборный метод, диагностические параметры.

Ildar A. Galiaskarov*Graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*ildrldr88@yandex.ru**Alecsandr V. Matyashin***Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*alex.matyashin@yandex.ru**Farit Kh. Khaliullin***Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*nzrg555@mail.ru

REVIEW OF DIAGNOSIS METHODS FOR AUTOTRACTOR ENGINES

Annotation. To date, the method of in-place research of internal combustion engines is one of the most promising methods for assessing its technical

condition. This method can significantly reduce the complexity of the diagnostic process and at the same time increase its reliability. The article offers an overview of methods for diagnosing an engine.

Keywords: enginediagnostics, CIPmethod, diagnosticparameters.

На сегодняшний день доступны множество методов диагностики двигателей внутреннего сгорания различных машин, предназначенные для выявления и прогнозирования поломок силового агрегата. Классификация методов диагностирования показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация методов диагностирования

Традиционный разборный метод подразумевает собой разборку двигателя или отдельной его части для последующего замера геометрических характеристик его трущихся узлов и поиска следов износа, а также визуальной оценки состояния узлов агрегата.

Примером такого метода служит демонтаж топливных форсунок для проверки параметров впрыска на специальном оборудовании. В некоторых случаях разборный метод требует не полной разборки, а лишь части диагностируемого двигателя, к такому случаю можно отнести проверку состояния камеры сгорания и стенок цилиндров на наличие задиров, трещин и нагара с помощью специальных эндоскопов. С помощью эндоскопов можно визуально оценить внутренности двигателя

через отверстия слива/залива технических жидкостей. Очевидно, что даже частичная разборка требует много времени и физического вмешательства. Безразборный метод требует намного меньше времени и усилий по сравнению с разборными, поэтому является перспективным направлением развития [1, 2].

Существует множество различных методов диагностики двигателя без разборки. Возьмем виброакустический метод (ВА). Метод основан на получении виброакустических параметров двигателя с помощью датчиков и их анализе. Анализируя показания датчиков и сравнивая их с нормальными показателями, можно обнаружить отклонения от нормы, свидетельствующие об изменениях в работе двигателя, вызванных неисправностями. Этот метод имеет ряд преимуществ [3-5]:

- Возможность раннего обнаружения и прогнозирования ошибок;
- Прогнозирование времени до капитального ремонта и объема ремонтных работ;
- Мобильность виброакустического оборудования.

Недостатками этого метода являются более высокие требования к обработке сигналов датчиков [6], сложность извлечения сигналов [7] и ограничения в применении преобразований Фурье для нестационарных процессов. В некоторых моделях двигателей в конце переходных процессов возникают дополнительные кратковременные колебания, которые негативно влияют на результаты анализа. Существуют решения, которые исключают колебательную часть сигнала, соответствующую нестационарному процессу, для применения диагностики ВУ в нестационарных режимах двигателя, но двигатели сельскохозяйственных машин работают в нестационарных режимах в 90% случаев [8], поэтому этот метод в данном случае неприменим.

Суть метода теплового расчета заключается в измерении температуры двигателя и анализе процесса теплопередачи. Знание температурных характеристик каждой детали двигателя позволяет выявить неисправности в системе охлаждения, определить места повышенного трения и выявить скрытые внутренние дефекты двигателя. С помощью тепловизионной камеры можно получить подробные термограммы. Существуют также аналогичные методы, такие как лазерный контроль с применением специального флуоресцентного вещества или с помощью специального эндоскопа [9,10]. Тепловые и лазерные методы контроля имеют ограниченное применение при диагностике двигателей внутреннего сгорания, поскольку теплопередача - длительный процесс кроме того, необходимо контролировать другие параметры двигателя.

Состояние двигателя также можно определить по составу и температуре отработавших газов. По коэффициенту избытка воздуха оценивается максимально допустимый износ деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Сложность прогноза остаточного

ресурса и отсутствие возможности оперативной диагностики двигателя являются недостатком данного метода, однако проверка расхода картерных газов при этом является частным случаем. Так же недостатком является то, что данный метод оценивает только состояние ЦПГ, но не всего двигателя.

Еще одним интересным способом оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания является мониторинг концентрации продуктов износа. Моторное масло является носителем информации о техническом состоянии двигателя, так как в нём накапливаются продукты износа во время работы двигателя.

Для оценки технического состояния цилиндров также применяются такие показатели, как расход масла на выгорание, и, если возможен правильный учет, можно определить тип требуемого ремонта [11, 12]. Поскольку расход масла от начала работы двигателя до капитального ремонта увеличивается в 3-5 раз, и варьируется в зависимости от условий эксплуатации двигателя, эксплуатация машины в тех же условиях, которые невозможны при сельскохозяйственных работах, необходима для оценки технического состояния двигателя по расходу масла.

Состояние ЦПГ также определяют по давлению в камере сгорания в конце сжатия, но метод является не точным, так как при изношенном двигателе расходуется моторное масло, тем самым компенсируя зазоры изношенной ЦПГ [13]. К тому же давление в камере сгорания зависит от герметичности клапанов ГРМ и увеличивается с повышением оборотов.

Такие же недостатки характерны и для метода оценки технического состояния ЦПГ по скорости падения давления и разряжения в камере сгорания [14], в котором также используется пневмотестер.

Износ ЦПГ можно оценить методом измерения количества прорывающихся в картер газов [15]. Изношенный ЦПГ на холостом ходу пропускает в картер двигателя 2...4 раза больше газа чем исправный, а в режиме максимальной нагрузки в 5...7 раз. Данный метод не позволяет определить неисправность отдельного цилиндра двигателя, к тому же из-за утечек газа через сальники не даёт точных показаний.

В ремонтных предприятиях пользуются прибором ИМД-Ц. Устройство предназначено для оценки эффективной мощности как всего ДВС, так и отдельного цилиндра, а также оценивает условную мощность, механические потери и крутящий момент при номинальной мощности. ИМД-Ц работает на основе считывания оборотов коленчатого вала и его углового ускорения [16]. Аналоговый сигнал с датчиков преобразовывается в цифровой и результаты замеров выводятся на специальный экран.

Из-за удобства реализации в технической диагностике применяется метод анализа гармонического ряда по Фурье. Суть метода состоит в определении главной гармоники и выявлении спектров амплитуд и

частот, при котором становится возможным получение спектра исследуемого сигнала и идентификация неисправности [17]. Анализ способом Фурье является хорошо известным методом, но имеет свои слабые стороны, основные из них являются:

1. Нет возможности анализировать по времени возникновения и форме амплитуд, невысокий уровень информативности, возможности по очистке от ненужных шумов слабы;

2. Из-за необходимости построения громоздких цифровых рядов гармонические построения Фурье не могут правильно отражать форму сигналов имеющих большую крутизну гармоник;

В связи с тем, что метод анализа ряда Фурье имеет большое количество недостатков, часто применяется метод вейвлет-анализа параметров ДВС. Данный метод не имеет недостатков вышеуказанного метода и является его более совершенной альтернативой который включает в себя более гибкую технику обработки сигнала. Метод вейвлет-анализа является более детальным и масштабированным по времени или по аргументу пространства представлением сигналов. В отличии от преобразований Фурье, после преобразования одновременных сигналов вейвлет-преобразование обеспечивает их двухмерное представление, а координата и частота рассматриваются независимо друг от друга, что позволяет проводить анализ сигналов в двух измерениях.

При диагностике технического состояния двигателей как тракторов, автомобилей, железнодорожной техники, так и авиационной техники часто применяется метод основанный на формуле Байеса [18]. Метод простой и эффективный, но имеет свои недостатки как «угнетение» редко встречающихся диагнозов и большой объём предварительной информации. Когда объём статистических данных достаточен, рекомендуется применить именно этот метод, так как он является одним из самых надёжных и эффективных.

Также для прогнозирования поломок двигателя пользуются алгоритмом Байеса. Алгоритм Байеса является перспективным и удобным, так как для расчёта вероятности позволяет использовать как статическую информацию, так и результаты новых испытаний, и выдаёт довольно точные результаты.

Необходимо отметить, что наиболее широкое применение находит динамический метод оценки состояния двигателя. Данный метод не требует большой трудоёмкости, имеет высокую точность и относительно низкую стоимость измерительного оборудования, небольшой расход топлива при проведении испытаний и при этом высокую оперативность.

Исходя из рекомендации [19] послеремонтный технический ресурс двигателя определяется состоянием цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма, именно поэтому данные механизмы являются основным объектом диагностирования. В свою очередь состояние остальных систем, таких как системы питания и

воздухоподачи, оцениваются для предотвращения воздействия неисправности на характеристики, определяющие состояние основных механизмов (ЦПГ и КШМ).

Выводы:

Для периодического диагностирования силовых агрегатов транспортных с целью профилактики, прогнозирования и выявления поломок необходимо иметь специальное оборудование и методики проведения анализов. Метод диагностики должен иметь высокую оперативность, малую трудоёмкость и стоимость измерительного оборудования, а также высокую информативность. Опираясь на данные условия можно сделать вывод, что наиболее предпочтительным является динамический метод.

Литература

1. Дуглас В. Л., Эдсон Л. Д., Сидней А. Г. Анализ крутильных колебаний двигателей в динамометре Предварительный просмотр воздействий при калибровке диска сцепления// Материалы Конференция: SAE 2004 Том: 2004-01-3247, doi: 10.4271 / 2004-01-3247
2. Дегтярева Т.С., Сурков Г.С. Реализация и сравнение методов расчета частот собственных крутильных колебаний в поршневых компрессорах//Известия высших учебных заведений. Машиностроение 11(716) 2019. с 19-25
3. Анджей Грзондзела, Богдан Поява и Петр Шимах. Анализ действия вязкого демпфера крутильных колебаний коленчатого вала на основе поперечной вибрации блока цилиндров //Явления твердого тела (том 236) с.145-152, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.236.145>
4. Кан Шао, Чанг Вен Лю, Фонг Ронг Би, Сиань Фэн Ду, Ся Ван, Цзюнь Хун Чжан Вибрационное моделирование дизельного двигателя на основе динамики нескольких тел// Прикладная механика и материалы. тома 97-98 с. 706-711 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.97-98.706>
5. Wojciech Homik Torsionalvibration silencersused in vessels propulsion system// Scientific Journals Maritime University of Szczecin Zeszyty Naukowe Akademia Morska w Szczecinie 2014, 40(112) pp. 9–16
6. Ся Юаньфэн, Хунчэн Ли, Сюн Тянь, Хунъин Ван Анализ методом конечных элементов на кручение крутильных колебаний трансмиссии для разработки транспортного средства с трансмиссией передних колес// Конспект лекций по электротехнике 201: 55-72 doi: 10.1007 / 978-3-642-33832-8-5
7. Тверсков Б.М. Снижение жесткости демпфера - как способ устранения опасных колебаний трансмиссии // Автомобильная промышленность 2010, № 03, с. 11-13
8. А.В. Стручков, А.А. Климов, Т.Т. Ереско Экспериментальные исследования крутильной податливости элементов трансмиссии // Системы. Методы. Технологии 2016 No 1 (29) с. 33-39 doi: 10.18324/2077-

5415-2016-1-33-39

9. Troy Feese P.E., Charles Hill. Guidelines for preventing torsional vibration problems in reciprocating machinery. San Antonio, Texas, 2002.-45p.
10. Wang Y., Lim T. C. Prediction of torsional damping coefficients in reciprocating engine/Journal of sound and vibration. The university of Alabama, 2000, p.710-719.
11. Техническая эксплуатация автомобилей / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов [и др.] – М.: Наука, 2001. – 535с.
12. Бышов, Н. В. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокырев [и др.] // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. –Краснодар: КубГАУ, 2012. –№07(081). С.480-490. IDA [arcticl ID]: 0811207036. –Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>, 0,688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,266.
13. Бышов, Н. В. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники. Совершенствование системы диагностирования / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, А. И. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. А. Юхин, К. А. Жуков, С. Н. Гусаров // ФГБОУ ВПО РГАТУ, Рязань, 2013. - 41,5 усл. печ.л.
14. Халиуллин, Ф. Х. Обоснование выбора диагностических параметров энергетических установок мобильных машин / Ф. Х. Халиуллин, И. Р. Ахметзянов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2014. - № 2. - С. 72.
15. The thermodynamic calculation of offset shafts rotary engine ideal cycle with external heat supply/Khafizov C.A., Usenkov R.A., Khalyullin F.K., Latypov R.A.//International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2019. Т. 9. № 4. С. 1109-1116.
16. Федоров, Д. В. Повышение точности диагностирования механизма газораспределения ДВС динамическим методом. Дисс. на соис. канд. техн. наук, Саратов, 2014. –145 с.
17. Халиуллин, Ф. Х. Методика оценки экологических показателей ДВС мобильных машин при неустановившихся режимах работы / Ф. Х. Халиуллин, А. М. Амиров / Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2011. - Т.6. - № 4(22). - С. 102-104.
18. Халиуллин, Ф. Х. Влияние условий функционирования автомобилей КамАЗ на их экономичность с учетом динамических характеристик двигателя / Автореферат дисс. на соискание уч. степени к. т. н. - Казань, 1992-16с.
19. Особенности использования алгоритма байеса для безразборной диагностики двигателей внутреннего сгорания/ Халиуллин Ф.Х., Халиуллин А.Ф., Ахметзянов И.Р., Гильмутдинов И.И.//Современные наукоемкие технологии. 2017. № 8. С. 75-80.

20. Синицкий, С. А. Разработка автоматизированного комплекса сбора и обработки данных при динамических исследованиях двигателя МТА / С. А. Синицкий, Р. Р. Лукманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 156-159.
21. Синицкий, С. А. Влияние нагрузки машинно-тракторного агрегата на показатели двигателя в условиях эксплуатации: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства", 05.04.02 "Тепловые двигатели": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Синицкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 19 с.

© Галиаскаров И. А., Матяшин А.В., Халиуллин Ф.Х., 2022

УДК 629.3

Караваяев Даниил Александрович*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*dmitriy-karavaev@inbox.ru**Халиуллин Фарит Ханафиевич***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*nzrg555@mail.ru

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ФОРСУНКИ С УЛУЧШЕННЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ CR

Аннотация. Проектирование конкурентоспособного дизельного двигателя внутреннего сгорания для мобильных транспортно-технологических машин, отвечающий современным требованиям, является сложной конструкторской задачей. Одним из таких сложных агрегатов двигателя внутреннего сгорания является электрогидравлическая форсунка системы топливопитания CommonRail. В статье рассматривается новая конструкция электрогидравлической форсунки с улучшенными динамическими характеристиками.

Ключевые слова: система топливопитания, форсунка, цикловая подача топлива.

Daniil A. Karavaev*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*dmitriy-karavaev@inbox.ru**Farit Kh. Khaliullin***Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*nzrg555@mail.ru

DEVELOPMENT OF AN ELECTRO-HYDRAULIC INJECTOR WITH IMPROVED DYNAMIC CHARACTERISTICS FOR THE CR DIESEL ENGINE POWER SYSTEM

Abstract. Designing a competitive diesel internal combustion engine for mobile transport and technological machines that meets modern requirements is a complex design task. One of the complex units of the engine is the electro-hydraulic nozzle of the CommonRail fuel supply system. The article discusses a new design of an electro-hydraulic nozzle with improved dynamic characteristics.

Keywords: fuel supply system, nozzle, cyclic fuel supply.

Система впрыска топлива аккумуляторного типа дизельного двигателя, по-видимому, является самой совершенной системой впрыска. Процесс впрыска топлива по системе common rail подает и распределяет топливо высокого давления через топливную магистраль к активной форсунке [1-3].

Использование этой системы позволяет максимально снизить расход топлива, выхлопных газов и шума во время работы двигателя.

Это одно из главных преимуществ аккумуляторной системы впрыска [4-6].

Это достигается за счет широкого диапазона регулировки давления и импульса впрыскиваемого топлива, а также за счет разделения процессов их генерации [7-9].

Недостатками конструкции сопла существующих аккумуляторных систем являются сложность конструкции [10-12] и снижение скорости движения сопла из-за большого числа гидравлических сопротивлений в проточном тракте сопла [12-14].

Была предложена конструкция [15] для повышения быстродействия регулирующего клапана форсунки за счет более эффективного использования гидравлической силы, действующей на регулирующий клапан форсунки, и в то же время упрощения конструкции дизельной форсунки.

Эта проблема решается за счет того, что дизельная форсунка включает в себя корпус форсунки и регулирующий клапан. Соленоид, якорь соленоида, Корпус регулирующего клапана, гайка регулирующего клапана, колпачок, сливной фитинг, пружина, пружина регулирующего клапана, фитинг подачи топлива, щелевой фильтр, распылительная игла, золотник, распылитель, форсунка, гайка, центрирующий штифт. Уплотнительный элемент, канал для подачи и слива топлива, где игла распылителя выполнена вместе с золотником, герметично соединен с регулирующим клапаном, а полость корпуса регулирующего клапана соединена с линией высокого давления и 2 отверстиями - с линией слива.

Техническим достижением данной конструкции является увеличение скорости регулирующего клапана форсунки, и, таким образом, увеличение скорости всей форсунки, упрощение конструкции форсунки и дальнейшее снижение веса распылительной иглы за счет оптимального использования гидравлических сил при работе регулирующего клапана [16-20].

Форсунка включает в себя основной корпус 1 (фиг. 1), корпус 25 регулирующего клапана, гайку 2 регулирующего клапана, колпачок 3, сливной кронштейн 4, соленоид 5, якорь соленоида 6, пружину 7, пружину 8 регулирующего клапана и кронштейн 9 подачи топлива. Слот фильтр 10, игла распылителя 12, интегрированная с золотником, распылитель 20,

гайка распылителя 14, центрирующие штифты 16, 17, уплотнительные элементы 11, 15, 18, 19, каналы подачи топлива (13, 21, 22) и сливные каналы (23, 24), регулирующий клапан 26. Полость корпуса регулирующего клапана соединена с линией высокого давления pos 2 отверстиями. Золотниковый клапан, состоящий из 21, 22 и поз, с двумя отверстиями для сливной линии 24, 23. 12 и 26 управляется как электрическим, так и гидравлическим способом, который непосредственно поднимает иглу распылителя.

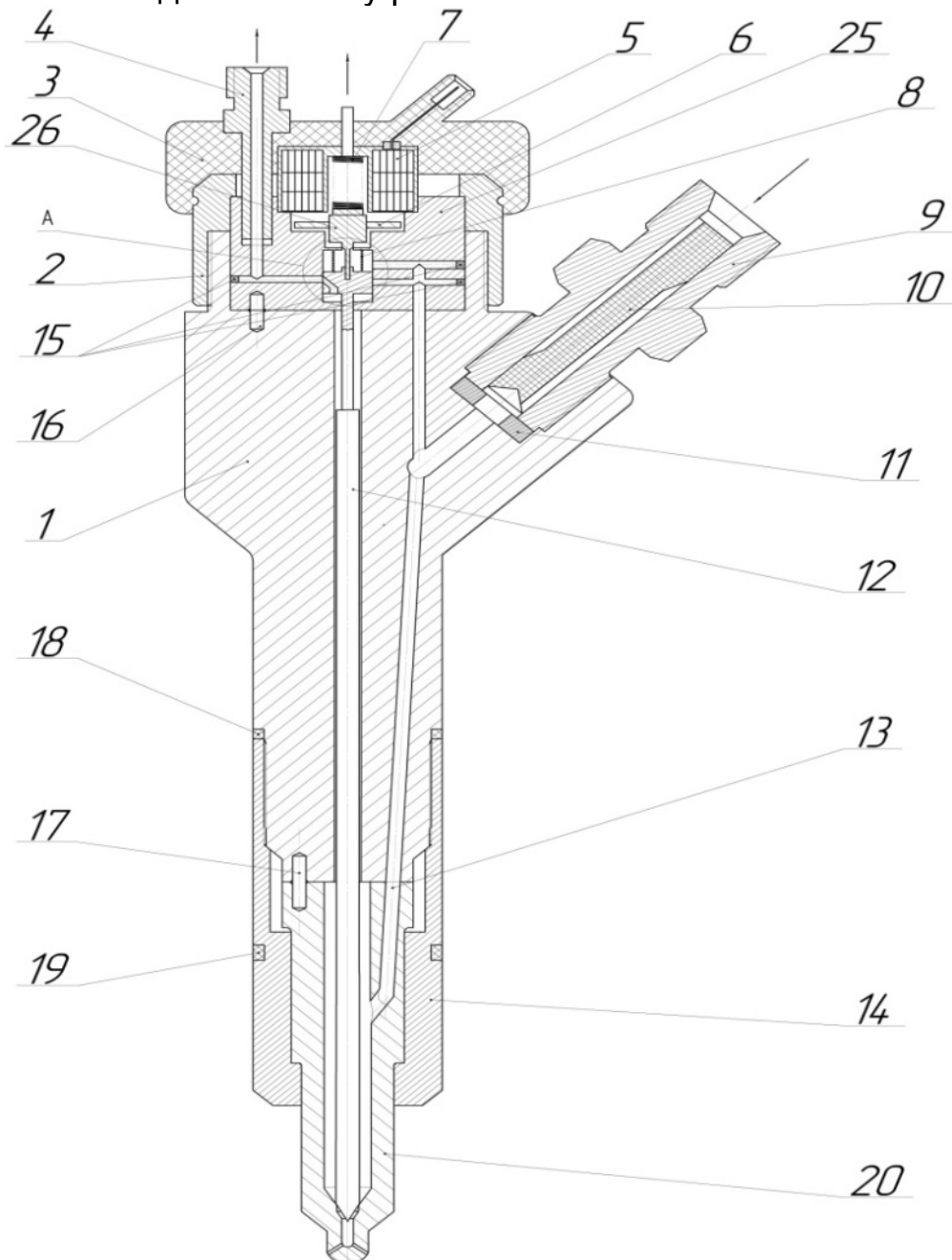


Рисунок 1 – Электрогидравлическая форсунка

Работа насадки заключается в следующем:

Топливо поступает из гидроаккумулятора (не показан) через соединитель 9, фильтр 10, из канала 13 в распылитель и по каналам 21, 22 поступает в полость корпуса регулирующего клапана. При отсутствии тока в цепи управления электромагнитом 5, его якорь под воздействием пружин 7, 8, 6, а также давления P_1 , равного давлению в аккумуляторе P_{act} , прижимает иглу распылителя к листу распылителя. В то же время верхняя часть регулирующего клапана 25 27 полости корпуса соединена с гидроаккумулятором через топливный канал 21, а нижняя часть регулирующего клапана 25 28 полости корпуса соединена каналом 23 с линией выпускного патрубка 4 для создания дополнительного давления прессования. Когда напряжение подается на соленоид 5, усилие пружин 7 и 8 для преодоления якоря 6 всасывается, верхняя часть полости корпуса 25 регулирующего клапана 27 контактирует с выпускным трактом 24, его можно отделить от проточного тракта 21. В то же время нижняя часть регулирующего клапана 25 28 полости корпуса расположена на расстоянии от проточного тракта 23 и сообщается с трактом 22 подачи топлива из гидроаккумулятора. В то же время разность давлений $\Delta P = P_2 - P_1$ ускоряет подъем распылительной иглы, увеличивая число оборотов регулирующего клапана и всей форсунки. Распылительная игла 12 поднимается, и топливо поступает из канала 13 в сопловое отверстие распылителя.

При снятии напряжения с якоря 5 электромагнита 6 под действием пружины 7, 8 якорь 6 перемещает сливную магистраль 24, сообщаясь при этом с верхней частью клапана управления полостью 25 27, верхняя часть клапана управления полостью 25 27 разрывается, сообщаясь с трактом подачи топлива 21. В то же время нижняя часть полости 25 корпуса регулирующего клапана 28 сообщается с проточным трактом 23, отделенным от тракта 21 подачи топлива. Разница давлений $\Delta P = P_1 - P_2$ позволяет быстро опускать иглу распылителя. Игла распылителя 12 прижимается к листу, подача топлива прекращается.

Литература

1. Колчин, А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов / А. И. Колчин, В. П. Демидов – 3-е. издание переработано и дополнено. – М.: Высш. шк. - 2002г. – 496с.
2. Кадышев, В. Г. Расчет рабочего процесса поршневых и комбинированных автотракторных двигателей. Учебное пособие / В. Г. Кадышев, С. В. Тиунов. - Набережные Челны: КамГПИ, 2002г. - 62 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - М.: Машиностроение, 1985г. – 456с.
4. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов / под ред. В. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. – М.: Высшая школа, 2005. - 479с.

5. Березовский, А. Б. Теория поршневых двигателей / А. Б. Березовский, А. М. Турилов. – Казань: изд-во Казан.гос. техн. ун-та, 2002. – 150с.
6. Дмитриевский, А. В. Автомобильные бензиновые двигатели /А. В. Дмитриевский – М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 895с.
7. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова – М.: Машиностроение, 1983. – 375с.
8. Болгарский, А. В. Термодинамика и теплопередача / А. В. Болгарский, Г. А. Мухачев, В. К. Щукин. - М.: Высш. шк., 1975 г.– 495с.
9. Попык, К. Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей / К. Г. Попык. - Издание 2-е, переработанное и дополненное. - М.: "Высшая школа", 1970г., 328с.
10. Халиуллин, Ф. Х. Влияние условий функционирования автомобилей КамАЗ на их экономичность с учетом динамических характеристик двигателя / Автореферат дисс. на соискание уч. степени к. т. н. - Казань, 1992-16с.
11. Особенности использования алгоритма байеса для безразборной диагностики двигателей внутреннего сгорания/ Халиуллин Ф.Х., Халиуллин А.Ф., Ахметзянов И.Р., Гильмутдинов И.И.//Современные наукоемкие технологии. 2017. № 8. С. 75-80.
12. Обоснование выбора диагностических параметров энергетических установок мобильных машин/ Халиуллин Ф.Х., Ахметзянов И.Р.//Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 2 (32). С. 0.
13. Халиуллин, Ф. Х. Методика оценки экологических показателей ДВС мобильных машин при неустановившихся режимах работы / Ф. Х. Халиуллин, А. М. Амиров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2011. - Т.6. - № 4(22). - С. 102-104.
14. The thermodynamic calculation of offset shafts rotary engine ideal cycle with external heat supply/Khafizov C.A., Usenkov R.A., Khalyullin F.K., Latypov R.A.//International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2019. Т. 9. № 4. С. 1109-1116.
15. Халиуллин Ф.Х., Шариязданов Р.Р., Халиуллин А.Ф.Дизельная форсункаПатент на изобретение RU 2543636 С2, 10.03.2015. Заявка № 2013110545/06 от 11.03.2013.
16. Galiullin L.; Valiev R. Diagnostics technological process modeling for internal combustion engines //2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 – Proceedings, 2017
17. V. S. Avramchuk, V. P. Kazmin, V. A. Faerman and V. T. Le The time-frequency method of signal analysis in internal combustion engine diagnostics//International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016 IOP Conf. Series: JournalofPhysics: Conf. Series 803 (2017) 012012 doi:10.1088/1742-6596/803/1/012012

18. Фатьянов М. П. Применение метода кросс-вейвлетов для анализа финансовых рядов // Молодой ученый, 2014. № 3. С. 83.
19. Шиндор О.А. Методика контроля критических режимов работы высокоэнергетических установок на основе вейвлет-анализа их нестационарных флуктуационных и шумовых сигналов / Дисс. на соискание уч. степени к.т.н., Казань, 2015. 164 с.
20. Кабикенов С.Ж., Интыков Т.С., Кириевский М.М., Шалаев В.В. Основы технической эксплуатации транспортной техники/ Карагандинский государственный технический университет. -Караганда: Издательство КарГТУ, 2015. -261 с.

© *Караваев Д.А., Халиуллин Ф.Х., 2022*

УДК 629.3

Мифтахов Марат Алмазович*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*marat_miftakhov_2016@mail.ru**Халиуллин Фарит Ханафиевич***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*nzrg555@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ДВИГАТЕЛЕЙ С ТУРБОНАДДУВОМ

Аннотация. использование газотурбинного наддува двигателей позволяет улучшить его эффективные показатели. Однако при этом изменяются параметры рабочего процесса, которые необходимо учитывать при его расчётах. В данной статье рассматриваются особенности теплового расчета двигателей с турбонаддувом.

Ключевые слова: газотурбинный наддув, коэффициент наполнения.

Marat A. Miftakhov*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*marat_miftakhov_2016@mail.ru**Farit Kh. Khaliullin***Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*nzrg555@mail.ru

FEATURES OF THERMAL CALCULATION OF ENGINES WITH TURBOCHARGING

Abstract. the use of gas turbine pressurization of engines allows to improve its effective performance. However, this changes the parameters of the workflow, which must be taken into account when calculating it. This article discusses the features of the thermal calculation of turbocharged engines.

Key words: gas turbine pressurization, filling factor.

Задача увеличения мощности и крутящего момента двигателя была всегда актуальна. Мощность двигателя внутреннего сгорания находится в прямой зависимости от рабочего объема цилиндров, а также количества подаваемой в них топливовоздушной смеси [1-5], то есть, чем больше топлива сгорает в цилиндрах, тем более высокую мощность развивает сама силовая установка. Хотя самое простое решение – увеличение

мощности двигателя за счёт увеличения его рабочего объема имеет и негативные последствия: увеличение размеров, а также массы агрегата [6-9].

Увеличивая частоту вращения коленчатого вала ДВС, возможно увеличить количество подаваемой рабочей смеси, однако при этом возникают серьезные проблемы, которые связаны с ростом сил инерции, а также резким увеличением механических нагрузок на детали силового агрегата, что может привести к сокращению его ресурса. В этой ситуации наиболее результативным способом будет является наддув [10-14].

Наиболее широко на современных автомобильных двигателях используются газотурбинный наддув (ГТН). К преимуществам такого наддува относят: повышение коэффициента полезного действия, а также экономичности двигателя. Естественно, для работы двигателя, мощность которого возросла после применения турбонаддува, необходимо больше топлива, чем для подобного безнаддувного мотора меньшей мощности. Ведь, как мы помним, заполнение цилиндров воздухом улучшают, с целью сжечь в них большее количество топлива. Однако массовая доля топлива, которая приходится на единицу мощности в час у двигателя, оборудованного турбокомпрессором, всегда ниже, чем у аналогичной по конструкции силовой установки, который лишён наддува [15-18].

По сравнению с использованием “атмосферного” двигателя при меньших габаритах и массе, турбонаддув дает возможность достичь заданных характеристик силового агрегата. Кроме того, турбодвигатели обладают лучшими показателями по экологичности. Повышение давления в камерах сгорания двигателя приводит к снижению температуры и, следовательно, уменьшению образования токсичных для человека оксидов азота. В бензиновых двигателях, особенно на переходных режимах работы, наддув обеспечивает более полное сгорание топлива. В дизельных двигателях добавочная подача воздуха даёт возможность отодвинуть границу возникновения дымности, то есть бороться с выбросами частиц сажи из выхлопной трубы [19-21].

Рассмотрим специфику для расчета двигателей с газотурбинным наддувом.

Давление, а также температура окружающей среды при работе атмосферных двигателей $p_0 = 0,101325$ МПа и $T_0 = 293$ К. Учитывая рекомендации по применению компрессоров [2], а также систем охлаждения наддувочного воздуха, задаем P_k , n_k и вычисляем T_k , где n_k – показатель политропы сжатия, P_k – давление за компрессором.

Потеря давления на воздушном фильтре:

$$\Delta P_{в/о} = \Delta P_{в/о \max} \cdot n/n_N, \quad (1)$$

где $\Delta P_{в/о \max} = 0,002$ МПа [2]

Давление за воздушным фильтром:

$$P_0' = P_0 - \Delta P_{в/о}, \quad (2)$$

Степень повышения давления в компрессоре:

$$\pi_k = P_k / P_0', \quad (3)$$

Температура за компрессором:

$$T_k = T_0 \cdot \pi_k^{(n_k-1)/n_k}, \quad (4)$$

Потеря давления на охладителе наддувочного воздуха:

$$\Delta P_{ОНВ} = \Delta P_{ОНВ \max} \cdot n/n_N, \quad (5)$$

где $\Delta P_{ОНВ \max} = 0,0045$ МПа [2].

Давление за охладителем наддувочного воздуха:

$$P_k' = P_k - \Delta P_{ОНВ}, \quad (6)$$

Температура заряда охлаждения наддувочного воздуха (ОНВ) выбрана на основе данных современных систем ОНВ.

$$T_k' = T_k - \Delta T_{ОНВ}, \quad (7)$$

Потери давления во впускном трубопроводе:

$$\Delta P_{тр} = \Delta P_{тр \max} \cdot \bar{n}, \quad (8)$$

Где $\Delta P_{тр \max} = 0,002 \dots 0,004$ МПа.

Давление во впускном трубопроводе, перед клапаном:

$$P_{тр} = P_k' - \Delta P_{тр}, \quad (9)$$

Плотность заряда во впускном трубопроводе перед клапаном:

$$\rho_{тр} = 10^6 \cdot \frac{P_{тр}}{287 \cdot T_k'}, \quad (10)$$

Температура в конце впуска:

$$T_a = (T_k' + \Delta T + \Theta_{доз} \gamma_r T_r) / (1 + \gamma_r), \quad (11)$$

Коэффициент наполнения:

$$\eta_v = \Theta_{доз} \cdot (T_k' / T_k' + \Delta T) \cdot (\epsilon / \epsilon - 1) \cdot (P_a / P_k') \cdot (1 - \xi_{оч} P_r / \epsilon \cdot P_a), \quad (12)$$

На рисунке 1 приведен график изменения коэффициента наполнения во всем диапазоне изменения частот вращения коленчатого вала

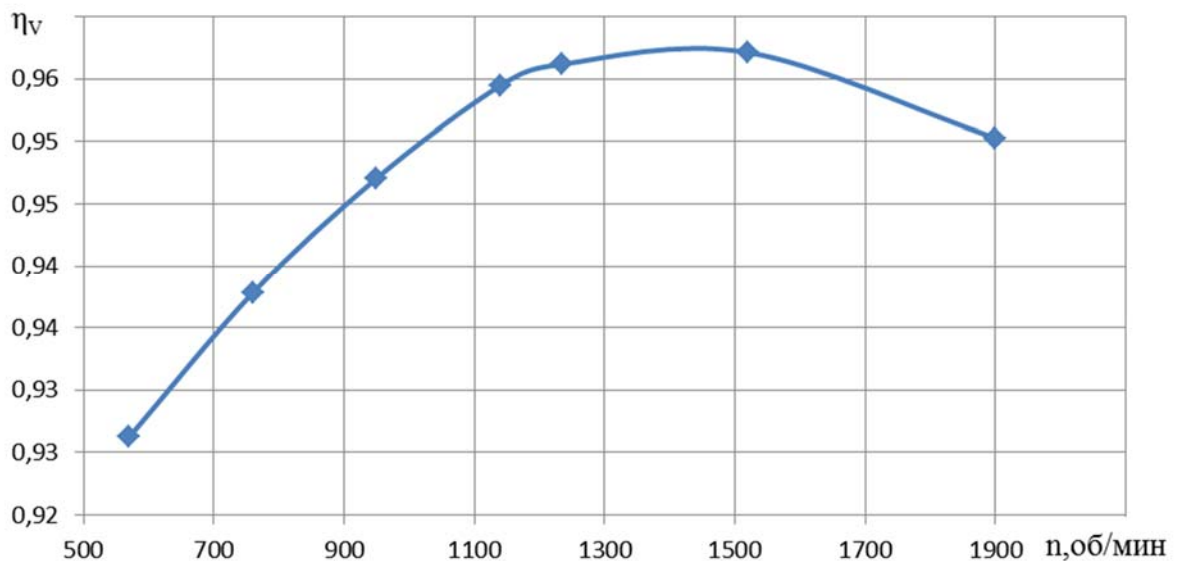


Рисунок 1 - Коэффициент наполнения

Предложенный выше метод позволяет учитывать изменения параметров впуска при использовании газотурбинного наддува.

Литература

1. Дуглас В. Л., Эдсон Л. Д., Сидней А. Г. Анализ крутильных колебаний двигателей в динамометре Предварительный просмотр воздействий при калибровке диска сцепления// Материалы Конференция: SAE 2004 Том: 2004-01-3247, doi: 10.4271 / 2004-01-3247
2. Дегтярева Т.С., Сурков Г.С. Реализация и сравнение методов расчета частот собственных крутильных колебаний в поршневых компрессорах//Известия высших учебных заведений. Машиностроение 11(716) 2019. с 19-25
3. Анджей Грзондзела, Богдан Поява и Петр Шимах. Анализ действия вязкого демпфера крутильных колебаний коленчатого вала на основе поперечной вибрации блока цилиндров //Явления твердого тела (том 236) с.145-152, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.236.145>
4. Кан Шао, Чанг Вен Лю, Фонг Ронг Би, Сиань Фэн Ду, Ся Ван, Цзюнь Хун Чжан Вибрационное моделирование дизельного двигателя на основе динамики нескольких тел// Прикладная механика и материалы. тома 97-98 с. 706-711 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.97-98.706>
5. Wojciech Homik Torsionalvibration silencersused in vessels propulsion system// Scientific Journals Maritime University of Szczecin Zeszyty Naukowe Akademia Morska w Szczecinie 2014, 40(112) pp. 9–16
6. Ся Юаньфэн, Хунчэн Ли, Сюн Тянь, Хунъин Ван Анализ методом конечных элементов на кручение крутильных колебаний трансмиссии для разработки транспортного средства с трансмиссией передних колес// Конспект лекций по электротехнике 201: 55-72 doi: 10.1007 / 978-3-642-33832-8-5
7. Тверсков Б.М. Снижение жесткости демпфера - как способ устранения опасных колебаний трансмиссии // Автомобильная промышленность 2010, № 03, с. 11-13
8. А.В. Стручков, А.А. Климов, Т.Т. Ереско Экспериментальные исследования крутильной податливости элементов трансмиссии // Системы. Методы. Технологии 2016 No 1 (29) с. 33-39 doi: 10.18324/2077-5415-2016-1-33-39
9. Troy Feese P.E., Charles Hill. Guidelines for preventing torsional vibration problems in reciprocating machinery. San Antonio, Texas, 2002.-45p.
10. Халиуллин, Ф. Х. Влияние условий функционирования автомобилей КамАЗ на их экономичность с учетом динамических характеристик двигателя / Автореферат дисс. на соискание уч. степени к. т. н. - Казань, 1992-16с.
11. Особенности использования алгоритма байеса для безразборной диагностики двигателей внутреннего сгорания/ Халиуллин Ф.Х., Халиуллин А.Ф., Ахметзянов И.Р., Гильмутдинов И.И.// Современные наукоемкие технологии. 2017. № 8. С. 75-80.
12. Обоснование выбора диагностических параметров энергетических установок мобильных машин/ Халиуллин Ф.Х., Ахметзянов И.Р.// Вестник

Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 2 (32). С. 0.

13. Халиуллин, Ф. Х. Методика оценки экологических показателей ДВС мобильных машин при неустановившихся режимах работы / Ф. Х. Халиуллин, А. М. Амиров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2011. - Т.6. - № 4(22). - С. 102-104.

14. The thermodynamic calculation of offset shafts rotary engine ideal cycle with external heat supply/Khafizov C.A., Usenkov R.A., Khalyullin F.K., Latypov R.A.//International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2019. Т. 9. № 4. С. 1109-1116.

15. Wojciech Homik Torsionalvibrationsilencersused in vessels propulsion system // Scientific Journals Maritime University of Szczecin Zeszyty Naukowe Akademia Morska w Szczecinie. - 2014, 40(112). - pp. 9–16.

16. Galiullin L.; Valiev R. Diagnostics technological process modeling for internal combustion engines //2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 – Proceedings, 2017

17. V. S. Avramchuk, V. P. Kazmin, V. A. Faerman and V. T. Le The time-frequency method of signal analysis in internal combustion engine diagnostics//International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016 IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 803 (2017) 012012 doi:10.1088/1742-6596/803/1/012012

18. Фатьянов М. П. Применение метода кросс-вейвлетов для анализа финансовых рядов // Молодой ученый, 2014. № 3. С. 83.

19. Шиндор О.А. Методика контроля критических режимов работы высокоэнергетических установок на основе вейвлет-анализа их нестационарных флуктуационных и шумовых сигналов / Дисс. на соискание уч. степени к.т.н., Казань, 2015. 164 с.

20. Кабикенов С.Ж., Интыков Т.С., Кириевский М.М., Шалаев В.В. Основы технической эксплуатации транспортной техники/ Карагандинский государственный технический университет. -Караганда: Издательство КарГТУ, 2015. -261 с.

21. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

УДК 629.3

Сираев Роберт Игоревич*Студент**Казанский государственный научно-исследовательский
университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань**siraevri@stud.kai.ru***Зими́на Лариса Александровна***Старший преподаватель**Казанский государственный научно-исследовательский
университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань**larek.adis@mail.ru*

К ВОПРОСУ КОМПОНОВКИ И ГЕОМЕТРИИ ВЫСОКОПРОХОДИМОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАЙКА

Аннотация. Работа рассматривает основные теоретические вопросы при проектировании компоновки и определении геометрии трехколесного транспортного средства с точки зрения эргономических, технических и эксплуатационных решений.

Ключевые слова: Трехколесное транспортное средство, компоновочная схема.

Robert I. Siraev*Student**Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev–KAI, Kazan, Russia**siraevri@stud.kai.ru***Larisa A. Zimina***Senior Lecturer**Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev–KAI, Kazan, Russia**larek.adis@mail.ru*

MOUNTAIN ELECTRIC TRIKE STRUCTURE AND GEOMETRY BASICS

Abstract. The given work includes determining the main design aspects in terms of trike geometry and structure needed for comfortable and steerable exploitation.

Keywords: three-wheeled vehicle, layout diagram.

Трайк обладает преимуществами как легкового, так и велосипедного транспортного средства. Возможность наклоняться на поворотах делает его идеальным однокорейным транспортным

средством. При наличии трех колес им можно управлять как мотоциклом. Дополнительное колесо создает большую силу сцепления с опорной поверхностью, тем самым придавая безопасность на высоких скоростях.

Рассматривая трайк как ненаклонное транспортное средство, можно отметить его устойчивость, схожую с устойчивостью автомобиля; в привычных дорожных условиях лучше всего работает на низкой скорости, однако на высокой скорости, во время прохождения поворотов вынуждено бороться с центробежной силой. С другой стороны, рассматривая наклонный трайк очевидно, что он ведет себя хорошо на высоких скоростях и противодействует центробежной силе своим наклонным действием [1, 2].

Компоновка.

С точки зрения компоновки необходимо учесть множество факторов, которые в дальнейшем повлияют на управляемость и безопасность транспорта.

Конфигурация транспортного средства с тремя колесами позволяет двум из них создавать широкую поверхность опоры, а третье колесо позволяет сузить геометрию транспортного средства. Из-за снижения сопротивления качению повышается топливная экономичность.

В вопросе о проходимости существуют следующие варианты расположения колес – два передних или два задних. Колеса, расположенные впереди - дают большую стабильность, сопротивление инерционным поперечным силам. Основным преимуществом заднего расположения пары колес трайка является грузоподъемность. Однако, грузоподъемности можно добиться и конструктивными изменениями – изменением толщины звеньев и их настройкой, доработкой амортизационных стоек и упругих элементов, без необходимости менять расположение пары колес. Недостатком заднеприводной конфигурации с тремя колесами без наклона является нестабильность - трайк опрокинется на повороте, прежде чем колеса перейдут в скольжение, если только центр масс не находится намного ближе к земле или колесная база не увеличена [3, 4].

На рисунке 1 предложена компоновочная схема трайка. Ведущие колеса – передние и заднее. Передний привод от мотор-колес, включается на определенных оборотах для увеличения скорости/мощности. Задние – привод от электродвигателя, что повышает надежность, допуская большие мощности двигателя и, соответственно нагрузки.

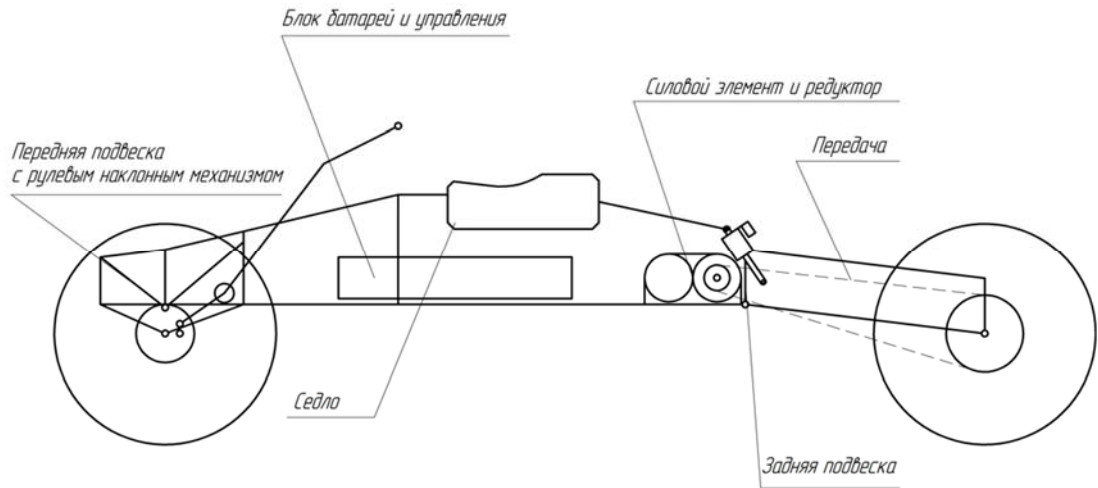


Рисунок 1 – Компоновка рассматриваемого трайка

Для повышения устойчивости некоторые трехколесные транспортные средства сконструированы как наклонные, имитируя положение пилота при прохождении поворотов (рисунок 2). Наклоном можно управлять вручную или с помощью компьютера.

Электрические трехколесные транспортные средства часто имеют низкий центр тяжести за счет размещения тяжелого аккумуляторного блока в основании транспортного средства, что делает компоновку особенно удобной при двух передних колесах. Благодаря ей трайк не будет крениться вбок на повороте и не будет опрокидываться назад при ускорении или вперед при торможении [5].



Рисунок 2 – Наклонный и поворотный механизм передних колес трайка

Таким образом, при проектировании высокопроходимого электрического трайка необходимо учесть следующие компоновочные исполнения:

- размещение центра масс ближе к земле [6];
- размещения центра масс ближе к оси с двумя колесами [7];
- увеличение ширины колеи (расстояния между передними колесами) [8];
- проектирование механизма наклона определенной части или всего транспортного средства при поворотах.

Подвеска. Рулевое управление.

Подвеска - это система шин, воздуха в шинах, пружин, амортизаторов и рычагов, которая соединяет раму транспортного средства с его колесами и обеспечивает относительное движение между ними. Системы подвески должны поддерживать как сцепление с дорогой и управляемость, так и качество езды, которые, как правило не являются компромиссными. Настройка подвески предполагает поиск правильного соотношения. Для подвески важно, чтобы колесо как можно больше соприкасалось с опорной поверхностью, поскольку все дорожные или грунтовые силы, действующие на транспортное средство, воздействуют на него через контактные пятна (участки) шин. Подвеска также защищает само транспортное средство и любой груз от повреждений, ударных нагрузок и износа. Конструкция передней и задней подвески транспорта отличается.

Оптимальная конструкция передней подвески представляет собой один или два направляющих рычага с вертикальным положением амортизатора [9]. Наклонный и поворотный механизмы без рулевой рейки или усилителя спроектированы как один механизм (рисунок 3).

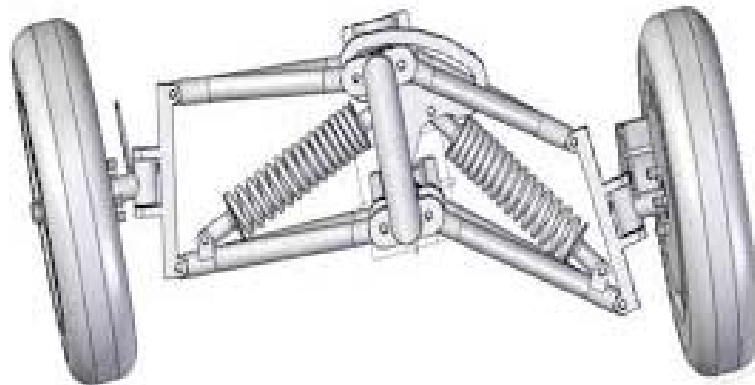


Рисунок 3 – Подвеска и наклонное управление передних колес трайка

Задняя подвеска включает в себя однорычажный механизм с одним или двумя настраиваемыми амортизаторами, второй из которых используется при повышенных грузовых нагрузках.

Расстояние между колесами при проектировании определяется задачами динамики по условиям проходимости, опрокидывания, оптимальных радиусов прохождения поворотов и т.д [10]. Важно учитывать расположение трайка в одной плоскости, и соответствующие

решения, которые накладываются из определения поперечной стабильности [4].

Посадка пилота.

В вопросе посадки пилота очень важно найти компромисс между комфортом и безопасностью. Для трайков существует несколько видов посадок, среди которых основными считаются сидячая и лежачая.



Рисунок 4 – Положение пилота относительно колес

Лежачая посадка не допускает высокой подвижности пилота в кокпите, лишает его возможности «подпружиниться» на ногах, чтобы погасить некоторые ударные нагрузки. Такая посадка используется в основном для шоссейных гонок. Использование такого положения на серьезных мощностях по бездорожью заметно снизит комфорт пилота и повлечет за собой появление травм.

Оптимальным вариантом является размещения пилота в сидячем и полусидячем положениях за счет позиции седла и его формы. Также, необходимо разместить опорные поверхности для пилота, давая ему возможность приподниматься на сложных участках, используя ноги в качестве дополнительной амортизации.

Литература

1. Palash Patodi, Vinay Saxena, Yogesh Rathore "Review on tadpole design – issues & challenges" international journal of research in aeronautical and mechanical engineering Pgs: 122-128, March 2014
2. M. Barker, B. Drew, J. Darling, K.A. Edge and G.W. Owen "Steady-state steering of a tilting three-wheeled vehicle" Centre for Power Transmission and Motion Control, University of Bath, Bath BA2 7AY, UK Vehicle System Dynamics Vol. 48, No. Pgs 815–830, 7 July 2010.
3. Report on Road transport research, ministry of road transport and highways, Government of India page 11-14.
4. Чугунов М.В. Анализ статической прочности и жёсткости несущих элементов конструкции электромобиля BravoEgo / Чугунов М.В., Кечемайкин В.Н., Панин М.В., Полупнина И.Н., Махров Г.А. // Интернет-

- журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». -2016. -Т. 8. -№ 3. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/134TVN316.pdf>
5. A. Sponziello, F. Frendo and M. Guiggiani “Stability Analysis of a Three-Wheeled Motorcycle”, A. Sponziello, F. Frendo and M. Guiggiani, University of Pisa, 2008-32-0062 (SAE) / 20084762 (JSAE)
6. Вдовин Д.С. Автоматизация нагружения конечно-элементных моделей несущих систем колесных машин с применением метода инерционной разгрузки и твердотельной динамической модели автомобиля. / Вдовин Д.С., Чичекин И.В., Левенков Я.Ю. // Труды НАМИ. 2018. № 1 (272). С. 36-50.
7. Генералова А.А. Моделирование системы динамической стабилизации подвески / Генералова А.А., Хабибуллин Р.Р. // В сборнике: Системы проектирования, моделирования, подготовки производства и управление проектами CAD/CAM/CAE/PDM Сборник статей XI Международной научно-практической конференции. 2017. С. 64-67.
8. Горобцов А.С. Динамический анализ параметров передней подвески кабины грузового автомобиля / Горобцов А.С., Карцов С.К., Поляков Ю.А., Дьяков А.С. // Известия МГТУ МАМИ. -2014. -№ 4 (22). -Т. 1. -С. 74-80.
9. Левенков Я.Ю. Определение параметров модели рессоры для анализа нагрузок и оценки прочности элементов подвески в системе расчёта динамики твёрдых тел/ Левенков Я.Ю., Чичекин И.В. // Инженерный вестник. -2016. -№ 12. -С. 4.
10. Сираев Р.И. Прочностное испытание рамы горного байка на критические нагрузки методом 1D проектирования [Статья] // Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки, выпуск 9 – 2022 – С. 382-385. ISSN 2071-6168: <https://tidings.tsu.tula.ru/tidings/index.php?id=technical&lang=ru&year=1>.

УДК 629.3

Сираев Роберт Игоревич*Студент**Казанский государственный научно-исследовательский
университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань*siraevri@stud.kai.ru**Зими́на Лариса Александровна***Старший преподаватель**Казанский государственный научно-исследовательский
университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань*larek.adis@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ В ТРЕХКОЛЕСНЫЙ ТРАНСПОРТ

Аннотация. Работа рассматривает использование и применение трехколесного транспорта, его классификацию, особенности технических, геометрических и проектировочных решений.

Ключевые слова: Трехколесное транспортное средство, опорная поверхность.

Robert I. Siraev*Student**Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev–KAI, Kazan, Russia*siraevri@stud.kai.ru**Larisa A. Zimina***Senior Lecturer**Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev–KAI, Kazan, Russia*larek.adis@mail.ru

INTRODUCTION TO THREE-WHEELER VEHICLES

Abstract. The given work considers usage and application of three wheeled transport from standpoint of its geometrical, technical and design implementations.

Keywords: three-wheeled vehicle, beam surface.

Устойчивость четырехопорного транспорта.

На сегодняшний день транспорт с количеством колес (опорных точек) четыре и больше имеет широчайшее распространение. Такая конструкция кажется управляемой, жесткой, надежной. Тем не менее, в вопросе устойчивости фигура, лежащая в основе конструкции такого транспорта далеко не самая оптимальная.

Представляя пятно контакта в виде точки, можно рассмотреть следующую геометрическую задачу. Имея 4 точки, которые не лежат на одной линии и плоскости, возможно построить минимум две плоскости (рисунок 1). Соответственно, для транспортного средства это значит, что рама, шасси, кузов имеют опоры в двух плоскостях, что накладывает дополнительные требования к подвеске, раме, кузову, элементам привода [1,2].

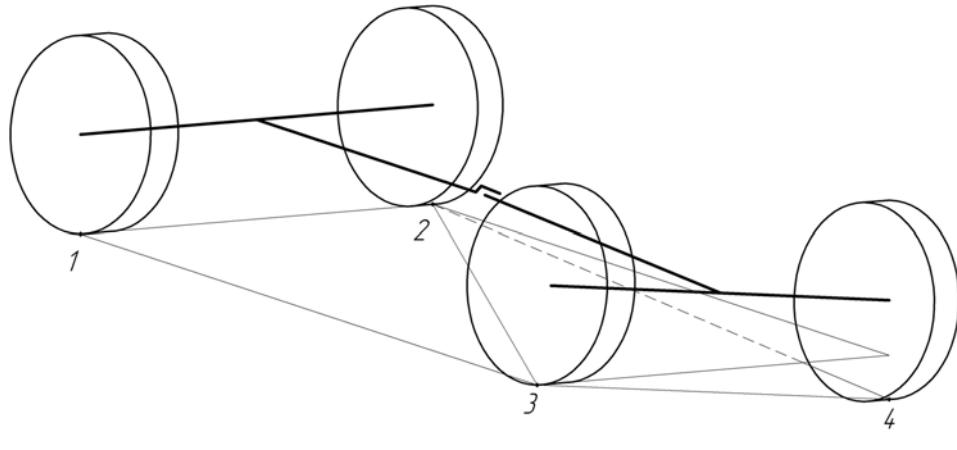


Рисунок 1 – Опорные плоскости четырехколесного транспорта

Нагрузки, возникающие при свесе одного из колес, могут вызывать изгиб, кручение рамы, значительную потерю управления. Так, для сохранения устойчивости любой четырехколесный транспорт должен иметь независимую переднюю и заднюю подвеску с высокими ходами, усиленную раму, способную либо в достаточной мере изгибаться, либо сохранять свое положение в пространстве в необходимом допуске. Такая конструкция будет тяжелее, дороже, сложнее в изготовлении и управлении.

Устойчивость трёхопорного транспорта.

Хоть и трехколесный транспорт не имеет широкого распространения, у него есть целый ряд преимуществ в вопросе устойчивости и управляемости.

Рассматривая геометрическую задачу плоскостей, из трех точек, не лежащих на одной линии, можно построить только одну плоскость. Проще говоря, такой транспорт всегда остается в одной плоскости, а значит устойчивость его значительно выше (рисунок 2).

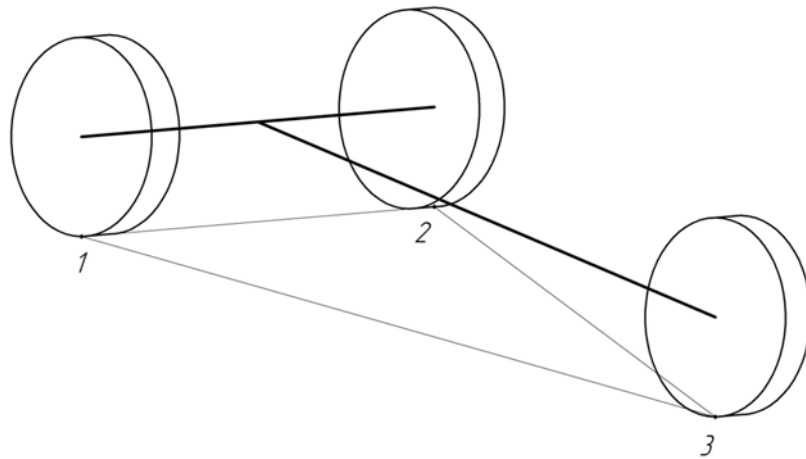


Рисунок 2 – Опорная плоскость четырехколесного транспорта

В этих условиях не создается повышенных требований к конструкции подвески, раме и приводу, так как здесь практически невозможно добиться свешивания одного из колес. Это приводит к экономии веса и материала, упрощению конструкции. Оставаясь в одной плоскости, также повышаются параметры проходимости и маневренности.

Конфигурация. Два передних колеса.

Конфигурация из двух колес спереди и одного колеса сзади дает два преимущества: она обладает улучшенной аэродинамикой и позволяет эффективно использовать небольшую силовую установку для привода заднего колеса. Этот подход был использован Messerschmitt KR200 и BMW Isetta (рисунок 3).



Рисунок 3 – Транспортные средства с двумя передними колесами

В качестве альтернативы можно использовать традиционную компоновку с передним приводом, как это обычно бывает в четырехколесных автомобилях, с соответствующим преимуществом в динамике поперечной устойчивости (центр масс расположен ближе к передней оси, спереди) и тяги (два ведомых колеса вместо одного).

Некоторые транспортные средства имеют передний двигатель, приводящий в движение единственное заднее колесо, аналогично компоновке с расположением двигателя сзади, который приводит в движение заднее колесо. Колесо должно выдерживать нагрузки при ускорении, а также боковые усилия при повороте. Такая компоновка приводит к значительной потере управляемости. Эта проблема решается в конфигурации «tadpole» с задним двигателем, приводящим в движение передние колеса. Эта концепция претендует как на устойчивость, так и на хорошее сцепление с дорогой (два ведомых колеса) [3, 4].

С двумя колесами спереди (форма "головастика" или "обратного трайка") транспортное средство более устойчиво, но также остается склонным к опрокидыванию на поворотах по сравнению с эквивалентным четырехколесным транспортным средством. Конструктивно это решается перемещением центра масс вниз и вперед. Конструкции, подобные мотоциклам, страдают от того, что большая часть веса приходится на заднюю часть транспортного средства.

Конфигурация. Два задних колеса.

Наличие одного колеса спереди и двух сзади для увеличения мощности снижает сложность и стоимость рулевого механизма, но также значительно снижает боковую (поперечную) устойчивость при прохождении поворотов, особенно при торможении [5].

Когда одно колесо находится спереди, транспортное средство теряет устойчивость при торможении по причине того, что общий вектор сил опрокидывания от поворота и торможения, приложенный к центру масс, мгновенно выходит за пределы плоскости треугольника контакта колес. Также, это негативно воздействует на раму транспортного средства [6].

По описанным выше причинам, такие компоновки редко встречаются в требовательных и нагруженных конструкциях. Чаще всего, их можно встретить на транспорте для перевозки грузов или пассажиров, где два задних колеса позволяют нагружать заднюю часть ТС сильнее (рисунок 4) [7].



Рисунок 4 – Транспортные средства с двумя задними колесами

Поперечная устойчивость.

Недостатком трехколесной конфигурации является то, что поперечные нагрузки сильнее нарушают устойчивость транспортного средства, чем те же нагрузки, действующие на четырехколесный транспорт.

Для оценки устойчивости при проектировании рассматривается инерционная составляющая, которая описывается вектором и действует на центр масс транспорта. При неподвижном состоянии транспорта, вектор равен нулю. Когда транспортное средство разгоняется, этот вектор отклоняется назад, оставаясь привязанным к центру масс. При торможении он движется вперед, при прохождении поворотов – в сторону. Если точка, в которой этот вектор пересекает поверхность, выйдет за пределы границы, образованной соединением участков контакта шин (прямоугольник для четырехколесного автомобиля или треугольник для трехколесного транспорта), транспортное средство начнет опрокидываться [8].

Для всех производителей крайне важно, чтобы транспортное средство было сконструировано таким образом, чтобы его колеса переходили в юз до того, как будет достигнута точка неустойчивости (до того, как инерционная сила превысит определенное значение, либо чтобы максимально снизить воздействие инерции на устойчивость транспорта).

Это достигается следующими способами [9]:

- путем размещения центра масс ближе к земле;
- путем размещения центра масс ближе к оси с двумя колесами;
- за счет увеличения ширины колеи;
- за счет ограничения сцепления колес [11-12];

- путем наклона определенной части или всего транспортного средства при поворотах;
- перемещением (наклонами) водителя при поворотах.

Наклонный механизм.

Для повышения устойчивости некоторые трехколесные транспортные средства сконструированы таким образом, чтобы наклоняться при прохождении поворотов, как это сделал бы пилот. Наклоном можно управлять вручную, механически или с помощью компьютера. За счёт этого действия меняется геометрия, положение центра масс, и, соответственно, сила инерции во много раз сложнее добиться опрокидывания трайка.

В таком случае, корпус и/или колеса трехколесного транспортного средства наклоняются в направлении поворота. Благодаря такой компоновке, становится более безопасно поворачивать на узкой дороге или колее.

Литература

1. Borovkov A.I., Rozhdestvenskiy O.I., Ryabov Yu.A., et al. National Technology Initiative Center for Advanced Manufacturing Technologies of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Innovatsii = Innovations. 2019: (11):73-88.
2. Jung M., Cho H., Roh T., et al. Integrated Framework for Vehicle Interior Design Using Digital Human Model. Journal of Computer Science and Technology. 2009; 24:1149-1161. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/S11390-009-9287-35>. Чугунов М.В. Анализ статической прочности и жёсткости несущих элементов конструкции электромобиля BravoEgo / Чугунов М.В., Кечемайкин В.Н., Панин М.В., Полунина И.Н., Махров Г.А. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». -2016. -Т. 8. -№ 3. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/134TVN316.pdf>
3. Leventsov V.A., Radaev A.E., Nikolaevskiy N.N. The Aspects of the “Industry 4.0” Concept within Production Process Design. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2017; 10(1):19-31.
4. Agarwal D., Robinson T.T., Armstrong C.G. A CAD Based Framework for Optimizing Performance While Ensuring Assembly Fit. In: ICSEE 2018, IMIOT 2018. Communications in Computer and Information Science. Singapore: Springer; 2018. 923:73-83 (accessed 07.08.2020).
5. Вдовин Д.С. Автоматизация нагружения конечно-элементных моделей несущих систем колесных машин с применением метода инерционной разгрузки и твердотельной динамической модели автомобиля. / Вдовин Д.С., Чичекин И.В., Левенков Я.Ю. // Труды НАМИ. 2018. № 1 (272). С. 36-50.
6. Вахламов, В. К. Автомобили. Основы конструкции: учебник / В. К. Вахламов. – 5-е изд., стер. – Москва: Академия, 2010. – 528 с.

7. Иванов, А. М. Автомобили. Конструкция и рабочие процессы: учебник / А. М. Иванов, С. Н. Иванов, Н. П. Квасновская; под ред. В. И. Осипова. – Москва: Академия, 2012. – 384 с.
8. Безопасность, экономичность и повышение проходимости автомобильного транспорта: монография / В. В. Геращенко [и др.]. – Санкт-Петербург: Политехн. ун-т, 2018. – 154 с.
9. Тарасик, В.П. Теория автомобилей и двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. Москва: ИНФРА-М, 2019. 448 с.
10. Сираев Р.И., Хабибуллин Ф.Ф, Мудров А.П., Крымова В.Н. Влияние тормозной силы на рычажный механизм подвески [Текст] // Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки, выпуск 5–2022 – С. 385-391. ISSN 2071-6168 <https://tidings.tsu.tula.ru/tidings/index.php?id=technical&lang=ru&year=1>.
11. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
12. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© Сираев Р.И., Зимина Л.А., 2022

УДК 629.3

Хамидуллин Ильгизар Ильсурович
Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань
ilgizar_khamidullin@mail.ru

Халиуллин Фарит Ханафиевич

Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
nzrg555@mail.ru

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГАСИТЕЛЕЙ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. Расчет гасителя крутильных колебаний коленчатого вала представляет собой сложную повторяющуюся задачу, требующую экспериментальной проверки конструктивных параметров проектируемого изделия. В этой статье мы предлагаем методологию предварительного расчета конструкции гасителей крутильных колебаний с повышенной эффективностью.

Ключевые слова: гаситель крутильных колебаний, адаптивные характеристики.

Ilgizar I. Hamidullin
Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
ilgizar_khamidullin@mail.ru

Farit Kh. Khaliullin

Candidate of Technical Sciences, Associate professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
nzrg555@mail.ru

METHOD OF CALCULATION OF TORSIONAL VIBRATION DAMPERS OF INCREASED EFFICIENCY

Abstract/ calculation of torsional vibration dampers for crankshafts is a complex iterative task that requires experimental refinement of the design parameters of the designed products. The article proposes a technique for the preliminary design calculation of torsional vibration dampers of increased efficiency.

Keywords: torsional vibration damper, adaptive characteristics.

Во время работы двигателя к коленчатому валу прикладываются различные усилия, в результате чего в поперечном сечении возникает крутильная вибрация. Эта крутильная вибрация отрицательно влияет на

работу двигателя и вызывает дополнительную нагрузку на коленчатый вал, что сокращает срок службы [1-6].

Установка гасителя крутильных колебаний или демпфера позволяет минимизировать амплитуду крутильных колебаний и уменьшить дополнительные напряжения испытываемый коленчатым валом, вследствие чего увеличивает его долговечность. Большинство демпферов на сегодняшний день спроектированы так, что они эффективно работают не на всём диапазоне оборотов коленчатого вала, то есть гасят колебания лишь на определённой частоте оборотов [7-9]. Авторами предлагается решение данной проблемы используя гаситель крутильных колебаний (ГКК), спроектированный под работу на широких диапазонах оборотов за счет изменяемого момента инерции колебательного звена, и методика расчёта данного демпфера [11-14].

Параметры ГКК определяются исходя из результатов расчётов на крутильные колебания вала, а именно:

- 1) собственные частоты крутильных колебаний и совпадающие с ними резонансные режимы работы двигателя;
- 2) возникающие упругие моменты и амплитуды колебаний моторных масс;
- 3) параметры эквивалентной крутильной схемы;
- 4) гармонический анализ крутящего момента двигателя на всех резонансных режимах работы;
- 5) необходимое место использования демпфера и форма колебаний.

Для расчёта кинематических параметров демпфера используется стандартный метод расчёта коленчатого вала на крутильные колебания [11], а исходя из конструктивных соображений определяется геометрические параметры ГКК. При этом необходимо определить зависимость изменения момента от частоты оборотов коленчатого вала и первоначальное значение момента инерции диска маховика.

Разработанная авторами методика позволяет рассчитать кинематические и конструктивных параметры демпфера коленчатых валов ДВС с использованием маховика с изменяемым моментом инерции [16-17].

Определив параметры гасителя крутильных колебаний (ГКК) необходимо проверить его работоспособность, сравнить демпфер с одним и двумя маховиками проводя анализ коленчатого вала на крутильные колебания и сделать выводы.

Абсолютная амплитуда колебаний 1-й моторной массы рассчитывается следующим образом:

- 1) По формуле вычисляем R_s для k_M порядка гармоники, учитывая соотношение:

$$R_{S(k_M)} = \left[\left[\sum_{i=1}^N a_i^* \sin(k_M \Delta \theta_{1-i}) \right]^2 + \left[\sum_{i=1}^N a_i^* \cos(k_M \Delta \theta_{1-i}) \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

2) Воспользуемся формулой и рекомендациями по выбору коэффициента [28] чтобы задать коэффициент демпфирования ξ .

$$\xi = \bar{\xi} F_{\Pi} r^2 i, \quad (2)$$

3) По формуле определим абсолютную амплитуду колебаний первой моторной массы для абсолютного значения крутящего момента:

$$A_1^* = \frac{M_k \sqrt{[\sum_{i=1}^N a_i^* \sin(k_M \Delta \theta_{1-i})]^2 + [\sum_{i=1}^N a_i^* \cos(k_M \Delta \theta_{1-i})]^2}}{\xi k_M \omega_{\text{ДВС}} \sum_{i=1}^N (a_i)^2}, \quad (3)$$

После этого ставим условие для проверки работоспособности ГKK.

Как только между энергией сообщаемой системе возмущаемыми гармониками за период одного колебания, и энергией, расходуемой на преодоление сопротивлений за тот же период, установится равновесие, резонансные амплитуды перестанут возрастать из-за наличия внутреннего и внешнего сопротивления

Следовательно, из этого следует, что работа резонирующей гармоники с моторным индексом k_M должна быть приблизительно равна работе сил вязкого трения, возникающей внутри корпуса гасителя крутильных колебаний.

Записываем условие

$$L_{\text{ВОЗМ}} \cong L_{\text{ТР}}, \quad (4)$$

Работа резонирующей гармоники

$$L_{\text{ВОЗМ}} = \pi \cdot M_{K(k_M)} \cdot A_1^* \cdot R_{S(k_M)}, \quad (5)$$

Работа сил вязкого трения находится по формуле

$$L_{\text{ТР}} = F_{\text{ТР}} \cdot \Delta \varphi, \quad (6)$$

где $\Delta \varphi = A_{1 \max}$; $F_{\text{ТР}} = \frac{V_{\text{ср}}}{z} S \cdot \mu$ — сила вязкого трения; $V_{\text{ср}} = \frac{30 \cdot \Delta \varphi}{\pi \cdot n} R_{\text{ср}}$ — скорость слоя жидкости между поверхностями трения; z — толщина слоя; S — площадь вязкого трения; $\mu = 13200 \text{ Па} \cdot \text{с}$ — динамическая вязкость силикона; $R_{\text{ср}}$ — средний радиус трения.

Работа сил вязкого трения зависит от его площади, поэтому сначала находим работу сил вязкого трения ГKK с одним маховиком, а затем с двумя, после чего сравним результаты расчета.

Рассчитаем работу сил вязкого трения для ГKK с одним маховиком

$$V_{\text{ср}} = \frac{30 \cdot \Delta \varphi}{\pi \cdot n} R_{\text{ср}}, \quad (7)$$

$$F_{\text{ТР1}} = \frac{V_{\text{ср}}}{z} S_1 \cdot \mu, \quad (8)$$

$$L_{\text{тр1}} = F_{\text{тр1}} \cdot \Delta\varphi, \quad (9)$$

$$L_{\text{возм}} \neq L_{\text{тр1}}, \quad (10)$$

Рассчитаем работу сил вязкого трения для ГКК с двумя маховиками

$$V_{\text{ср}} = \frac{30 \cdot \Delta\varphi}{\pi \cdot n} R_{\text{ср}}, \quad (11)$$

$$F_{\text{тр2}} = \frac{V_{\text{ср}}}{z} S_2 \cdot \mu \quad (12)$$

$$L_{\text{тр2}} = F_{\text{тр2}} \cdot \Delta\varphi, \quad (13)$$

$$L_{\text{возм}} \cong L_{\text{тр}}, \quad (14)$$

Вывод:

Из расчета демпфера с одним маховиком ясно, что он не удовлетворяет условиям, и сила вязкого трения может быть увеличена только за счет увеличения массовых размеров, но видно, что в некоторых случаях это не может быть реализовано из-за компоновки.

Кроме того, в предлагаемой конструкции [29], поскольку можно получить необходимую площадь вязкого трения без увеличения массы и габаритов, повышается эффективность демпфирования, эффект был доказан.

Литература

1. Анджей Грзондзела, Богдан Поява и Петр Шимах. Анализ действия вязкого демпфера крутильных колебаний коленчатого вала на основе поперечной вибрации блока цилиндров // Явления твердого тела с.145-152, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SS-P.236.145>
2. Дегтярева, Т. С. Реализация и сравнение методов расчета частот собственных крутильных колебаний в поршневых компрессорах/ Т. С. Дегтярева, Г. С. Сурков // Известия высших учебных заведений. - Машиностроение - 11(716) - 2019. – С. 19-25.
3. Чистяков, В. К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания / Чистяков В. К. - М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.: ил.
4. Wojciech Homik Torsional vibrations silencers used in vessels propulsion system // Scientific Journals Maritime University of Szczecin Zeszyty Naukowe Akademia Morska w Szczecinie. - 2014, 40(112). - pp. 9-16.
5. Кан Шао, Чанг Вен Лю, Фонг Ронг Би, Сиань Фэн Ду, Ся Ван, Цзюнь Хун Чжан. Вибрационное моделирование дизельного двигателя на основе динамики нескольких тел // Прикладная механика и материалы. Тома 97-98 - С. 706-711 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.97-98.706>
6. Стручков, А. В. Экспериментальные исследования крутильной податливости элементов трансмиссии / А. В. Стручков, А. А. Климов, Т. Т.

- Ереско // Системы. Методы. Технологии. – 2016. - 1 (29) с. 33-39 doi: 10.18324/2077-5415-2016-1-33-39
7. Тверсков, Б. М. Снижение жесткости демпфера - как способ устранения опасных колебаний трансмиссии / Б.М. Тверсков // Автомобильная промышленность. – 2010. - № 03. - С. 11-13.
8. Ся Юаньфэн, Хунчэн Ли, Сюн Тянь, Хунъин Ван. Анализ методом конечных элементов на кручение крутильных колебаний трансмиссии для разработки транспортного средства с трансмиссией передних колес // Конспект лекций по электротехнике 201: 55-72 doi: 10.1007 / 978-3-642-33832-8-5.
9. Khaliullin Farit Kh., Alexander V. Matyashin, Rishat R. Akhmetzyanov, Vladimir M. Medvedev and Maxim A. Lushnov. Prospects for using the Bayes algorithm for assessing the technical condition of internal combustion engines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 635, 10th International Conference on Mechatronics and Manufacturing (ICMM 2019) 21–23 January 2019, Bangkok, Thailand, doi:10.1088/1757-899X/635/1/012016.
10. Khaliullin, F., Aladashvili, J. K., Nurmiev, A. A., Pikmullin, G. V., Sinitsky, S. A. Determination of statistical data of conditional probabilities of the technical condition of internal combustion engines when compiling the Bayes diagnostic table // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 635, 10th International Conference on Mechatronics and Manufacturing (ICMM 2019) 21–23 January 2019, Bangkok, Thailand, doi:10.1088/1757-899X/635/1/012017.
11. Халиуллин Ф.Х. Влияние условий функционирования автомобилей камаз на их экономичность с учетом динамических характеристик двигателя/ автореферат дис. ... кандидата технических наук / Казан. с.-х. ин-т им. М. Горького. Казань, 1992г.
12. Особенности использования алгоритма байеса для безразборной диагностики двигателей внутреннего сгорания/ Халиуллин Ф.Х., Халиуллин А.Ф., Ахметзянов И.Р., Гильмутдинов И.И.//Современные наукоемкие технологии. 2017. № 8. С. 75-80.
13. Халиуллин, Ф. Х. Методика расчета динамических гасителей крутильных колебаний коленчатых валов ДВС / Ф. Х. Халиуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - №3(21). - 2011. - С. 104-109.
14. Обоснование выбора диагностических параметров энергетических установок мобильных машин/ Халиуллин Ф.Х., Ахметзянов И.Р.//Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 2 (32). С. 0.
15. The thermodynamic calculation of offset shafts rotary engine ideal cycle with external heat supply/Khafizov C.A., Usenkov R.A., Khalyullin F.K., Latypov R.A.//International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2019. Т. 9. № 4. С. 1109-1116.

16. Халиуллин, Ф. Х. Методика расчета гасителя крутильных колебаний коленчатого вала ДВС с маховиком с переменным моментом инерции / Ф. Х. Халиуллин, В. М. Матросов // Вестник машиностроения. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. - №12. - 2009. - С.30-32.
17. Галеев Г.Г. Обзор программных продуктов для моделирования функционирования энергетических установок мобильных машин / Г. Г. Галеев, Ф. Х. Халиуллин, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2012. - Т. 7. - № 2 (24). - С. 66-72.
18. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упруго-демпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф.Х. Халиуллин, Б.И. Ситдилов, Г.В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 99-102.
19. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings / F. Khaliullin, G. Pikmullin, J. Aladashvili [et al.] // IOP conference series: earth and environmental science : International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials, Ekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. Vol. 699. – Ekaterinburg: IOP Publishing, 2021. – P. 012042.
20. Пикмуллин, Г.В. Упругие элементы в сельскохозяйственной технике /Г.В. Пикмуллин // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.
21. Пикмуллин, Г. В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пикмуллин Геннадий Васильевич. – Чебоксары, 2011. – 20 с.
22. Мудров, А.Г. Применение пространственных шарнирно-рычажных механизмов в устройствах сельскохозяйственного назначения / А.Г. Мудров, А.П. Мудров, Г.В. Пикмуллин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 215-218.

УДК 621.7

Исмагилов Динар Ильсурович*Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Dinar.705@yandex.ru**Матяшин Александр Владимирович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*emiokgau@mail.ru

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. В статье дан анализ основных причин неисправностей деталей газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания и способы их устранения.

Ключевые слова: газораспределительный механизм, детали газораспределительного механизма, восстановление изношенных деталей ГРМ.

Dinar I. Ismagilov*Master's degree student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*llfar-231@mail.ru**Alexander V. Matyashin***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*emiokgau@mail.ru

TECHNOLOGIES FOR RESTORING PARTS OF THE GAS DISTRIBUTION MECHANISM OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Abstract. The article analyzes the main causes of malfunctions of parts of the gas distribution mechanism of internal combustion engines and ways to eliminate them.

Key words: gas distribution mechanism, gas distribution mechanism parts, restoration of worn timing parts.

Несмотря на то, что в последнее время широко внедряются электрические машины, подавляющим большинством источником энергии, в том числе и в сельском хозяйстве, остаются «классические» двигатели внутреннего сгорания. В этой связи вопросы по обслуживанию и

поддержанию в работоспособном состоянии двигателей внутреннего сгорания (ДВС) остаются актуальными.

ДВС является сложным устройством, сочетающий в себе множество узлов, агрегатов и систем, которые требуют своевременного ухода и обслуживания. При нарушении правил эксплуатации и неправильном обслуживании, двигатель может выйти из строя преждевременно. Но, к сожалению, иногда случается так, что даже при должном уходе случаются поломки. В этом случае производится ремонт того или иного узла двигателя.

В данной статье рассмотрены технологии восстановления деталей газораспределительного механизма (ГРМ) двигателя внутреннего сгорания, системы двигателя внутреннего сгорания, которая предназначена для согласования работы всех деталей двигателя. Детали ГРМ работают в экстремальных высокотемпературных условиях и при переменных нагрузках. В таких условиях детали подвергаются износу, поэтому важно своевременно следить за их состоянием. Изношенные или сломанные детали иногда нецелесообразно заменять новыми. Отсюда вытекает актуальность разработок новых и усовершенствования существующих технологий восстановления деталей ГРМ.

Газораспределительный механизм, независимо от его конструкции, состоит из таких основных групп деталей, как:

- клапанная группа;
- передаточные детали;
- распределительный вал с приводом.

Преждевременными причинами выхода из строя деталей ГРМ могут быть различные причины. Рассмотрим основные из них.

Основной причиной отказа в работе газораспределительного механизма является человек, который управляет машиной. Состояние деталей напрямую зависит от того, кто и как будет эксплуатировать технику и каким нагрузкам она будет подвергаться. Если техника эксплуатируется согласно нормативным требованиям и своевременно обслуживается, несомненно она прослужит дольше. Также причиной выхода из строя может послужить плохое качество самих деталей (брак). В этом случае происходит преждевременный отказ. Все эти причины в совокупности приводят к внеплановым ремонтным работам.

Изношенные детали можно заменить новыми, а можно попытаться их восстановить, всё зависит от конкретного случая. Данная статья посвящена изучению технологий восстановления, рассмотрим некоторые из них.

Наиболее часто из строя выходит такая деталь ГРМ как клапан. Основными поломками клапанов являются:

- износ рабочих фасок;
- погнутость и износ стержня;
- прогорание тарелки клапана;

- облом тарелки клапана, образование раковин на поверхности тарелки и др.

Изношенные стрелки и тарелки клапанов восстанавливают методом наращивания металла. Нарастить изношенный слой металла можно по технологии наплавки металла. Данный способ позволяет не только восстановить изношенную деталь, но также позволяет упрочнить его, и повысить его надежность. Это достигается путём наплавки металлов с более высокими характеристиками, по сравнению с исходным материалом.

Методом наплавки металла также можно восстановить изношенные поверхности такой немаловажной детали как распределительный вал. Основными видами поломок распределительного вала являются:

- микротрещины на поверхности опорных шеек;
- откалывание торцов вершин кулачков;
- погнутость вала;
- износ поверхности кулачков и др.

Изношенные слои металла восстанавливают наплавкой. Микротрещины заваривают и протачивают. Важно помнить, что распределительный вал – это сложная деталь, которую необходимо восстанавливать согласно определенным требованиям. После восстановления необходимо провести точную механическую обработку, т.к. от состояния распределительного вала напрямую зависит работа двигателя.

Также существует технология восстановления деталей ГРМ методом шлифования под ремонтный размер. Изношенную поверхность детали и сопрягаемой поверхности шлифуют и полируют. Это обеспечивает плотное прилегание деталей друг к другу и снижается трение. Данным методом обычно восстанавливают фаски клапанов.

Также известны запатентованные технологии и способы восстановления других деталей ГРМ, рассмотрим некоторые из них.

1) Способ восстановления чугунных распределительных валов. Рассматриваемый способ (Рис. 1) представляет из себя наплавку стальным электродом, после которой проводится ряд операций, такие как:

- термическая обработка;
- правка;
- шлифование.

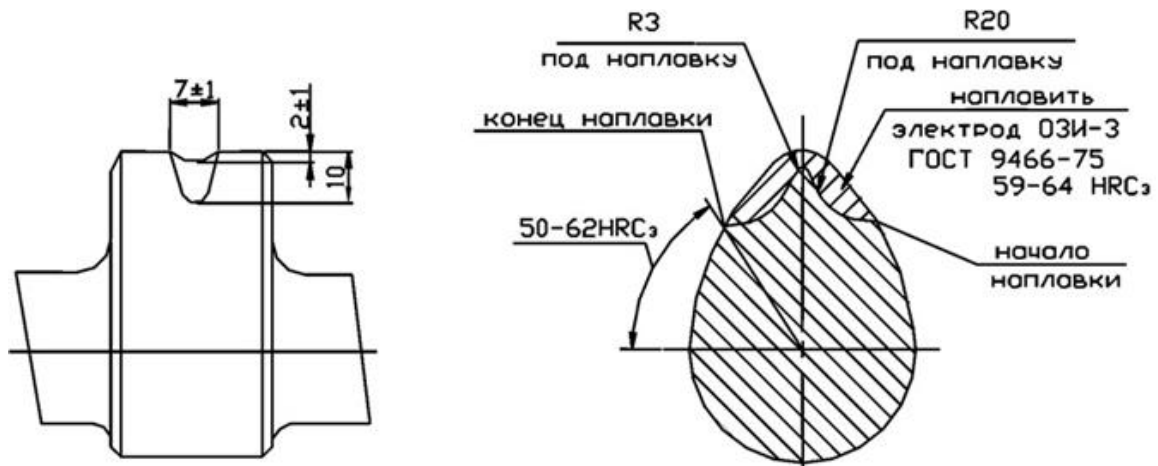


Рисунок 1 – Схема наплавки распределительного вала

С помощью данной технологии можно восстанавливать определенные участки распределительного вала, т.е. проводить восстановление локально. Это является несомненным достоинством данной технологии, т.к. в результате снижается трудоёмкость процесса и расход присадочного материала. Достигается это перекрытием зоны износа на величину не более ширины наплавляемого валика.

2) Способ получения седла клапанов чугунных головок цилиндров ДВС при их изготовлении или восстановлении методом электродуговой наплавки. Данный способ может применяться для восстановления или изготовления клапанов газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания. Согласно данной технологии сначала седло очищается и подвергается дефектовке с последующей механической обработкой. Далее седло подвергается электродуговой наплавке под слоем никеля, после чего восстановленную поверхность подвергают дополнительной механической обработке. После чего операцию повторяют ещё раз, только наплавку во второй раз проводят более тщательно током обратной полярности. В конце операции проводят окончательную механическую обработку. Несмотря на количество выполняемых операций, рассматриваемая технология позволяет проводить восстановление сёдел клапанов качественно и повышает надёжность восстановленной детали.

3) Способ восстановления шестерен газораспределительного механизма. Рассматриваемая технология (Рис. 2) заключается в том, что изношенную шестерню привода объемно нагревают в соляной ванне до температуры 130 - 150 °С, затем проводят дополнительное охлаждение шестерни в штампе до температуры 50 - 80 °С и выполняют механико-термоциклическую обработку, заключающуюся в многократном нагреве и охлаждении. Этот режим обработки повторяют 4 - 6 раз. Шестерню окончательно нагревают до 180 - 200 °С и охлаждают до 50 - 80 °С.

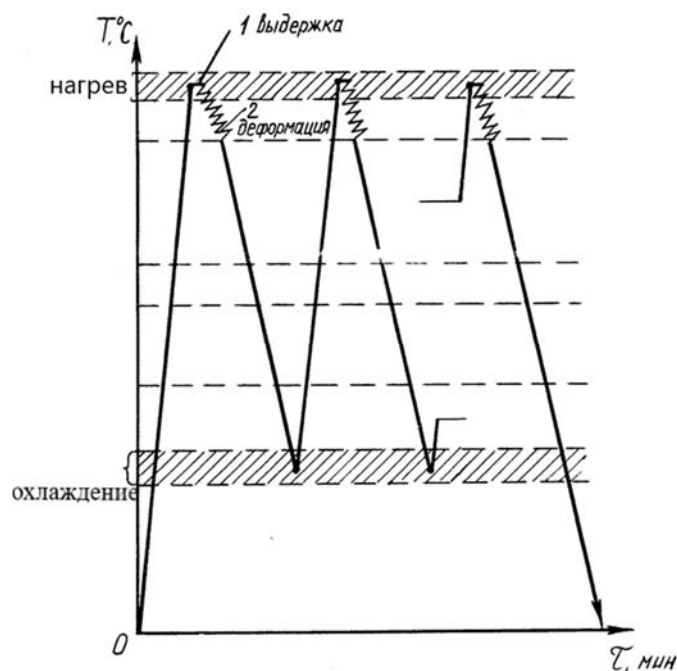


Рисунок 2 – Схема восстановления шестерён ГРМ

После охлаждения детали её выпрессовывают и охлаждают на воздухе. Далее механическая обработка осуществляется абразивным инструментом. Соблюдая данную технологию восстановления шестерен, можно нарастить изношенный слой поверхности, а также можно его упрочнить, используя металлы с высокими прочностными характеристиками.

Проведенный анализ патентных документов, посвященный способам восстановления деталей газораспределительного механизма, подтверждает актуальность вопроса восстановления деталей в особых экономических условиях, что позволит сократить простои техники и снизить при ремонте за счет снижения покупки импортных деталей, а в некоторых случаях повысить свойства восстанавливаемых деталей.

Литература

1. Анализ способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин наплавкой слоя металла Максяков Д.А., Матяшин А.В. В сборнике: Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 251-254
2. Технические решения по снижению токсичности отработавших газов дизельных двигателей. Галлямов Н.Ф., Матяшин А.В. В сборнике: Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. 2019. С. 166-170.
3. Почвообрабатывающее орудие для безотвальной обработки почвы. Матяшин Ю.И., Валиев А.Р., Матяшин А.В., Вафин Н.Ф., Салахов И.М.

Патент на полезную модель RU 112582 U1, 20.01.2012.
Заявка № 2011129458/13 от 15.07.2011.

4. Способ безотвальной обработки склоновых земель
Матяшин Ю.И., Валиев А.Р., Сафин Р.И., Мартыанов А.П., Матяшин А.В..
Патент на изобретение RU 2487518 C2, 20.07.2013.
Заявка № 2011140904/13 от 07.10.2011.

5. Использование вейвлет-анализа для безразборной диагностики двигателей. Халиуллин Ф.Х., Матяшин А.В., Галиаскаров И.А., Вафин Н.Ф., Аладашвили И.К. Сельский механизатор. 2021. № 12. С. 42-43.

6. Method of non-disassembly diagnostics of automotive engines based on pulse functions of their systems. Khaliullin F., Matyashin A., Martyshev A., Davidov N. В сборнике: Engineering for Rural Development. 20. Сер. "20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2021 - Proceedings" 2021. С. 1219-1226.

6. Салахов, И. М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. Н. Вагизов // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 139-145.

7. Вагизов, Т. Н. Технологии получения и свойства световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Л. Р. Фазлыев, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018 (МНТК "ИМТОМ-2018"): Материалы IX Международной научно-технической конференции, Казань, 05–07 декабря 2018 года. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2018. – С. 17-23.

8. Вагизов, Т. Н. Особенности технологии получения и применения световозвращающих покрытий / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов, И. М. Салахов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

9. Устройство для правки и упрочнения дисков сошников / Т. Н. Вагизов, Х. С. Фасхутдинов, Р. Р. Ахметзянов, Н. Р. Адигамов // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 38-39.
10. Совершенствование составов и технологии получения световозвращающих материалов / Т. Н. Вагизов, Н. Я. Галимова, Н. А. Адыева, Э. Э. Шарафутдинова // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019: материалы X Международной научно-технической конференции, Казань, 05–06 декабря 2019 года. – Казань: Без издательства, 2019. – С. 12-15.
11. Ахметзянов, Р. Р. Древесина как сырье для подшипников скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Т. Н. Вагизов, А. Р. Ахметзянова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 200-204.
12. Вагизов, Т. Н. Внедрение информационных технологий для проектирования технологических процессов при производстве, ремонте и сервисном обслуживании сельскохозяйственной техники / Т. Н. Вагизов, Р. Р. Ахметзянов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 16-24.
13. Кинематика эллипсоидного диска ротационного орудия для поверхностной обработки почвы / Р. Х. Гайнутдинов, С. М. Яхин, И. И. Алиакберов, Г. В. Пикмуллин // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 10-15.
14. Пикмуллин, Г. В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г. В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 112-114.
15. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery / A. P. Mudrov, S. M. Yakhin, G. V. Pikmullin, A. G. Mudrov // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security:

Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00143.

16. Патент № 2395184 С1 Российская Федерация, МПК А01В 35/20, А01В 35/26, А01В 39/20. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы: № 2008153024/12: заявл. 31.12.2008: опубл. 27.07.2010 / Г. В. Пикмуллин, Г. Г. Булгариев; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет".

17. Пикмуллин, Г. В. Упрочнение лезвийных элементов почвообрабатывающих машин способом электрической обработки контактным непрерывным оплавлением / Г. В. Пикмуллин, Р. Х. Гайнутдинов, Ф. Р. А. Шамсутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1(39). – С. 70-72. – DOI 10.12737/19328.

18. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

19. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 621.43.068.8

Хайдаров Нияз Айратович*Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Martishka_c_granatoi@mail.ru**Хайдарова Алина Айратовна***Старший преподаватель**Казанский федеральный университет, Казань*Alina_airatovna@rambler.ru**Хафизов Камиль Абдулхакович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*fts-kgau@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА ИЗ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

Аннотация. В статье поднимается вопрос повторного использования выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. В частности, использование соединений азота с другими химическими элементами для дальнейшего использования в качестве удобрений в сельском хозяйстве. Описаны химические реакции, в которые может входить NO_2 и N_2O_5 , полезность получаемых веществ для растений и почв.

Ключевые слова: Нитраты азота, почва, удобрение, экология, стоимость удобрений.

Niyaz A. Khaydarov*Student of magistracy**Kazan State Agricultural University, Kazan, Russia*Martishka_c_granatoi@mail.ru**Alina A. Khaidarova***Senior lecturer**Kazan Federal University, Kazan, Russia*Alina_airatovna@rambler.ru**Camil A. Khafizov***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agricultural University, Kazan, Russia*fts-kgau@mail.ru

USE OF NITROGEN COMPOUNDS FROM EXHAUST GASES

Abstract. The article raises the issue of reuse of exhaust gases from internal combustion engines. In particular, the use of nitrogen compounds with other chemical elements for further use as fertilizers in agriculture. The chemical

reactions, which may include NO_2 and N_2O_5 , the usefulness of the resulting substances for plants and soils are described.

Key words: Nitrogen nitrates, soil, fertilizer, ecology, cost of fertilizers.

Одними из важных вопросов в растениеводстве является повышение урожайности. Оно достигается защитой растений и улучшением плодородия почвы.

Плодородие почвы напрямую зависит от компонентов, содержащихся в ней. Для увеличения урожайности, повсеместно используются удобрения. Но с каждым годом стоимость удобрений растет. Согласно издательского дома (ИД) «Коммерсантъ» за последние годы стоимость удобрений возросла в 2-3 раза. Это видно по диаграмме «экспортные цены», который опубликован на официальном сайте ИД «Коммерсантъ» (рисунок 1) [1].

ЭКСПОРТНЫЕ ЦЕНЫ НА КАРБАМИД, АММИАЧНУЮ СЕЛИТРУ, МАФ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА (\$/Т) ИСТОЧНИК: ЦЭП TALKS.

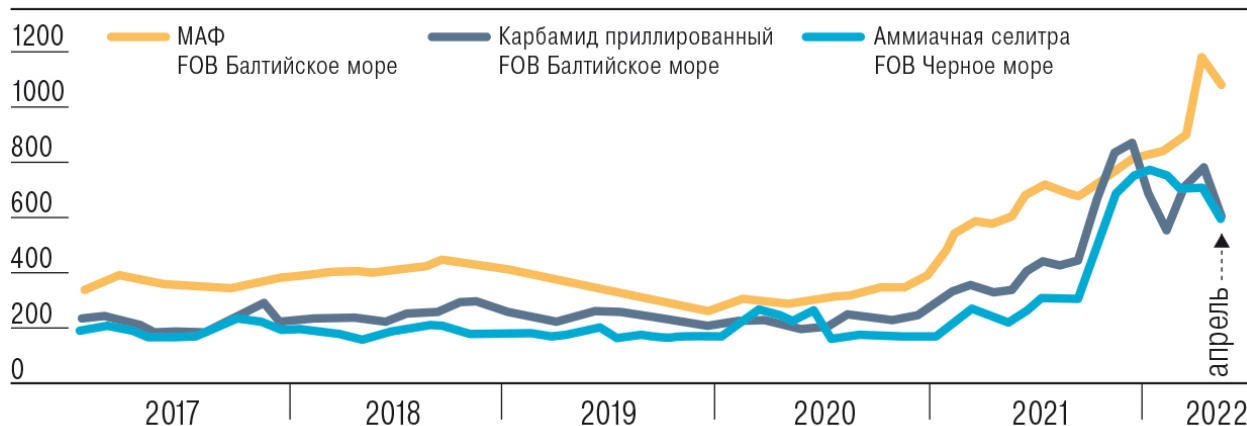


Рисунок 1 - Экспортные цены на удобрения в период 2017 г. по 2022 г.

Одной из проблем плодородия является нехватка азота, от которого зависят многие жизненные процессы в растениях. Азот является необходимым элементом питания растений. Поэтому внесение удобрений на основе этого химического элемента положительно влияет на культурные растения. Азотные удобрения, в основном, получают из синтетического аммиака [2-6].

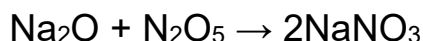
Одним из распространенных побочных продуктов, в котором содержится азот являются выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания. В них содержатся различные соединения азота с кислородом - NO , NO_2 , N_2O , N_2O_3 , N_2O_5 и другие, которые являются очень токсичными и наносят вред здоровью человека [7-12].

Эти побочные продукты сгорания можно преобразовать, используя другие полезные химические соединения. Например, выделения NO_2 можно преобразовать в удобрение растворением его в гидроксиде кальция.



Получаем в итоге кальциевую селитру $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Данный вид удобрения активно применяется в сельском хозяйстве. Его действие благоприятно воздействует на культурные растения, а именно на клеточные стенки растений, делая их прочными. Немаловажным является его профилактическое действие, уменьшающее гниение плодов.

При взаимодействии оксида натрия (Na_2O) и оксида азота $\text{N}_2\text{O}_5(\text{V})$, который содержится в выхлопных газах, можно получить другой вид удобрения – нитрат натрия NaNO_3 .



Нитрат натрия (натриевая селитра) лучше всего подходит в качестве удобрений для корнеплодов. Однако может использоваться и для других растений. Он является дополнительным источником азота для растений в период вегетации. А для корнеплодов он хорош тем, что влияет на отток углеводов из листьев в корни. Это сказывается на урожае выбранной культуры [13-16].

Предложение использования выхлопных газов в качестве удобрений один из методов снижения стоимости удобрений. Выхлопные газы — это бесплатный продукт, который можно выгодно использовать в сельском хозяйстве посредством получения удобрений.

Исходя из приведенных примеров видно, что выхлопные газы из категории вредных веществ можно превратить в категорию полезных веществ. В статье разобраны только несколько видов соединений азотов. Но в выхлопных газах содержится большое количество других химических соединений. Их необходимо использовать, чтобы повышать доступными средствами урожайность, благоприятно влиять на растения.

К тому же, выхлопные газы негативно влияют на экологию. Они разрушают озоновый слой и приводят к парниковому эффекту. Это является еще одним аргументом необходимости использования продуктов сгорания не только от двигателей внутреннего сгорания [17-20], но и вырабатываемых в котельных промышленных предприятий.

Заключение:

1. Выявлено, что цены на удобрения в последние годы сильно возрастают, поэтому необходимы новые методы их получения с целью снижения их стоимости.

2. Выявлена возможность получения азотных удобрений из выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания, описаны химические реакции для получения таких удобрений.

3. Повторное использование выхлопных газов способствует улучшению экологической ситуации через снижение парникового эффекта.

4. В дальнейшем необходимо провести лабораторные исследования, для получения результатов влияния полученных удобрений из выхлопных газов на почву и культурные растения.

Литература

1. Мордюшенко О. Удобрения сползли с пиков / Ольга Мордюшенко //Коммерсантъ. – 2022. –27 май. – С. 9.
2. Пат.389276 Союз Советских Социалистических Республик, МПК F 01n 3/16. Способ нейтрализации выхлопных газов [Текст]/ Д.Х. Газизов, Ю.Б. Башилов, Ж.С. Сагитов, Г.И. Жуков. - № 1619434/24-6; заявл. 11.11.1971; опубл. 05.07.1973, Бюл №29.
3. *Sage, Rowan; RussellMonson*. 16 // C4 PlantBiology (неопр.). — 1999. — С. 551—580. — ISBN 0126144400. (Дата обращения 12 ноября 2022 г).
Азот в жизни растений. Его роль, недостаток и способы восстановления / Агродом <https://agrodom.com> (дата обращения 16 ноября 2022 г.)
Недостаток азота / оптимальное содержание-Пшеница / Knowledgegrows<https://www.yara.ru>(дата обращения 19 ноября 2022 г.)
Как предотвратить и устранить недостаток азота? /BG Products<https://www.baconline.ru> (Дата обращения 20 ноября 2022 г.)
4. Хафизов К.А. Топливо и смазочные материалы. Справочник / К. А. Хафизов, А. К. Шигабутдинов, Ф. Г. Шафигуллин, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев. – Казань: Издательство Казанского государственного аграрного университета, 2017. – 330 с.
5. Капустин, А. А. Сравнение выбросов загрязняющих веществ от автомобилей и различных энергетических установок / А. А. Капустин, В. А. Раков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 6(60). – С. 53-60.
6. Веселов, В. Н. Использование природного газа как способ экологизации автомобильного транспорта / В. Н. Веселов, Ю. А. Веселова, М. Ю. Вишнякова // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2010. – № 1(49). – С. 33-36.
7. Валиев А.Р. Энергоресурсосберегающие технологии и техника для обработки почвы и посева в засушливых условиях / Н. К. Мазитов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 4(30). – С. 65-75. – DOI 10.12737/2912.
8. Галиев И.Г. Повышение эффективности использования тракторов в современных условиях / И. Г. Галиев, А. А. Мухаметшин, И. Р. Исхаков, А. Р. Шамсутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 2(12). – С. 169-172.
9. Галиев, И. Г. Определение перечня факторов, характеризующих условия эксплуатации тракторов / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 77-80. – DOI 10.12737/14761.

10. Патент № 2514076 С2 Российская Федерация, МПК В65G 5/00, Е21F 17/16. Способ утилизации диоксида углерода в водоносном пласте: № 2012131826/03: заявл. 02.03.2012: опубл. 27.04.2014 / А. А. Баренбаум, С. Н. Закиров, Э. С. Закиров, В. А. Серебряков.
11. Патент № 2569093 С2 Российская Федерация, МПК В01D 53/62. Удаление диоксида углерода из потоков отходов путем совместного получения карбонатных и/или бикарбонатных минералов: № 2011103157/05: заявл. 23.09.2005: опубл. 20.11.2015 / Д. Д. Джоунс.
12. Патент № 2640616 С2 Российская Федерация, МПК В01D 53/75, С01В 31/20. Система и способ переработки парниковых газов: № 2013139050: заявл. 22.08.2013: опубл. 10.01.2018 / Э. Д. Галассо, Д. А. Магнусон; заявитель ЗЕ БОИНГ КОМПАНИ.
13. Хафизов, К. А. Выбор технологий и их техническое обеспечение для устойчивого развития АПК Татарстана в условиях введения экономических санкций / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 4(34). – С. 88-94. – DOI 10.12737/7732.
14. Khafizov C.A. Method of justification for parameters of tractor-implement unit with regards to their impact on crop productivity / C. Khafizov, A. Nurmiev, R. Khafizov, N. Adigamov // Engineering for Rural Development: Proceedings, Jelgava, 23–25 мая 2018 года. – Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2018. – P. 176-185. – DOI 10.22616/ERDev2018.17. N193.
15. Хафизов, К. А. Результаты многофакторного эксперимента по определению зависимости максимального давления колес трактора на почву от параметров трактора и физико-механических свойств почвы. Анализ уравнений / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 99-103. – DOI 10.12737/article_592fc87648e2b5.26544976.
16. Зиганшин, А. Р. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 444 с.
17. Galiev I.G. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, C. Khafizov, R. Khusainov, M. Faskhutdinov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 48-53. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF012.
18. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-38-42.

УДК 631.348

Сёмушкин Денис Николаевич

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет, Казаньden.dizel@mail.ru**Зиганшин Булат Гусманович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*zigan66@mail.ru**Сёмушкин Николай Иванович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*udc.kgau@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЫТЯЖЕК

Аннотация. В данной статье рассмотрен технологический процесс получения растительных вытяжек и схема установки для их получения из отходов растительного сырья.

Ключевые слова: вытяжка, растительный экстракт, технологический процесс получения растительной вытяжки, установка получения растительной вытяжки.

Denis N. Syomushkin

Graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russiaden.dizel@mail.ru**Bulat G. Ziganshin***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*zigan66@mail.ru**Nikolay I. Semushkin***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*udc.kgau@mail.ru

TECHNOLOGY FOR OBTAINING PLANT EXTRACTS

Abstract. This article discusses the technological process of obtaining plant extracts and the scheme of the installation for their production from waste plant materials.

Key words: extract, plant extract, technological process for obtaining plant extract, installation for obtaining plant extract.

Для протравливания семян и защиты растений в современном растениеводстве можно применять различные дорогостоящие препараты, которые большинство сельскохозяйственных предприятий не в состоянии приобрести [1]. Однако, с целью экономии средств предприятия в качестве протравителей можно использовать растительные вытяжки [2].

Для получения растительной вытяжки можно использовать отходы переработки растительного сырья, то есть жом [3]. Данная операция не требует дополнительных материальных затрат, а наоборот, она позволит сэкономить средства на использовании отходов производства следующим образом: прежде, чем отдать жом на корм скоту, его можно использовать для получения растительной вытяжки [4,5].

Получение растительной вытяжки путем вторичной переработки растительного сырья пока не получило широкого распространения в сфере производства веществ для протравливания семян [6].

Целью проекта является создание специальной установки, которая будет выполнять данную операцию с наибольшей выгодой для сельскохозяйственного предприятия [7,8], также данная установка должна быть экономичной и доступной для любого сельскохозяйственного предприятия.

Таким образом, схема технологического процесса получения растительной вытяжки следующая:

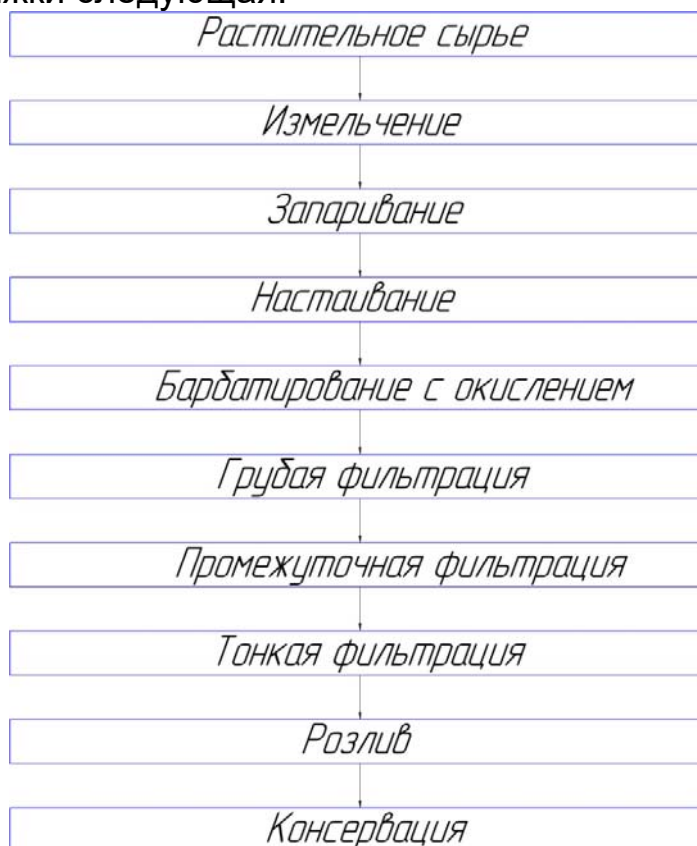
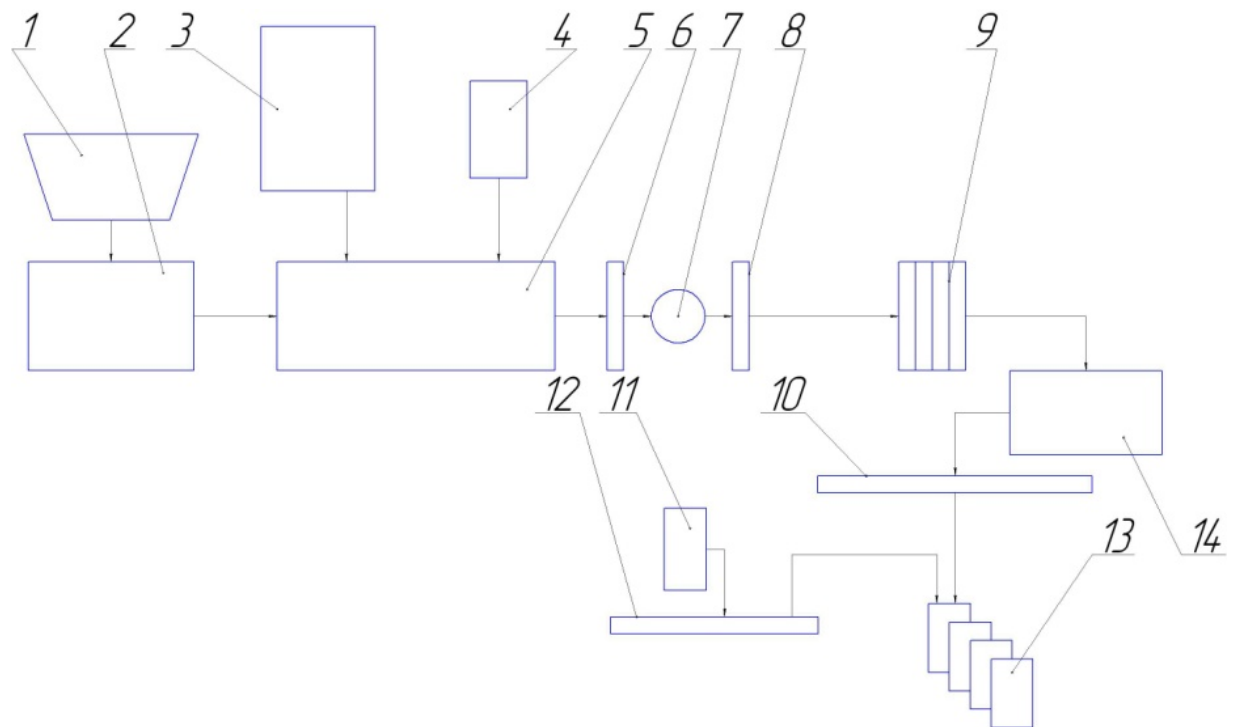


Рисунок 1 - Схема технологического процесса получения растительной вытяжки



1- бункер для сырья, 2- измельчитель, 3- водогрейный котел, 4- компрессор, 5- запарник, 6- фильтр грубой очистки, 7- насос, 8- промежуточный фильтр, 9- фильтр тонкой очистки, 10- дозатор вытяжки, 11- емкость для консерванта, 12- дозатор консерванта, 13- тара, 14- емкость для вытяжки.

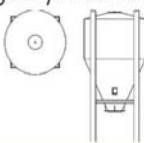
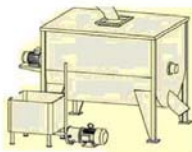
Рисунок 2 - Схема установки для получения растительной вытяжки

Принцип действия установки заключается в следующем. Сырье после контроля на наличие посторонних предметов подается в измельчитель сырья [9]. Измельченное сырье подается во включенный смеситель-запарник. При накоплении в смесителе-запарнике сырья измельчитель сырья выключают. Сырье нагревается и перемешивается в смесителе-запарнике [10,11,12]. По мере настаивания сырья, раствор подается в фильтр грубой очистки, где происходит очищение от примесей. Далее очищенный жир поступает в фильтр тонкой очистки [13,14,15]. После этого вытяжка разливается по сосудам и консервируется.

Однако, помимо теоретических основ создания установки необходим подбор качественного, экономичного и недорогого оборудования:

Подбор оборудования приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Подбор оборудования для установки

Бункер для сырья 	Объем загрузки бункера, м³ 10 Диаметр выходного отверстия, мм 500 Высота до выгрузного отверстия, мм 650 Габаритные размеры, мм 2500x2500x4900	
Измельчитель 	Производительность, т/час 0,5-4 Установленная мощность, кВт 5,5 Напряжение питания, В 380 Класс защиты электродвигателей IP-54 Габаритные размеры, мм 1300x700x650 Масса, кг 110	97 900 руб
Запарник 	Габаритные размеры, мм, 5000x3000x4000	
Компрессор 	Производительность, м.куб/мин при 7 бар: 1.05 Мощность (л.с./кВт): 10,0 / 7.5 Уровень шума (дБ(А)): 66 Размеры, Д*Ш*В (мм): 740x1850x1380 Масса (кг): 360	
Фильтр грубой очистки 	Максим. давление продукта 1000 кПа (10 бар) Диапазон температур: от -10 до +120 С (EPDM).	
Фильтр тонкой очистки	Производительность, л/час 120 Потребляемая мощность, кВт 3,2 Габаритные размеры, мм 3600x1200x1500	
Дозатор вытяжки 	Давление в магистрали, кПа (кгс/см²), не более 599 Объем однократной заправки, м 30 Габаритные размеры, мм, 200x180x400	30 000 руб.
Насос ОНЦ 1М-6,3/20-5-35	Подача, м³/ч 6,3 Напор, м 20 Допускаемый кавитационный запас, м 4,0 Мощность эл. двигателя, кВт 1,5 Масса электронасоса, кг 28 Габариты электронасоса, мм: 435x240x355	

Таким образом, при реализации данного проекта мы получаем производительную и экологичную установку для получения растительных вытяжек из отходов перерабатываемого производства.

Литература

1. Перспективы использования роботизированных установок в растениеводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, М. Бенело, Д. Н. Семушкин // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 518-524. – EDN TZHYCB.
2. Патент № 2269241 С2 Российская Федерация, МПК А01С 1/00, А01С 1/02. Способ фитоэкспертизы семян зерновых культур: № 2003137292/12 : заявл. 24.12.2003: опубл. 10.02.2006 / Р. И. Сафин, А. А. Зиганшин, И. А. Борздыко [и др.] ; заявитель Казанская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN WJVYBK.
3. Семушкин, Н. И. Как получить растительную вытяжку / Н. И. Семушкин, Р. Ш. Зияев // Сельский механизатор. – 2009. – № 4. – С. 17. – EDN JXWTCT.
4. Патент на полезную модель № 122558 U1 Российская Федерация, МПК А23N 1/00. Устройство для отжима сока : № 2012132971/13 : заявл. 01.08.2012 : опубл. 10.12.2012 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN MDPLTI.
5. Патент № 2452181 С2 Российская Федерация, МПК А01N 65/00, А01N 25/02. Состав для адаптации биопестицидов: № 2010127378/13 : заявл. 02.07.2010: опубл. 10.06.2012 / Р. И. Сафин, А. И. Исмаилова, Н. А. Ермаков, Н. И. Семушкин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО КГАУ). – EDN IRPFLT.
6. Патент на полезную модель № 132952 U1 Российская Федерация, МПК А23L 1/00. Устройство для получения сока : № 2013111394/13 : заявл. 13.03.2013: опубл. 10.10.2013 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN NLCUUY.
7. Патент на полезную модель № 127322 U1 Российская Федерация, МПК В01D 11/00. Установка получения растительной вытяжки: № 2012141204/05 : заявл. 26.09.2012 : опубл. 27.04.2013 / С. М. Яхин, Б. Г. 8. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN FRNIQK.

8. Патент № 2535391 С2 Российская Федерация, МПК А23N 1/00. Устройство для получения сока : № 2013112328/13 : заявл. 19.03.2013: опубл. 10.12.2014 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN GCOCEW.
9. Патент № 2518605 С2 Российская Федерация, МПК В01D 11/02. Установка получения растительной вытяжки: № 2012136661/05 : заявл. 27.08.2012 : опубл. 10.06.2014 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN ZLTCQX.
10. Семушкин, Д. Н. Технологическая схема получения растительного экстракта / Д. Н. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Н. И. Семушкин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 291-294. – EDN JRNIUH.
11. Патент № 2504304 С1 Российская Федерация, МПК А23N 1/00. Устройство для отжима сока : № 2012134464/13 : заявл. 10.08.2012 : опубл. 20.01.2014 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN EDABUQ.
12. Семушкин, Н. И. Роботизация технологических процессов в овцеводстве и кролиководстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 236-241. – EDN CRXZFE.
13. Методологические основы современных агротехнологий растениеводства / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 6-17. – EDN WHKTMT.
14. Семушкин, Д. Н. Классификация систем вентиляции / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09

февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 318-323. – EDN LIUTVQ.

15. Семушкин, Д. Н. Обзор вентиляционных систем / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 311-317. – EDN BXHDOE.

16. Сабиров, Р. Ф. Технические средства для обработки поверхности семян и их протравливания перед посевом средствами защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 201-204. – EDN YVNPBW.

17. Семушкин, Д. Н. Анализ технологий получения растительных экстрактов / Д. Н. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Н. И. Семушкин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 156-159. – EDN YHPAMY.

18. Яхин, С. М. Классификация видов нагрузок и критериев расчета спирально-винтовых элементов сельскохозяйственных машин / С. М. Яхин, Н. И. Семушкин, А. Р. Валиев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(23). – С. 63-66. – EDN PFPZVN.

19. Семушкин, Д. Н. Обзор установок получения растительных экстрактов / Д. Н. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Н. И. Семушкин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 286-291. – EDN HJVWNI.

20. Семушкин, Н. И. Перспективы автоматизации и роботизации технологических процессов в животноводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-236. – EDN QSPFAS.

УДК 631.348

Сёмушкин Денис Николаевич*Аспирант**Казанский государственный аграрный университет, Казань*den.dizel@mail.ru**Зиганшин Булат Гусманович***Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*zigan66@mail.ru**Сёмушкин Николай Иванович***Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*udc.kgau@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА

Аннотация. В данной статье описана схема получения растительного экстракта из отходов переработки сырья растительного происхождения.

Ключевые слова: растительная вытяжка, технология получения растительной вытяжки, растительный экстракт, технологическая схема, экологически чистое сельское хозяйство.

Denis N. Syomushkin*Graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*den.dizel@mail.ru**Bulat G. Ziganshin***Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*zigan66@mail.ru**Nikolay I. Semushkin***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*udc.kgau@mail.ru

TECHNOLOGICAL SCHEME OF OBTAINING PLANT EXTRACT

Abstract. This article describes a scheme for obtaining a plant extract from waste processing of raw materials of plant origin.

Key words: vegetable extract, technology for obtaining vegetable extract, plant extract, technological scheme, environmentally friendly agriculture.

Для получения растительного экстракта можно использовать отходы переработки растительного сырья, то есть жом. Данная операция не требует существенных материальных затрат, и позволит экономить средства на использовании отходов производства: прежде, чем отдать жом на корм скоту, его можно использовать для получения растительного экстракта [1,2,3].

Получение растительных экстрактов путем вторичной переработки растительного сырья пока не получило широкого распространения в сфере производства веществ для предпосевной обработки семян [4,5].

Создание специальной установки, выполняющей данную операцию, является, в настоящий момент, насущной необходимостью, для предприятий, специализирующихся на производстве экологически чистой продукции [6,7]. В тоже время данная установка должна быть экономичной и по возможности, максимально доступной для любого другого сельскохозяйственного предприятия [8].

Технологический процесс получения растительного экстракта состоит из следующих этапов: растительное сырье подвергается измельчению и запаривается при соответствующей температуре [9]. После запаривания полученная масса настаивается и окисляется. Далее проводится последовательная грубая, а затем и тонкая фильтрация для получения однородного раствора без примесей. Полученный раствор разливается в соответствующие сосуды, где проходит консервацию [10,11,12]. Схема данного технологического процесса представлена на рисунке 1.

Принцип действия установки заключается в следующем:

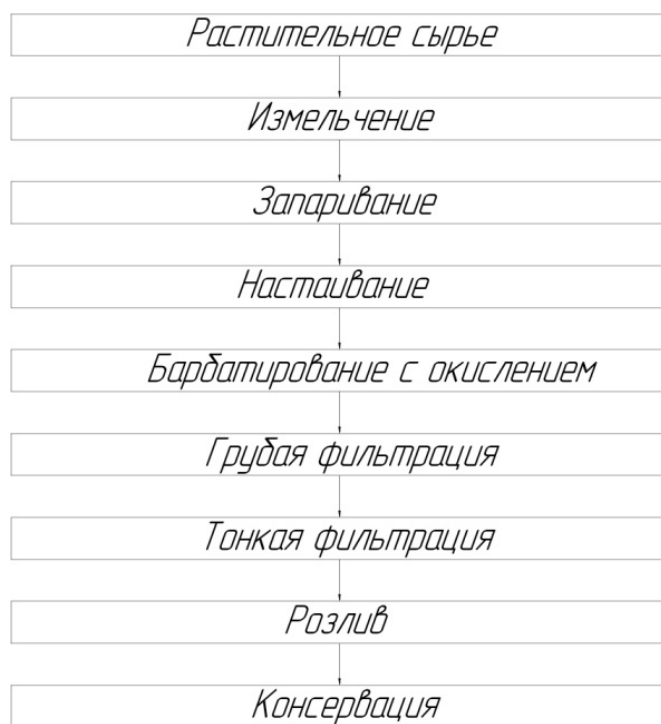
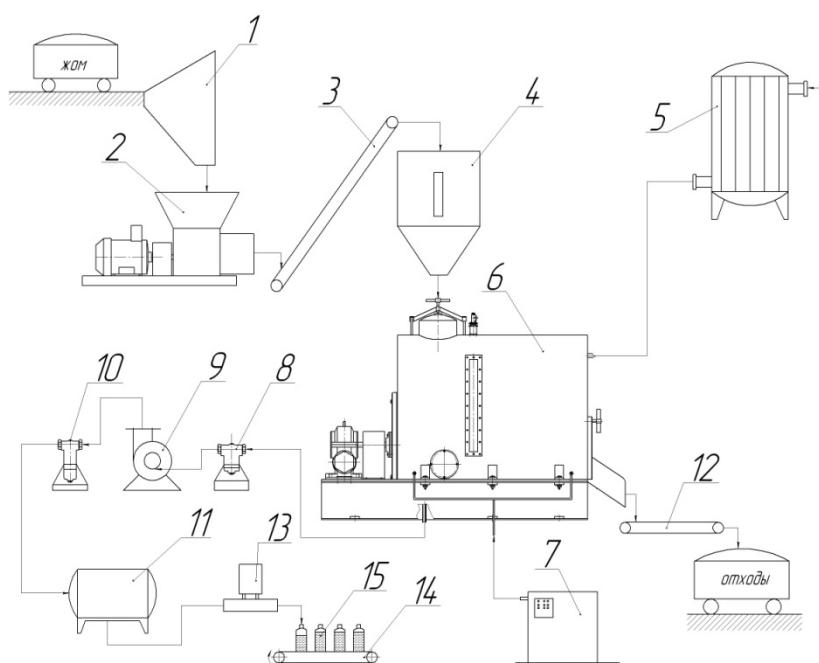


Рисунок 1 - Схема технологического процесса получения растительного экстракта

Сырье после контроля, на наличие посторонних предметов, подается в измельчитель сырья 2. Измельченное сырье подается во включенный запарник 6. При накоплении в запарнике сырья измельчитель сырья выключают. Далее в запарник подают горячую воду 5. При достижении раствора до отметки на смотровом окне, подачу воды прекращают. Сырье нагревается и перемешивается в запарнике с помощью винтообразного шнека. По мере настаивания сырья, раствор подается в фильтр грубой очистки 8, где происходит очищение от примесей. Далее очищенный раствор поступает в фильтр тонкой очистки 10. После этого экстракт разливается по сосудам и консервируется [13,14,15]. Схема установки получения растительного экстракта изображена на рисунке 2.



1- бункер для жома; 2- измельчитель; 3- транспортер сырья; 4- бункер; 5- водонагревательный котел; 6- запарник; 7- парогенератор; 8- фильтр грубой очистки; 9- насос; 10- фильтр тонкой очистки; 11- тара для готового раствора; 13- дозатор; 14- конвейер; 15- тара для готового раствора.

Рисунок 2 - Технологическая схема получения растительного экстракта

Для реализации данного процесса, необходимо создание опытной установки, позволяющей получать растительный экстракт из отходов переработки растительного сырья.

Литература

1. Семушкин, Д. Н. Анализ технологий получения растительных экстрактов / Д. Н. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Н. И. Семушкин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы

международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 156-159. – EDN YHPAMY.

2. Семушкин, Н. И. Роботизация технологических процессов в овцеводстве и кролиководстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 236-241. – EDN CRXZFE.

3. Семушкин, Н. И. Перспективы автоматизации и роботизации технологических процессов в животноводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-236. – EDN QSPFAS.

4. Методологические основы современных агротехнологий растениеводства / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 6-17. – EDN WHKTMT.

5. Семушкин, Н. И. Как получить растительную вытяжку / Н. И. Семушкин, Р. Ш. Зияев // Сельский механизатор. – 2009. – № 4. – С. 17. – EDN JXWTCT.

6. Патент на полезную модель № 122558 U1 Российская Федерация, МПК A23N 1/00. Устройство для отжима сока : № 2012132971/13 : заявл. 01.08.2012 : опубл. 10.12.2012 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN MDPLTI.

7. Патент № 2452181 C2 Российская Федерация, МПК A01N 65/00, A01N 25/02. Состав для адаптации биопестицидов: № 2010127378/13 : заявл. 02.07.2010 : опубл. 10.06.2012 / Р. И. Сафин, А. И. Исмаилова, Н. А. Ермаков, Н. И. Семушкин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО КГАУ). – EDN IRPFLT.

8. Патент на полезную модель № 132952 U1 Российская Федерация, МПК A23L 1/00. Устройство для получения сока : № 2013111394/13 : заявл. 13.03.2013 : опубл. 10.10.2013 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев

[и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN NLCUUY.

9. Патент на полезную модель № 127322 U1 Российская Федерация, МПК B01D 11/00. Установка получения растительной вытяжки : № 2012141204/05 : заявл. 26.09.2012 : опубл. 27.04.2013 / С. М. Яхин, Б. Г. 8. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN FRNIQK.

10. Патент № 2535391 C2 Российская Федерация, МПК A23N 1/00. Устройство для получения сока : № 2013112328/13 : заявл. 19.03.2013 : опубл. 10.12.2014 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN GCOCEW.

11. Патент № 2518605 C2 Российская Федерация, МПК B01D 11/02. Установка получения растительной вытяжки: № 2012136661/05 : заявл. 27.08.2012 : опубл. 10.06.2014 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN ZLTCQX.

12. Патент № 2504304 C1 Российская Федерация, МПК A23N 1/00. Устройство для отжима сока : № 2012134464/13 : заявл. 10.08.2012 : опубл. 20.01.2014 / С. М. Яхин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ). – EDN EDABUQ.

13. Патент № 2269241 C2 Российская Федерация, МПК A01C 1/00, A01C 1/02. Способ фитоэкспертизы семян зерновых культур : № 2003137292/12 : заявл. 24.12.2003 : опубл. 10.02.2006 / Р. И. Сафин, А. А. Зиганшин, И. А. Борздыко [и др.] ; заявитель Казанская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN WJVYBK.

14. Семушкин, Д. Н. Обзор установок получения растительных экстрактов / Д. Н. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Н. И. Семушкин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 286-291. – EDN HJVWNI.

15. Перспективы использования роботизированных установок в растениеводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, М. Бенело, Д. Н. Семушкин // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 518-524. – EDN TZHYCB.
16. Семушкин, Д. Н. Классификация систем вентиляции / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 318-323. – EDN LIUTVQ.
17. Семушкин, Д. Н. Обзор вентиляционных систем / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 311-317. – EDN BXHDOE.
18. Сабиров, Р. Ф. Технические средства для обработки поверхности семян и их протравливания перед посевом средствами защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 201-204. – EDN YVNPW.
19. Яхин, С. М. Классификация видов нагрузжений и критериев расчета спирально-винтовых элементов сельскохозяйственных машин / С. М. Яхин, Н. И. Семушкин, А. Р. Валиев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(23). – С. 63-66. – EDN PFPZVN.
20. Семушкин, Д. Н. Технологическая схема получения растительного экстракта / Д. Н. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Н. И. Семушкин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 291-294. – EDN JRNIUH.

УДК 631.2

Сёмушкин Николай Иванович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*udc.kgau@mail.ru**Капустин Денис Юрьевич***Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*Denis.Kapystin@mail.ru**Сёмушкин Денис Николаевич***Аспирант**Казанский государственный аграрный университет, Казань*den.dizel@mail.ru

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В данной статье рассмотрены элементы материально-технического обеспечения при длительном хранении сельскохозяйственной техники и тракторов в зимний период.

Ключевые слова: хранение техники, длительное хранение сельскохозяйственной техники, материальное обеспечение хранения, постановка на хранение, сельскохозяйственная техника.

Nikolay I. Semushkin*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*udc.kgau@mail.ru**Denis Y. Kapustin***Master's degree student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*Denis.Kapystin@mail.ru**Denis N. Semushkin***Graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*den.dizel@mail.ru

LOGISTICS AND TECHNICAL SUPPORT FOR LONG-TERM STORAGE OF AGRICULTURAL MACHINERY

Abstract. This article discusses the elements of logistics during long-term storage of agricultural machinery and tractors in the winter.

Keywords: storage of equipment, long-term storage of agricultural equipment, material support for storage, storage, agricultural equipment.

Совершенствование организации и технологии хранения машин в сельскохозяйственном производстве возможно лишь при организации надежной материально-технической базы, квалифицированном руководстве и хорошо налаженной инженерно-технической службе [1,2]. Обеспечить эти требования материально-техническими средствами можно, учитывая, как технико-экономические показатели, так и особенности сельскохозяйственного предприятия. Наиболее существенными особенностями сельскохозяйственного предприятия являются: производственное направление сельскохозяйственного предприятия, размеры хозяйства и природно-климатические условия [3,4,5].

Материалы, которые используются для подготовки сельскохозяйственной техники и тракторов к длительному хранению, как правило делят на три условные группы: материалы, применяемые для восстановления лакокрасочных и других защитных покрытий деталей; материалы, используемые для предохранительной защиты деталей без лакокрасочного покрытия и материалы, используемые для выполнения других операций [6,7], включая комплексную защиту сельскохозяйственной техники от атмосферных воздействий.

К первой группе материалов относятся: материалы, применяемые для удаления поврежденных покрытий, материалы для обезжиривания восстанавливаемой поверхности, материалы для грунтования и окрашивания [8]. Ко второй группе материалов относятся материалы для защиты от ржавления, гниения и других видов разрушения поверхностей неокрашенных деталей. К третьей группе относятся прочие материалы.

Количество необходимых для подготовки к хранению машины материалов определяют, как правило, взвешиванием необходимого количества материалов, исходя из нормы их расхода и объема планируемых работ. В справочниках указаны примерные нормативы расхода материалов для подготовки тракторов, комбайнов и других машин к хранению на открытой площадке [9,10,11]. Для видов машин, не включенных в справочники, необходимо ориентироваться на расходы материалов, планируемых для машин аналогичной конструкции и назначения, для которых известны нормы расхода, учитывая соответствующие поправки.

В технологических картах подготовки машин к хранению даны усредненные нормативы расхода материалов применительно к машинам конкретных марок [12,13]. Применяя утвержденные официальные нормативы, специалисты сельскохозяйственного предприятия, могут определить общее количество материалов, необходимых для подготовки машин к хранению в течение года.

Потребность сельскохозяйственного предприятия в оборудовании, приспособлениях, инвентаре и специальном инструменте определяют на основании их перечня, указанного в технологических картах. В

справочниках, как правило, приводятся выборки из технологических карт для ряда тракторов и комбайнов, и сельскохозяйственных машин [14,15]. Подобную выборку, чтобы получить общее количество необходимых приспособлений и инвентаря, следует сделать по всем машинам, находящимся на хранении.

К оборудованию и приспособлениям, рекомендуемым к использованию, при подготовке сельскохозяйственной техники и оборудования к длительному хранению относятся: агрегаты для постановки техники на длительное хранение в мобильном и стационарном исполнении; агрегаты технических обслуживаний и текущих ремонтов; приспособления для консервации топливной аппаратуры для сложных сельскохозяйственных машин с двигателем внутреннего сгорания; установки для разогрева и нанесения защитных пластичных покрытий; приспособления для переноски аккумуляторов; наборы для технического обслуживания аккумуляторов, приспособления для демонтажа шин на; приспособления для накачивания шин и обдува сжатым воздухом. Так же широко используется инструмент общего назначения, приспособления и инвентарь, имеющиеся на установках и агрегатах технического обслуживания.

Литература

1. Техническое оснащение современных мобильных средств сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, Р. Ф. Сабиров, Д. А. Бурмистров, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 21-28. – EDN VPRCXL.
2. Регламент разработки технологических карт в растениеводстве / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 281-283. – EDN WHKTAL.
3. Агротехнологии полевых кормовых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 251-280. – EDN WHKSYX.
4. Агротехнологии технических культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 178-250. – EDN WHKSXJ.
5. Яхин, С. М. Подготовка практикоориентированных специалистов в составе региональных механизированных комплексов - основа технического и технологического импортозамещения / С. М. Яхин, Н. И.

Семушкин // Высотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенокосов и пастбищ. Подготовка специалистов для проектирования, создания и внедрения импортоопережающей инновационной техники в сельскохозяйственное производство: материалы выездного заседания секции механизации, электрификации и автоматизации Отделения сельского хозяйства Российской академии наук - РАН, Москва-Казань, 22–23 октября 2015 года. – Москва-Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 75-83. – EDN YSJPSI.

6. Семушкин, Н. И. Анализ технологий конструкций для хранения техники / Н. И. Семушкин, А. С. Яхин // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 259-263. – EDN YQPBZ.

7. Современные конструкции для длительного хранения сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, А. С. Яхин, Р. Ф. Сабиров, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 123-130. – EDN YQPTYA.

8. Семушкин, Д. Н. Обзор конструкций энергетических средств с электрическим приводом / Д. Н. Семушкин, С. М. Яхин, Н. И. Семушкин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 20–21 декабря 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 204-207. – EDN ZBLHAU.

9. Выбор критерия оптимизации управления работоспособностью тракторов / Д. Н. Мухаметзянов, Р. Ф. Гарифуллин, Н. И. Семушкин, Ф. З. Габдрафиков // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 30-35. – EDN MSUKBU.

10. Кадилов, Ш. Р. Определение качества ремонта тракторов в АПК и обоснование мероприятий по его повышению / Ш. Р. Кадилов, Ф. Р. Нуриев, Н. И. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань:

Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 242-247. – EDN FJRSWS.

11. Гимадиев, Р. М. Результаты по оптимизации сроков проведения и объемов ремонтно - обслуживающих воздействий тракторов / Р. М. Гимадиев, Р. Р. Хурамшин, Н. И. Семушкин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 36-41. – EDN KTYSAK.

12. Затраты на длительное хранение сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, И. С. Курашов, Д. Н. Семушкин, Н. З. Хисметов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 419-422. – EDN TOLNRX.

13. Материалы и оборудование для постановки на длительное хранение тракторов и сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, И. С. Курашов, Д. Н. Семушкин, Н. З. Хисметов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 221-224. – EDN HJGFZI.

14. Обоснование способа длительного хранения сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, И. С. Курашов, Д. Н. Семушкин, Е. М. Аяганов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 224-229. – EDN HMGMYY.

15. Семушкин, Н. И. Роботизация технологических процессов в овцеводстве и кролиководстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 236-241. – EDN CRXZFE.

16. Семушкин, Н. И. Перспективы автоматизации и роботизации технологических процессов в животноводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский

государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-236. – EDN QSPFAS.

17. Перспективы использования роботизированных установок в растениеводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, М. Бенело, Д. Н. Семушкин // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 518-524. – EDN TZHYCB.

18. Семушкин, Д. Н. Классификация систем вентиляции / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 318-323. – EDN LIUTVQ.

19. Семушкин, Д. Н. Обзор вентиляционных систем / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 311-317. – EDN BXHDOE.

20. Нургалиев, Р. Р. Анализ конструкций установок для удаления выхлопных газов / Р. Р. Нургалиев, Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 251-258. – EDN TRMIFC.

21. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

22. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 631.2

Сёмушкин Николай Иванович*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань**udc.kgau@mail.ru***Капустин Денис Юрьевич***Студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань**Denis.Kapystin@mail.ru***Сёмушкин Даниил Николаевич***Студент**Казанский национальный исследовательский технологический**Университет, Казань**dan.dizel@mail.ru*

ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЯМ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В данной статье изложены основные требования к помещениям, предназначенным для длительного хранения сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: длительное хранение, помещения для хранения техники, хранение техники, требования к помещениям.

Nikolay I. Semushkin*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**udc.kgau@mail.ru***Denis Y. Kapustin***Master's degree student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**Denis.Kapystin@mail.ru***Daniil N. Semushkin***Student**Kazan National Research Technological University of Kazan, Kazan, Russia**dan.dizel@mail.ru*

REQUIREMENTS FOR PREMISES FOR LONG-TERM STORAGE OF AGRICULTURAL MACHINERY

Abstract. This article outlines the basic requirements for premises intended for long-term storage of agricultural machinery.

Key words: long-term storage, equipment storage facilities, equipment storage, requirements for premises.

Рассматривая требования к помещениям для длительного хранения сельскохозяйственной техники, видим, что типовые проекты помещения для длительного хранения машин разрабатываются для районов, где расчетная зимняя температура наружного воздуха составляет от -20 до -40°C [1]. Нормативная снеговая нагрузка принимается до 150 килограмм на квадратный метр, а ветровая нагрузка принимается по первому географическому району. Рельеф участка должен быть горизонтальным, грунт основания однородный, непросадочный с нормативным давлением на глубине 1...2 м от поверхности земли 2 кгс/см^2 . Грунтовые воды отсутствуют [2,3].

Архитектурно-строительная часть для всех размеров открытых площадок представлена следующими зданиями и сооружениями: склады для хранения узлов, деталей, аккумуляторов и других агрегатов; складские помещения для хранения резины и текстильно-резиновых изделий [4,5]. Разработаны типовые площадки на 585, 385 и 240 машиномест. Для сельскохозяйственных предприятий, где на центральной усадьбе имеется 120 и 70 машино-мест, а в отделении бригады 355, 250, 120 и 80 машиномест, предусматривается один совмещенный склад, где можно хранить узлы и детали в одной части склада, а в другой, которая изолирована внутренней кирпичной перегородкой, — резину и текстильно-резиновые изделия. Имеется так же проходная; склад топлива и масел; пожарный резервуар для воды емкостью 100 кубических метров [6,7]. Конструкции складов для хранения узлов и деталей, а также для резины и текстильно-резиновых изделий описываются в каждом паспорте типового проекта.

Все основные конструкции для складов приняты по действующей номенклатуре сборных железобетонных конструкций заводского изготовления. Электроснабжение открытых площадок для хранения техники предусматривается от низковольтной воздушной сети 380/220 В [8,9]. Привязка ввода к низковольтным сетям — по техническим условиям, получаемым на месте от электроснабжающей организации. Опоры для низковольтной воздушной сети деревянные с железобетонными приставками. Охранное освещение светодиодными светильниками, устанавливаемыми на опорах низковольтной сети. Мощность токоприемников зависит от размеров открытой площадки для хранения техники, указывается в паспортах проектов.

Для машинных дворов центральных усадеб источник теплоснабжения — котельная, она находится на территории мастерской и полностью обеспечивает подачу горячей воды с параметрами $70\ldots 90^{\circ}\text{C}$. В отапливаемых помещениях складов запроектирована проточная водяная система отопления с насосной циркуляцией поддержания температуры в складе 5° и в проходной 18° [10,11]. В качестве нагревательных приборов приняты чугунные ребристые радиаторы. Для мойки деталей от котельной мастерской подается горячая вода. В

моечной установлен бак емкостью 200 л, накапливающий горячую воду для мойки деталей. Для постоянного проветривания в моечной и аккумуляторной в верхней зоне указанных помещений устраивают естественную вентиляцию с неподвижными жалюзийными решетками, обеспечивающими однократный воздухообмен.

В отделении бригады источник теплоснабжения своя котельная для подачи горячей воды с параметрами 70...90°C, она находится при складе и размещается в изолированном помещении площадью 22 м². Водоснабжение площадок для хранения техники проектируется от водопроводной сети поселка или ремонтной мастерской с минимальным напором 15 м [12]. При отсутствии водопроводной сети обустраивается специальная скважина или организуется мойка специальными машинами. Схема водопровода — производственно-противопожарная. Ввод его на территорию площадки предусматривают от существующей сети из труб диаметром 100 мм для площадок в отделениях бригад и из стальных труб диаметром 100 мм, прокладываемых в тоннеле отопления, для площадок на центральных усадьбах. На площадках центральных усадеб водопроводный ввод одновременно служит и трубопроводом, подающим тепло для отопления складов, так как в зимнее время водозабор на площадках отсутствует. Глубина укладки труб принята на 20 см ниже глубины промерзания, принятой для района привязки. Расчетный расход воды на пожаротушение для открытой площадки принят по действующим нормам. Хранение пожарного запаса воды проектируется в железобетонных подземных резервуарах. Тушение пожара осуществляется передвижной мотопомпой М-1200, ее хранят вне площадки.

Проектами предусматривается сброс промышленных сточных вод в канализационную сеть или другое место по согласованию с местными организациями. Перед сбросом в канализационную сеть сточные воды очищаются в грязеотстойнике и бензиномаслоуловителе. Для моечных отделений необходимо использовать замкнутую систему водоснабжения с системами очистки воды [13].

При наиболее распространенном в сельскохозяйственном производстве комбинированном способе хранения, часть узлов и деталей снимают с машин и хранят в специально оборудованных складах. При подготовке машин к хранению с них должны быть сняты и сданы на склад также инструмент, принадлежности и запасные части, находящиеся на машинах. На бирках, прикрепленных к сдаваемым на склад узлам и деталям, следует указывать и хозяйственный номер машины. Хранить аккумуляторы вместе с узлами и деталями машин не допускается [14, 15]. На складе должно быть достаточное количество стеллажей, полок, вешал. Для проветривания в сухие солнечные дни на складе целесообразно делать вторые внутренние решетчатые двери, а в окна вставлять металлические сетки или решетки. Стеллажи на складе

устанавливают на расстоянии около 60 см от стен и 100 см один от другого, не ближе 1 м от отопительных приборов.

Отделение склада для хранения аккумуляторов выделяют в неотапливаемом помещении с приточно-вытяжной вентиляцией и электрическим освещением. Здесь температура не должна быть ниже -25°C и относительная влажность воздуха в пределах 55...70%. Аккумуляторные батареи, полностью заряженные, хранят в соответствии с указаниями в заводских правилах по эксплуатации. Плотность электролита должна соответствовать значению минимальной температуры помещения. Перед установкой на хранение аккумуляторной батареи проверяют ее состояние. В складе должен быть стол для проверки аккумуляторов и шкаф с необходимыми приборами (нагрузочная вилка, ареометр для проверки плотности электролита, вольтметр, стеклянная трубка для проверки уровня электролита). Размеры склада выбирают с расчетом размещения в ней всех аккумуляторных батарей комбайнов, тракторов и других машин, устанавливаемых на длительное хранение.

Отделение склада для хранения резиновых и резинотекстильных изделий организуют в затемненном от дневного света и хорошо вентилируемом, отапливаемом помещении при температуре воздуха от 5 до 15° и относительной влажности 55...65%. Запрещается в помещении хранить нефтепродукты и химикаты, вредно действующие на резиновые и резинотекстильные изделия. Поступающие в зимнее время в отапливаемый склад изделия из резины и прорезиненной материи нельзя распаковывать и развешивать до тех пор, пока они не примут температуру хранилища, так как резина при охлаждении становится хрупкой и ломкой.

Необходимо предусмотреть бетонную отмостку вокруг здания шириной 1м. Для правильной привязки типового проекта к реальным местным условиям следует определить необходимый общий объем склада и трех основных его подразделений: для хранения аккумуляторных батарей, резинотехнических изделий и других агрегатов, узлов и деталей. Данные составляют по всем машинам, с которых при длительном хранении снимают узлы и детали. По полученным при расчете объемам складов следует подобрать наиболее соответствующий по размерам типовой проект.

Литература

1. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники, и оборудования в современных условиях / К. А. Хафизов, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев, Н. И. Семушкин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 444 с. – EDN RBHZNQ.
2. Методологические основы современных агротехнологий растениеводства / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. – Казань:

Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 6-17. – EDN WHKTMT.

3. Регламент разработки технологический карт в растениеводстве / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 281-283. – EDN WHKTAL.

4. Яхин, С. М. Подготовка практикоориентированных специалистов в составе региональных механизированных комплексов - основа технического и технологического импортозамещения / С. М. Яхин, Н. И. Семушкин // Высокотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенокосов и пастбищ. Подготовка специалистов для проектирования, создания и внедрения импортоопережающей инновационной техники в сельскохозяйственное производство: материалы выездного заседания секции механизации, электрификации и автоматизации Отделения сельского хозяйства Российской академии наук - РАН, Москва-Казань, 22–23 октября 2015 года. – Москва-Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 75-83. – EDN YSJPSI.

5. Техническое оснащение современных мобильных средств сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, Р. Ф. Сабиров, Д. А. Бурмистров, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции, Казань, 20 мая 2014 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 21-28. – EDN VPRCXL.

6. Семушкин, Д. Н. Обзор конструкций энергетических средств с электрическим приводом / Д. Н. Семушкин, С. М. Яхин, Н. И. Семушкин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 20–21 декабря 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 204-207. – EDN ZBLHAU.

7. Выбор критерия оптимизации управления работоспособностью тракторов / Д. Н. Мухаметзянов, Р. Ф. Гарифуллин, Н. И. Семушкин, Ф. З. Габдрафиков // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 30-35. – EDN MSUKBU.

8. Кадилов, Ш. Р. Определение качества ремонта тракторовв АПК и обоснование мероприятий по его повышению / Ш. Р. Кадилов, Ф. Р.

Нуриев, Н. И. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 242-247. – EDN FJRSWS.

9. Гимадиев, Р. М. Результаты по оптимизации сроков проведения и объемов ремонтно - обслуживающих воздействий тракторов / Р. М. Гимадиев, Р. Р. Хурамшин, Н. И. Семушкин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 36-41. – EDN KTYSAK.

10. Затраты на длительное хранение сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, И. С. Курашов, Д. Н. Семушкин, Н. З. Хисметов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 419-422. – EDN TOLNRX.

11. Материалы и оборудование для постановки на длительное хранение тракторов и сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, И. С. Курашов, Д. Н. Семушкин, Н. З. Хисметов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 221-224. – EDN HJGFZI.

12. Семушкин, Д. Н. Обзор вентиляционных систем / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 311-317. – EDN BXHDOE.

13. Нургалиев, Р. Р. Анализ конструкций установок для удаления выхлопных газов / Р. Р. Нургалиев, Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 251-258. – EDN TRMIFC.

14. Обоснование способа длительного хранения сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, И. С. Курашов, Д. Н. Семушкин, Е. М. Аяганов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. –

Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 224-229. – EDN NMGMYY.

15. Семушкин, Н. И. Роботизация технологических процессов в овцеводстве и кролиководстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 236-241. – EDN CRXZFE.

16. Семушкин, Н. И. Перспективы автоматизации и роботизации технологических процессов в животноводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-236. – EDN QSPFAS.

17. Перспективы использования роботизированных установок в растениеводстве / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, М. Бенело, Д. Н. Семушкин // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 518-524. – EDN TZHUCB.

18. Семушкин, Д. Н. Классификация систем вентиляции / Д. Н. Семушкин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 318-323. – EDN LIUTVQ.

19. Семушкин, Н. И. Анализ технологии конструкций для хранения техники / Н. И. Семушкин, А. С. Яхин // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 259-263. – EDN YQRPBZ.

20. Современные конструкции для длительного хранения сельскохозяйственной техники / Н. И. Семушкин, А. С. Яхин, Р. Ф. Сабиров, Д. Н. Семушкин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова Игоря Евгеньевича, Казань, 25–26 мая 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 123-130. – EDN YQPTYA.

© Сёмушкин Н.И., Капустин Д.Ю., Сёмушкин Д.Н., 2022

УДК 631.362.3

Иванов Борис Литта*Кандидат технических наук, доцент**littab@mail.ru***Халиуллин Дамир Тагирович***Кандидат технических наук, доцент**damirtag@mail.ru***Гайфуллин Ильнур Хамзович***Кандидат технических наук, старший преподаватель**ilnur.gai@yandex.ru***Сафиуллин Ильнур Наилевич***Кандидат экономических наук, доцент**sin.ek.09@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ПРОДУКТОВАЯ ЛИНЕЙКА, КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ СЕРИИ АКРОС

Аннотация. Уборка урожая является самой ответственной операцией при производстве зерновых культур и направлено на обеспечение продовольственной безопасности страны. Качество и объёмы получаемого урожая зависят от технологической настройки, конструктивных особенностей и режимов работы зерноуборочной техники. В статье исследованы конструктивные особенности зерноуборочных комбайнов серии «Акрос» завода «Ростсельмаш», приведены их основные технические характеристики и описание работы. Приведены преимущества применения зерноуборочных комбайнов серии «Акрос» по сравнению зарубежными аналогами.

Ключевые слова: Зерноуборочный комбайн, урожай, обмолот.

Boris L. Ivanov*Candidate of Technical sciences, Associate professor**littab@mail.ru***Damir T. Khaliullin***Candidate of Technical sciences, Associate professor**damirtag@mail.ru***Ilnur Kh. Gaifullin***Candidate of Technical sciences, Senior Lecturer**ilnur.gai@yandex.ru***Ilnur N. Safiullin***Candidate of Economic sciences, Associate professor**sin.ek.09@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

PRODUCT LINE, DESIGN FEATURES OF ACROS SERIES GRAIN HARVESTERS

Abstract: Harvesting is the most responsible operation in the production of grain crops and is aimed at ensuring the food security of the country. The quality and volumes of the resulting crop depend on the technological settings, design features and operating modes of grain harvesting equipment. In the article, the design features of the «Acros» series combine harvesters of the Rostselmash plant are investigated, their main technical characteristics and a description of their work are given. The advantages of using combine harvesters of the «Acros» series in comparison with foreign analogues are given.

Key words: Combine harvester, harvest, threshing.

Производство зерна является одним из важнейших производственных процессов в растениеводстве и завершающей операцией в технологическом процессе возделывания сельскохозяйственных культур [1,2,3]. Для снижения потерь зерна и сохранения высокого качества урожая при уборке необходимо соблюдать агротехнические сроки и применять высокотехнические зерноуборочные комбайны. В структуре общих затрат на возделывание сельскохозяйственных культур уборка занимает до 50 % затрат энергии и 45...60 % трудозатрат [4,5,6].

Отечественный парк зерноуборочной техники в нашей стране составляют в основном машины Ростовского комбайнового завода «Ростсельмаш». Наибольшее распространение получили зерноуборочные комбайны продуктовой линейки «Acros». Заводом «Ростсельмаш» предлагаются серии комбайнов Acros-530, Acros-550, Acros-585 и Acros-595 plus. Данные модели являются высокопроизводительными и адаптированными под различные сельскохозяйственные культуры, отличия в мощности моторных установок и рабочей скорости уборки [7,8,9,10].

Зерноуборочные комбайны продуктовой линейки «Acros» предназначены для уборки урожая зерновых, бобовых и крупяных культур [11,12,13]. Комбайнами «Acros» возможны два способа уборки: однофазная (прямое комбайнирование) и двухфазная (раздельная) уборка на полях с уклоном до 8°. Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

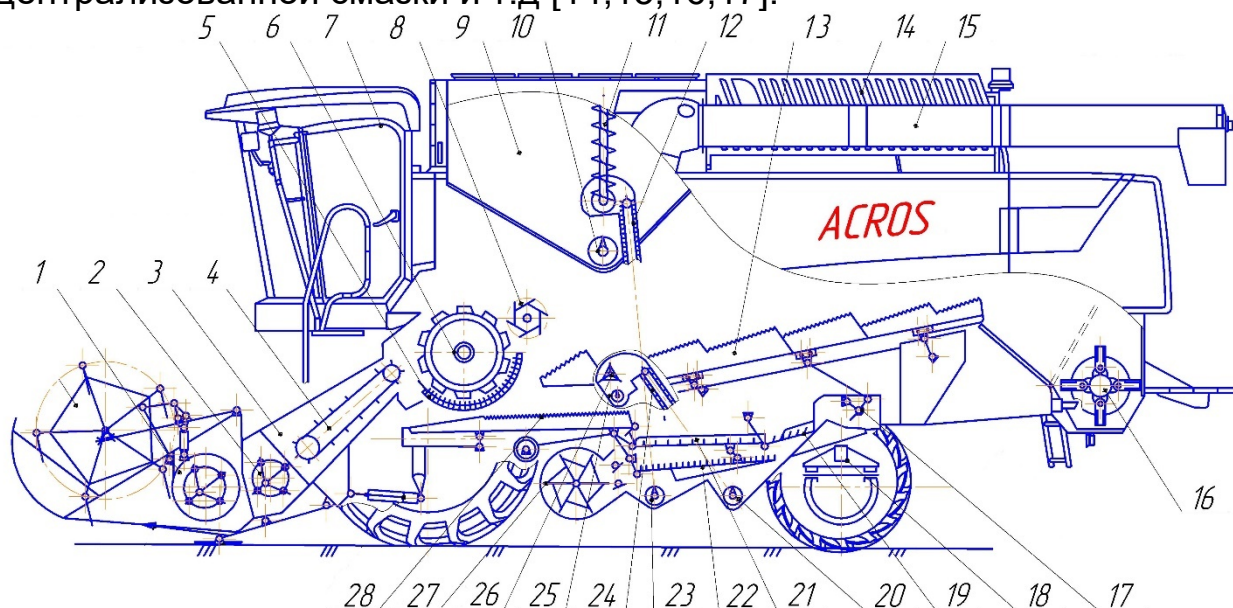
Таблица 1 – Основные технические характеристики зерноуборочных комбайнов серии «ACROS»

Наименование показателей	Ед. изм.	Модели Acros			
		530	550	585	595 plus
1	2	3	4	5	6
Жатвенная часть					
Ширина захвата жатки	м	5/6/7/9			

Ширина захвата подборщика	м	3,4		
Привод режущего аппарата	—	Планетарный редуктор «Shumacher»		
Скорость движения ножей	ход/мин	1140		1180
Молотильно-сепарирующее устройство (МСУ)				
Длина молотильного барабана	мм	1480		1485
Диаметр молотильного барабана	мм	800		
Частота вращения молотильного барабана (с понижающим редуктором)	мин ⁻¹	400...1045		420...945 (200...450)
Угол обхвата подбарабання	град	130 ⁰		
Регулировка подбарабання	-	Электропривод с управлением из кабины		
Число клавиш соломотряса	шт	5		
Площадь соломотряса	м ²	6,15		6,3
Частота вращения вентилятора очистки	мин ⁻¹	335...1050		360...1000
Бункер с выгрузным устройством				
Объем бункера	л	9000		
Скорость выгрузки	л/сек	90		
Высота выгрузки	мм	4300/4700		
Приспособления для уборки незерновой части урожая	Измельчитель-разбрасыватель			
Ходовая часть				
Трансмиссия		Гидростатическая		
Коробка передач		3-скоростная		
Транспортная скорость	км/ч	0...27		
Двигатель				
Марка		ЯМЗ-236БК	Cummins /QSC8/3	Cummins /6LTAA 8,9
Номинальная мощность	кВт (л.с.)	188(255)	206(280)	221(300) 242,6(330)/241(325)
Ёмкость топливного бака	л	540		
Габаритные размеры и масса				
Длина/ширина/высота (без жатки в транспортном положении)	мм	8600/3880/3940		8850/3880/3940
Масса без жатки/с жаткой	кг	13400±400		14330±430

Зерноуборочные комбайны «Акрос» (рисунок 1) содержат схожие узлы и агрегаты, и состоят из жатвенной части 1, бitera проставки 2 (по желанию заказчика), наклонной камеры 3, транспортера наклонной камеры 4, деки (подбарабання) 5, молотильного барабана 6, кабины (Comfort Cab) 7, отбойного бitera 8, зернового бункера 9, горизонтального шнека бункера 10, наклонного шнека бункера 11, загрузочного элеватора 12, соломотряса 13, двигателя внутреннего

сгорания 14, выгрузного шнека 15, измельчителя-разбрасывателя соломы 16, половонабивателя 17, моста управляемых колес 18, удлинителя верхнего решета 19, колосового шнека 20, верхнего решета 21, нижнего решета 22, зернового шнека 23, колосового элеватора 24, распределительного шнека 25; домолачивающего устройства 26, вентилятора очистки 27, транспортной (страстной) доски 28. По желанию заказчика также можно доукомплектовать комбайны половоразбрасывателями, системами РСМ Агротроник, картографирования урожайности и влажности, автоматической централизованной смазки и т.д [14,15,16,17].



- 1 – жатка; 2 – битер проставки; 3 – наклонная камера; 4 – транспортер наклонной камеры; 5 – подбарабанье; 6 – барабан; 7 – кабина; 8 – битер отбойный; 9 – бункер; 10 – шнек горизонтальный; 11 – шнек наклонный; 12 – загрузочный элеватор; 13 – соломотряс; 14 – двигатель; 15 – шнек выгрузной; 16 – измельчитель-разбрасыватель; 17 – половонабиватель; 18 – мост управляемых колес; 19 – удлинитель верхнего решета; 20 – шнек колосовой; 21 – верхнее решето; 22 – нижнее решето; 23 – шнек зерновой; 24 – колосовой элеватор; 25 – шнек распределительный; 26 – домолачивающее устройство; 27 – вентилятор очистки; 28 – транспортная доска

Рисунок 1 – Технологическая схема зерноуборочных комбайнов серии «Acros»

Современные зерноуборочные комбайны продуктовой линейки «Акрос» обладает высокой степенью универсальности и предназначены для среза на корню (или подбора из валка), обмолота и очистки любых хлебных, крупяных, зернофуражных, зернокармликовых, зернобобовых и технических культур и семенников [18,19,20].

Комбайны продуктовой линейки «Акрос» комплектуются наклонными камерами различных типов (по желанию заказчика), отличающимися по грузоподъемности, рамкам стыковочными и системами копирования рельефа поля. Грузоподъемность наклонных

камер достигает до 4,5 т, что позволяет использовать широкозахватные жатки. Все жатки комплектуются единым гидроразъёмом и простым устройством подсоединения адаптеров.

Завод «Ростсельмаш» производит зерноуборочную технику на основе передовых технологий и бережливого производства с учётом потребностей сельскохозяйственных предприятий. Комбайны для уборки урожая включают в себя машины различной производительности и укомплектованности, поэтому сельскохозяйственные предприятия могут подобрать зерноуборочные комбайны под конкретные требования и условия эксплуатации, а также объёмы производства зерновых культур.

На сегодняшний день зерноуборочные комбайны продуктовой линейки «Акрос» остаются самыми доступными по цене среди зарубежных аналогов, а специальные программы поддержки завода «Ростсельмаш» позволяют приобрести их на еще более выгодных условиях.

Литература:

1. Сафиуллин И.Н. Обеспеченность энергетическими ресурсами в сельскохозяйственных организациях Республики Татарстан/ И.Н. Сафиуллин, Р.М. Галяутдинов// Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2020. - С.412-415.

2. Иванов, Б.Л. Пути снижения энергетических затрат при сушке зерна / Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, И.Н. Сафиуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 19 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 83-89.

3. Погодкин, К.Г. Энергосберегающие технические средства при производстве сельскохозяйственной продукции / К.Г. Погодкин, Б.Л. Иванов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 158-160.

4. Лушнов, М.А. Оптимизация параметров горизонтального смесителя высоковязких кормов с эксцентрично расположенным рабочим органом / М.А. Лушнов, Б.Л. Иванов, А.И. Рудаков // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 97-102.

5. Патент № 2759333 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Модуль-приставка к пневматической сеялке для обработки семян

защитно-стимулирующими препаратами: № 2021109006: заявл. 01.04.2021: опубл. 12.11.2021 / Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев, А.В. Дмитриев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

6. Терминал управления AmaTron 4: Практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 24 с.

7. Галиев, И.Г. Анализ факторов, влияющих на технико-экономические и эксплуатационные показатели тракторов в аграрном производстве / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов, Т.А. Хусаинова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 95-100.

8. Галиев, И. Г. Определение весомости технологических операций и уровня расхода ресурса агрегатов и систем трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 3(25). – С. 74-77.

9. Хусаинов, Р.К. Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом дифференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 2(28). – С. 73-76.

10. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с. – ISBN 978-5-4365-3422-0.

11. Патент на полезную модель № 152481 U1 Российская Федерация, МПК A01D 41/127. Устройство контроля технологического процесса зерноуборочного комбайна: № 2015107112/13: заявл. 02.03.2015: опубл. 10.06.2015 / М.Ю. Костенко, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

12. Теоретические исследования эффективности функционирования контроля технологического процесса зерноуборочного комбайна / Р.В. Безносок, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, В.В. Фокин // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 18 мая 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 13-17.

13. Патент № 2458837 С1 Российская Федерация, МПК В65D 88/66, В65D 88/54. Бункерное устройство: № 2011120199/12: заявл. 19.05.2011: опубл. 20.08.2012 / К.В. Гайдуков, М.Б. Латышенок, М.Ю. Костенко.

14. Перспективная система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна / Н.В. Бышов, Р.В. Безносюк, В.В. Фокин [и др.] // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 15–16 сентября 2015 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 182-185.

15. Особенности применения современного тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 180-198. – DOI 10.21515/1990-4665-126-013.

16. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов, В.В. Фокин, Р.В. Безносюк [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 100-105.

17. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608. – DOI 10.21515/1990-4665-121-029.

18. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111.

19. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192.

20. Теоретическое обоснование необходимости использования системы контроля загрузки зерноуборочного комбайна / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.В. Фокин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 59-63.

© Иванов Б.Л., Халиуллин Д.Т., Гайфуллин И.Х., Сафиуллин И.Н., 2022

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ

УДК 632.03

Лукманова Айзиля Ахнаповна

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет, Казань

aizilya@mail.ru

Кадырова Фануся Загитовна

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, Казань

fanusa51@rambler.ru

ИМУННОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СЕПТОРИОЗА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРЕДКАМСКОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. Изучены агробиологические особенности сортов яровой мягкой пшеницы, рекомендуемых для возделывания в Средневолжском регионе. Выявлена степень восприимчивости сортов к септориозу колоса и листьев (*Leptosphaeria tritici*, *Leptosphaeria nodorum* E. Müll), а также проводилась оценка эффективности различных сроков применения фунгицидной обработки и их влияние на формирование урожайности зерна. Выявлена эффективность фунгицидной защиты сортов яровой пшеницы при обработке посевов фунгицидом Колосаль Про из расчета 0,3-0,4 л/га. Максимальная эффективность фунгицидной обработки на сортах Ульяновская 105 и Иделле проявилась в увеличении массы тысячи плодов и урожайности зерна при двукратном внесении препарата в фазе колошения и молочной спелости, на сорте Йолдыз – при однократном внесении в фазе колошения.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорта, контроль септориоза, фунгицид.

Aizilya A. Lukmanova

Graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

aizilya@mail.ru

Fanusya Z. Kadyrova

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

fanusa51@rambler.ru

IMMUNOGENETIC METHOD FOR THE CONTROL OF SEPTORIOSIS OF SPRING WHEAT IN THE PERKAM ZONE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. The agrobiological feature of spring soft wheat varieties recommended for cultivation in the Middle Volga region. The degree of susceptibility of varieties to ear and leaf septoria (*Leptosphaeria tritici*, *Leptosphaeria nodorum* E. Müll) was revealed, and the effectiveness of various terms of fungicidal treatment and their influence on the formation of grain yield was evaluated. The effectiveness of fungicidal protection of spring wheat varieties during the treatment of crops with the fungicide Kolosal Pro at the rate of 0.3-0.4 l/ha was revealed. The maximum efficiency of fungicidal treatment on varieties Ulyanovskaia 105 and Idelle was manifested in an increase in the weight of a thousand fruits and grain yield after a double application of the drug in the heading and milky ripeness phases, on the Yoldyz variety - with a single application in the heading phase.

Key words: spring wheat, varieties, control of septoria spike, fungicide.

В Среднем Поволжье России яровая пшеница остается одной из стратегически важных культур. При ее возделывании серьезной проблемой является восприимчивость растений к различным заболеваниям и абиотическим стрессам [1]. В последние годы наблюдается особенно большое распространение различных гемибиотрофных микозов пшеницы, в том числе и септориоза [2]. К числу септориозов, которые представляют серьезную проблему относятся септориоз колоса, вызываемый грибом *Leptosphaeria nodorum* E. Müll (анаморфа *Septoria nodorum* (Berk.) Berk.) [3...5]. В мировой практике для контроля септориоза колоса предпринимают возделывание сортов, как устойчивых к патогенам, так и отзывчивых к применению защитных мер [2]. В связи с этим, разработка приемов контроля распространения данного заболевания и оценка устойчивости сортов яровой пшеницы для условий такого крупного зернового региона как Республика Татарстан имеет бесспорное значение [6,7].

Исследования проводились в 2022 году на экспериментальном поле кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции Института биотехнологии и землепользования ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Объектами изучения были сорта яровой мягкой пшеницы (*Tr. aestivum*) Ульяновская 105, Иделле, Йолдыз и применение фунгицида в период вегетации, которая способствует замедлению развития и распространения возбудителей септориоза. Опыт заложен по методике полевого опыта на делянках площадью 8 м² в четырехкратной повторности. Технология обработки почвы, сроки и норма высева – общепринятые для зоны [8...10].

В опытах проводились следующие учеты, анализы и наблюдения:

1. Определение болезней проводили визуально с применением соответствующих методических материалов (Хохряков и др., 2003).

2. Расчет распространенности и интенсивности развития болезней рассчитывали по общепринятым в фитопатологии формулам [11].

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100 \quad (1)$$

где: P – распространенность болезни, %;

n – количество больных растений, шт.

N – общее количество осматриваемых растений, шт.

$$R = \frac{\sum(a \cdot b)}{N \cdot k} \cdot 100 \quad (2)$$

где: R – развитие болезни, %;

$\sum (a \cdot b)$ – сумма произведений количества больных растений (a) на соответствующий балл поражения (b);

k – высший балл шкалы учета;

N – общее количество осматриваемых растений, шт.

В случае использования %-ой шкалы, развитие болезни (R) рассчитывается как среднеарифметическое от общего объема наблюдений.

3. Наблюдения за развитием растений проводились по методикам Госсортиспытания.

4. Статистическую обработку данных провели по общепринятым методикам (Доспехов, 1985).

Краткая характеристика сортов, взятых для изучения.

Сорт Ульяновская 105 – допущен к возделыванию в Средневолжском регионе, засухоустойчив, среднеспелый, масса 1000 зерен 29...42 г. Средняя урожайность в регионе – 29,0 ц/га, что на 2,9 ц/га выше среднего стандарта. Основным достоинством сорта является высокая продуктивность в сочетании с высокой устойчивостью к листовым болезням и твердой головне [12].

Сорт Иделле - выведен в ФГБУ Татарский НИИСХ ФИЦ Казанский НЦ РАН. Допущен к возделыванию в Средневолжском регионе. Масса 1000 зерен 32...39 г., средняя урожайность по региону 24,8 ц/га. Засухоустойчив, умеренно устойчив к бурой ржавчине [12].

Сорт Йолдыз - выведен в ФГБУ Татарский НИИСХ ФИЦ Казанский НЦ РАН. Допущен к возделыванию в Средневолжском регионе. Масса 1000 зерен 33...42 г., высокоурожайный, превышает в зоне урожайность среднего стандарта на 2,1 ц/га. Засухоустойчив, умеренно устойчив к бурой ржавчине [13].

Почва опытного участка серая лесная, среднесуглинистая. Содержание гумуса (по Тюрину) – 3,3%, подвижного фосфора – 161 мг/кг, обменного калия – 172 мг/кг, pH солевой вытяжки – 6,5. Учет болезней проводили по методике ВНИИФ по шкале Джеймса. Фунгицидную обработку, препаратом Колосаль Про с действующими веществами пропиконазол и тебуконазол, из расчета 0,3-0,4 л/га при расходе рабочей

жидкости 300 л/га проводили однократно в фазе колошения, молочной спелости и двукратно в фазах колошения и молочной спелости. Вегетационный период 2022 года отличался умеренными температурами и обильными осадками в период кущения и острозасушливыми условиями в период налива зерна. Такие условия в начале вегетации способствовали распространению болезней, но засушливая вторая половина вегетации позволила объективно оценить продуктивность и засухоустойчивость сортов и замедлила интенсивность развития септориоза колоса.

На сегодняшний день септориоз – является одним из вредоносных и распространенных заболеваний зерновых культур. Всего за 30 лет это заболевание сумело занять место среди наиболее вредоносных болезней злаковых культур [14]. Кроме того, отмечается рост интенсивности распространения септориоза в агроценозах злаковых культур. На полях с распространенным и умеренно распространенным септориозом потеря урожая составляет от 15 до 30%. При эпифитотиях потери урожая нередко достигают 30-40%, одновременно снижается содержание белка и клейковины, ухудшаются посевные свойства семян [14, 15].

Данные оценки сортов по зараженности растений септориозом по приведены в таблице 1. Анализ табличных данных свидетельствует о том, что в условиях 2022 г в фазе молочной спелости наиболее сильно поражались септориозом листья сорта Иделле. Меньшим поражением как листьев, так и стебля отличался сорт Ульяновская 105.

Таблица 1 – Оценка распространенности септориозом в изучаемых сортах (фаза молочной спелости) 2022 г., %

Сорта	Молочная спелость					
	На листьях		На стеблях		На колосе	
	R*	P*	R	P	R	P
Ульяновская 105	5,3	1,5	0	0	0	0
Иделле	38,3	10	0,1	10	0,1	10
Йолдыз	13,3	4	0	0	0	0

R – развитие болезни, %;

P – распространенность болезни, %.

Обработка растений фунгицидом и благоприятные погодные условия для налива зерна способствовали увеличению урожайности, крупности и выполненности зерна (табл. 2).

Наиболее урожайным в условиях 2022 года, среди изученных сортов был сорт Иделле селекции Татарского НИИСХ. Достоверное превышение

в контрольном варианте по урожайности данного сорта над сортом Ульяновской 105 составило 0,43 т/га, а над сортом Йолдыз – 0,38 т/га.

Таблица 2 – Влияние сроков фунгицидной обработки растений на формирование урожая и массы тысячи семян сортов яровой мягкой пшеницы, 2022 г

Варианты обработки фунгицидом	Урожайность, т/га	МТС, г	Прибавка урожайности по отношению к контролю	
			т/га	%
Ульяновская 105				
Контроль	4,22	31,8		
Фаза колошения	4,63	32,7	0,41	109,71
Фаза молочной спелости	4,72	32,1	0.5	111,84
Фаза колошения и фаза молочной спелости	5,33	36,2	1,11	126,03
Иделле				
Контроль	4,65	34,0		
Фаза колошения	3,97	35,1	-0,68	85,37
Фаза молочной спелости	5,07	35,9	0,42	109,03
Фаза колошения и фаза молочной спелости	5,58	33,1	0,93	120
Йолдыз				
Контроль	4,27	40,33		
Фаза колошения	4,41	41,33	0,14	103,27
Фаза молочной спелости	3,96	39,80	-0,31	92,74
Фаза колошения и фаза молочной спелости	3,43	41,20	-0,84	80,32
НСР ₀₅ А (внесение фунгицида)	0,07			
НСР ₀₅ В (сорт)	0,15			

Сорта по-разному отзывались на фунгицидную обработку растений при формировании урожайности зерна [16-19]. Сорт Ульяновская достоверно и последовательно повышала урожайность по мере проведения обработок. Наиболее эффективной для данного сорта оказалась двукратная обработка, что вероятно связано с продолжительным периодом активности патогена на растениях данного генотипа [17]. Величина прибавки урожая от двукратной обработки составила 1,11 т/га, тогда как при однократной обработке в фазе

колошения прибавка к контрольному варианту составляла 0,41 т/га, в фазе молочной спелости – 0,5 т/га. На величину прибавки при двукратной обработке повлияло, в том числе, и значительное (4,4 г) увеличение крупности зерна.

Аналогичная зависимость прослеживается и по сорту Иделле. Максимальная урожайность (5,58 т/га) получена по данному сорту при двукратной обработке, что достоверно выше урожайности этого варианта и над сортом Ульяновская 105 и над сортом Йолдыз. Увеличение урожайности обеспечивалось, вероятно за счет других элементов структуры урожая, т.к. масса 1000 семян несколько понизилась в сравнении с контролем и однократными обработками.

Сорт Йолдыз сформировал максимальную урожайность (4,41 т/га) при обработке растений фунгицидом в период колошения. Более поздняя обработка в период молочной спелости снизила урожайность зерна на 0,45 т/га, а также и массу 1000 плодов. Эффективность двукратной обработки отразилось только лишь на формировании крупного зерна, урожайность также была ниже, чем у лучшего для данного сорта варианта на 0,98 т/га.

Таким образом, обобщая представленный анализ можно сделать следующие предварительные выводы:

- эффективность возделывания сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Предкамской зоны РТ значительно повышается от фунгицидных обработок Колосаль Про из расчета 0,3-0,4 л/га, контролирующего развитие и распространение септориоза;

- наиболее урожайным и наиболее отзывчивым к фунгицидной обработке оказался сорт Иделле, обнаруживший наибольшую восприимчивость к септориозу и сформировавшим наиболее высокую урожайность (5,58 т/га) при двукратной обработке в фазах колошения и молочной спелости;

- наиболее крупнозерным в условиях 2022 года был сорт Йолдыз, максимальная величина массы тысячи зерна у которого 41,3 г реализовалась при фунгицидной защите в сроки, наиболее оптимальные для этого сорта – в фазе колошения.

Литература

1. Говоров Д.Н. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году / Под ред. Д.Н. Говорова. – М.: ФГУ «Россельхозцентр», 2016. – 1037 с.
2. Максимов И.В., Яруллина Л.Г. Трофические группы фитопатогенов: механизмы взаимодействия и коэволюция с хозяевами / Материалы VII всероссийской микологической школы- конференции с международным участием «Биотические связи грибов: мосты между царствами». Сборник докладов и тезисов, 2015., 232 с.

3. Минушев Ф.Х., Матюшин М.С. Опыт возделывания яровой пшеницы в Татарии. - Казань, Таткнигоиздат, 1978. - 96 с.
4. Санин С.С., Черкашин В.И., Назарова Л.Н. и др. Болезни зерновых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга). – М. - 2010. – 138 с.
5. Шпаар Д., Постников А.Н., Крацш Г., Маковски Н. возделывание зерновых. – М., Аграрная наука, Ик «Родник» 1998 – 336 с.
6. Патент № 2536061 С1 Российская Федерация, МПК А01D 41/127, G01N 33/02. Способ определения механических микроповреждений зерна: № 2013140068/13: заявл. 28.08.2013: опубл. 20.12.2014 / Р. Р. Лукманов, А. В. Дмитриев, Б. Г. Зиганшин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).
7. Current trends in the development and efficiency of irrigation systems / I. R. Nafikov, R. R. Lukmanov, M. A. Lushnov [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources", Kazan, 26–28 мая 2022 года. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00049. – DOI 10.1051/bioconf/20225200049.
8. Почвообрабатывающие машины: устройство, подготовка к работе и эксплуатация: Учебное пособие для СПО / В. Е. Бердышев, А. Р. Валиев, А. В. Дмитриев [и др.]. – Саратов: Профобразование, 2022. – 272 с. – ISBN 978-5-4488-1481-5. – EDN PWRQLJ.
9. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие машины: Учебное пособие / В. Е. Бердышев, А. Р. Валиев, А. В. Дмитриев [и др.]. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 292 с.
10. Машины для посева AMAZONE: практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ / Д. Т. Халиуллин, А. В. Дмитриев, Р. Р. Лукманов, Р. К. Хусаинов. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – 32 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
12. Дебрук И.В. Зерновые культуры. Актуальные проблемы / И.В. Дебрук. – М.: Колос, 1981 – 128 с.
13. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I. I. Maksimov, N. R. Adigamov, A. A. Mustafin [et al.] // Periodico Tche Quimica. – 2019. – Vol. 16. – No 31. – P. 540-557. – EDN WАННUC.
14. Ерохина А. Иммуитет растений к вредным организмам // Защита и карантин растений. - 1996. - № 4. - 21.
15. Кашапов, И. И. Результаты экспериментальных исследований оросительной системы / И. И. Кашапов, Р. Р. Лукманов // Циркулярная

экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24–25 февраля 2022 года. – Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 124-132.

16. Кадырова, Ф. З. Особенности репродуктивной биологии *Fagopyrum esculentum* Moench в условиях Республики Татарстан / Ф. З. Кадырова, Л. Р. Кадырова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 4(34). – С. 131-134.

17. Сорта зерновых, зернобобовых культур и технология их возделывания в Республике Татарстан. Под редакцией Габдрахманова И.Х. Казань.: МСХ и П РТ. - 2012. - 94 с.

18. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

19. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© Лукманова А.А., Кадырова Ф.З., 2022

УДК 631.363.21

Сабилов Булат Миннефаилевич*Ассистент**Казанский государственный аграрный университет, Казань**sabbm5@mail.ru*

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Аннотация. В статье представлены основные требования, предъявляемые к приготовлению кормов, в частности на измельчения. Дан краткий обзор ныне существующих машин и оборудования для приготовления концентрированных кормов. Рассмотрены классификации кормовых дробилок по способу организации рабочего процесса.

Ключевые слова: дробилка кормов, дробление зерна, металлоемкость, энергопотребление, конструкция.

Bulat M. Sabirov*Assistant**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**sabbm5@mail.ru*

ANALYSIS OF TECHNICAL MEANS FOR GRINDING CONCENTRATED FEED AND THEIR CLASSIFICATION

Abstract. The article presents the basic requirements for the preparation of feed, in particular for grinding. A brief review of the currently existing machines and equipment for the preparation of concentrated feed is given. Classifications of fodder crushers according to the method of organizing the workflow are considered.

Key words: feed crusher, grain crushing, metal consumption, energy consumption, design.

Одним из важных факторов в усвоении питательных веществ организмами животных выступает измельчение. Измельченная частица имеющая небольшой размер качественнее и быстрее обрабатывается желудком животных [1,2]. Одной из особенностей измельчения является снижение энергозатрат животных на пережевывание пищи, а также повышение их текучести и создание благоприятных условий для механизации и автоматизированного процесса дозирования, перемешивания, раздачи.

При измельчении применяются различные методы: разбивание свободным ударом, раздавливание, плющение, резание, крошение, истирание и т.д. [3]. Каждая из вышеперечисленных методов измельчения

корма может быть применена в соответствии с назначением измельчителя и физическими и механическими свойствами, которые производятся различными измельчителями с специальными рабочими органами. Приведем пример, зерновые корма для скормливания свиней прибегают к такому способу измельчения, - как растирание и плющение; зеленую массу (травы) для приготовления кормов для крупного рогатого скота измельчают резанием; свободный удар, скалывание, истирание – используют для приготовления комбикормов из сухого, фуражного зерна; раздавливание или плющение применяют для непосредственного скормливания или консервирования.

Выбор вида машин для измельчения материала определяется индивидуальными свойствами материала, который подвергается интенсивному измельчению, а также необходимости отделения от примесей [4,5,6]. Центробежно-ударные дробилки предназначены для тонкого (тонкое) разделения микрокристаллических частиц наряду с отделением крупных частиц грязи. Для мелкого измельчения, сопровождающего отделение крупных зерновых, используются цилиндрические или роторные дробилки.

Важную роль играет прочность материала (применяется при ударе или сжатии). В некоторых материалах одной прочности может быть разная хрупкость. Материалы с непосредственным измельчением часто обладают разрушительным напряжением в процессе деформации σ и разделяются на: мягкие (<100), средней прочности (100-500), прочные (500-1000) и очень прочные (>1000). Это необходимо для того, чтобы узнать свойства прочности материалов при сжатии и ударе [7,8]. При этом, если материал имеет повышенную хрупкость, его измельчение проходит значительно легче. У вязких материалов измельчение проходит гораздо труднее и поэтому при работе (обработка и получение сухих продуктов) с шаровыми дробилками их охлаждают до температуры ниже 0°C .

В процессе приготовления концентрированного корма зоотехническими требованиями обусловлены следующее [9]:

1. 1) Очищение земли, солоmistых примесей, сорных семян – на зерноочистительных машинах;
- 2) Удаление металлических примесей - на магнитных сепараторах [10].

По ГОСТ 18681-73 содержание минеральных примесей в кормосмесях допускается не более 0,3 % для молодняка молочного скота, поросят-отъемышей и цыплят; 0,5% - для крупного рогатого скота и свиней; 0,7% - для крупного рогатого скота и овец. Содержание песка в травяной муке не допускается более 1%.

Также имеет важное значение допустимая концентрация металломагнитных примесей. К примеру, содержание примесей металла

размером не более 2мм, имеющую форму с не отстроеными краями, допускается не менее 25 мг на 1 кг концентрированного корма.

Из-за наличия в комбикормах металлических включений сверх допустимого уровня, то она будет непригодна для употребления в пищу животным, так как может вызвать у них заболевание и гибель [11]. Важно отметить, что металломагнитные частицы с острыми режущими кромками наиболее опасны.

Для отделения металлических примесей используют магнитные сепараторы. Такие машины состоят из статических магнитов и электромагнитов [12, 13, 14]. Если рассмотреть с точки зрения теоретической механики, то мощность одного магнитного полюса, состоящего из углеродосодержащей, стали, должна составлять 110-150 Н в 1 см поверхности магнитных полюсов. Среди существующих недостатков магнитных сепараторов со статическими магнитами можно отметить малую подъемную силу в нужном количестве, а также снижение уровня магнитного поля с течением времени.

2. Измельчение необходимо производить в разных мельницах, дробилках, измельчителях до требуемой крупности разными способами. Для некоторых видов животных зерновые частицы имеют следующие размеры по зоотехническим требованиям: для крупного рогатого скота - не более 3 мм, для домашней птицы - не более 2-3 мм, для свиней - 1 мм.

Государственный стандарт (ГОСТ 8770–58) на комбикорма определяет 3 степени размола (модуль помола). Каждый модуль помола имеет свой размер частиц (мм): от 0,2...1 мм (мелкий), от 1...1,6 мм (средний), от 1,8 и выше (грубый) [15].

3. На специальных смесителях, дозаторах и универсальных комбикормовых машинах происходит дозирование и смешивание компонентов при приготовлении кормосмесей [16, 17].

Одинаковая питательная ценность кормовой смеси обеспечивается при однородном составе. Доля однородности зерновых кормов в зависимости от возраста животных и назначения во виду должна быть в пределах 90-95 %.

4. На грануляторах (пресс-гранулятор) происходит гранулирование муки травяной и зерновых кормосмесей.

Дробилки с молотками закрытой формы в зависимости установки рабочего процесса классифицируются на следующие виды (Рисунок 1) [20]:

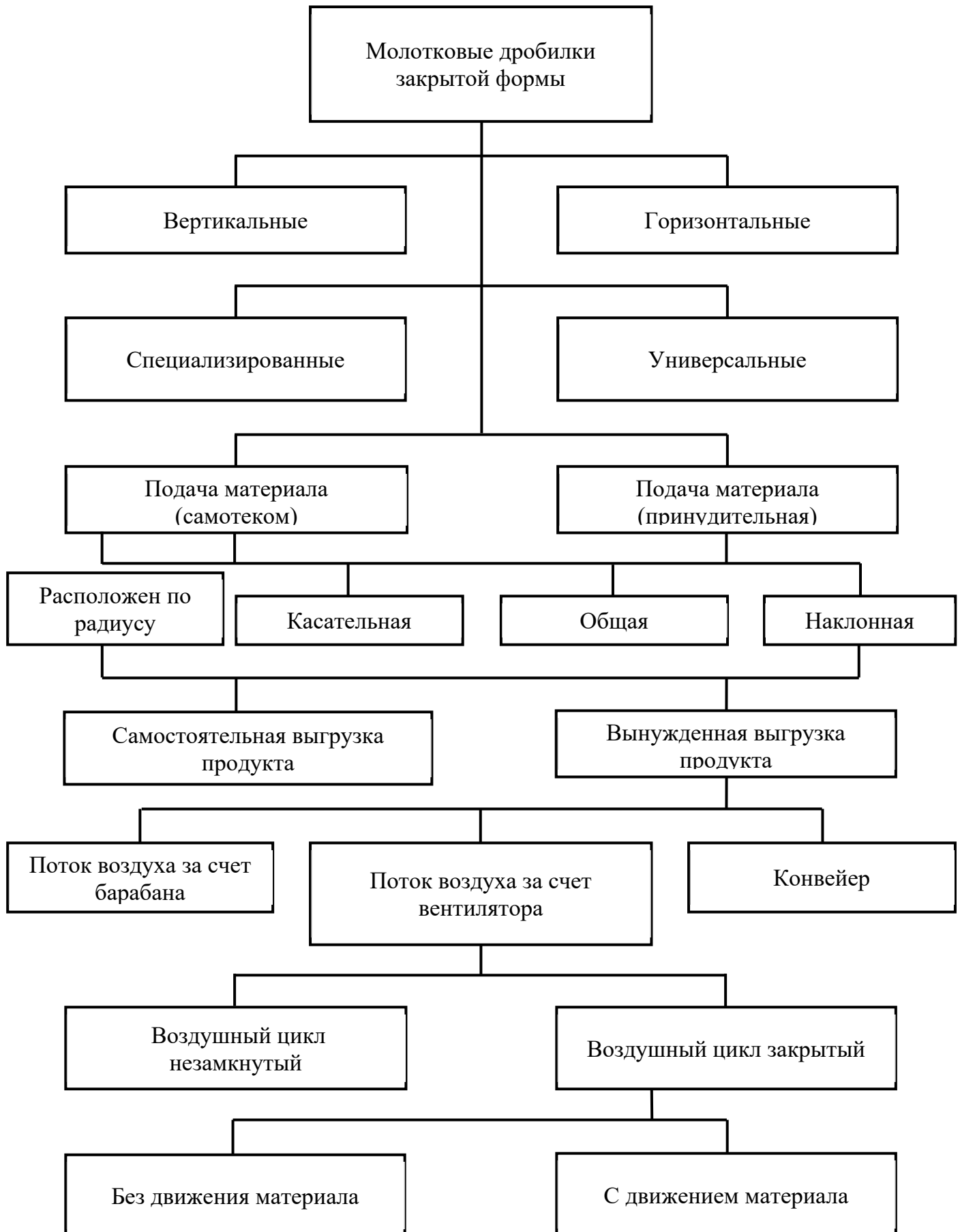


Рисунок 1 – Виды молотковых дробилок

Из вышеприведенной классификации можно сделать вывод, что дробилка молотковая играет непосредственно важное значение в обеспечении сельхозпроизводителей качественным кормом. Но важно также отметить, что правильность применения дробилок очень важна для правильной постановки технологических процессов.

Литература

1. Сабиров, Б. М. Мукомольные свойства зерна ржи и пшеницы / Б. М. Сабиров // Трансформация АПК: цифровые и инновационные технологии в производстве и образовании: Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Омск, 30 марта 2022 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 202-205. – EDN GFMSUE.
2. Сабиров, Б. М. Совершенствование способов измельчения зерна / Б. М. Сабиров // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 10–11 февраля 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 140-144. – EDN FVSSVR.
3. Дробилка молотковая безрешетная для измельчения концентрированных кормов / Ф.Ф. Хасанова, И.Р. Нафиков, Ф.Ф. Хасанов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 197-201. – EDN TXUKKS.
4. Замалдинов, Н.М. Экспериментальная установка для измельчения сочных кормов / Н.М. Замалдинов, Р.Р. Лукманов, И.Р. Нафиков // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 98-103. – EDN WETCLJ.
5. Пополднев, Р. С. Обзор конструкций измельчителей кормов / Р. С. Пополднев, Б. М. Сабиров // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года.

– Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 13-22. – EDN WGQZQL.

6. Патент на изобретение № 2644186 С1 Российская Федерация, МПК В02С 13/00. Универсальный малогабаритный молотковый измельчитель: № 2015141808: заявл. 01.10.2015: опубл. 08.02.2018 / М. Б. Балданов, И. Б. Шагдыров, Э. Б. Балданов, В. И. Коновалов, Б. И. Шагдыров; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова».

7. Кашапов, И. И. Анализ существующих конструкций доильных аппаратов почетвертного доения / И. И. Кашапов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 122-128.

8. Сабиров, Б. М. Разработка дробилки кормов лопастного типа / Б. М. Сабиров, Р. С. Пополдnev // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 380-385. – EDN SNBRXW.

9. Превентивная стратегия технического обслуживания дробильного оборудования / И. Х. Гималтдинов, Б. Г. Зиганшин, И. Г. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 71-76. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-71-76.

10. Гильмуллин, И. Т. Разработка машины для дробления зерна / И. Т. Гильмуллин, И. А. Саяхов, И. Р. Нафиков // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 53-58. – EDN MNWJQZ.

11. Разработка конструкции измельчителя-смесителя кормов / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Д. Т. Халиуллин, Р. С. Пополдnev // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля

2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 121-126.

12. Патент на полезную модель № 58947 U1 Российская Федерация, МПК В02С 13/04. Молотковая дробилка: № 2005106811/03: заявл. 09.03.2005: опубл. 10.12.2006 / Б. Г. Зиганшин, И. Е. Волков, Р. Р. Хайдаров, И. Ф. Файзуллин; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

13. Гильмуллин, И. Т. Разработка машины для дробления зерна / И. Т. Гильмуллин, И. А. Салыхов, И. Р. Нафиков // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 53-58.

14. Сабиров Б.М., Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет»; Могилев: МГУП, 2020. – Т.2-494 с.

15. 1. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. Vol. 17. – Kazan: EDP Sciences, 2020.

16. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142.

17. Патент на полезную модель № 204875 U1 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Универсальный измельчитель кормов: № 2021104552: заявл. 24.02.2021: опубл. 16.06.2021/ В. В. Новиков, А. С. Грецов, С. В. Денисов, А. Л. Мишанин, О. Г. Мальцева, Н. Г. Усаров, Е. В. Янзина; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет».

18. Патент № 2667098 С1 Российская Федерация, МПК В02С 13/14. Устройство для дробления зерна: № 2017113492: заявл. 18.04.2017: опубл. 14.09.2018 / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Б. М. Сабиров [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ).

19. 2. Патент на полезную модель № 127136 U1 Российская Федерация, МПК F04C 25/02. Насос вакуумный двухроторный: № 2012152764/06: заявл. 06.12.2012: опубл. 20.04.2013 / Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Лукманов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

20. Замалдинов, Н. М. Экспериментальная установка для измельчения сочных кормов / Н. М. Замалдинов, Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 98-103.

21. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© Сабиров Б. М., 2022

УДК 631.363.21

Сабилов Булат Миннефаилевич

Ассистент

Казанский государственный аграрный университет, Казаньsabbm5@mail.ru

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ

Аннотация. В данной статье приведены некоторые виды измельчения. Рассмотрены процессы измельчения комбикормов для рыб, а также изучение влияния степени размола рассыпного комбикорма на качество и продуктивные свойства гранул сухого прессования.

Ключевые слова: зерновой материал, измельчение, колосниковые решета, гранулы, сухое прессование.

Bulat M. Sabirov

Assistant

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russiasabbm5@mail.ru

GRINDING OF RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF COMPOUND FEED FOR FISH

Abstract. This article shows some types of grinding. The processes of grinding compound feed for fish, as well as the study of the influence of the degree of grinding of loose compound feed on the quality and productive properties of dry-pressed granules, are considered.

Key words: grain material, grinding, grate sieves, granules, dry pressing.

Комбикорм является одним из основных составляющих при кормлении рыб. Для комбикормов, особенно для рыб, в отличие от аналогичных продуктов для животных, предъявляются более высокие требования к степени измельчения исходной продукции. Особенно внимательно следует размолоть сырье при изготовлении комбикорма для молодежи [1,2].

Для измельчения сырья, корма используют дробилки различных конструкций: молотковые, ротационные, штифтовые или дисперсионные, дисковые, ножевые. В некоторых случаях используются дробилки, при которых обработанный продукт оказывается многократным ударным воздействием на рабочие органы, молотки и деку.

Молотковые дробилки в зависимости от назначения имеют различные конструкции и характеристики [3, 4, 5]. Бывают дробилки для грубого измельчения, в которых имеется несколько приводов и

оборудованы решетками размером отверстий 5-7 мм. В комплекте с дробилками идут и молотки, которые имеют разные ступенчатые пластины, в частности, это дробилки для мелкого измельчения (помола) имеющие размер отверстий от 0,6 до 3,5 мм, если необходимо получить данную степень измельчения продукта [6, 7].

Большинство комбикормовых предприятий применяют дробилки без решет для получения мелкого измельчения, с молотками из износостойкой пластины, а для взятия пробы сверхмелкого продукта используются разного рода классификаторы.

Обработка материала особенно необходимо для разрушения клеточных стенок растений некрахмальными полисахаридами, которые задерживают питательные вещества внутри клеток и затрудняют их смешивание с пищеварительными соками [8, 9, 10]. Мембраны животных клеток также являются барьером, препятствующим проникновению ферментов. Кроме того, при измельчении зерна крахмальные зерна частично разрушаются и становятся более доступными для амилолитических ферментов. Использование плохо измельченного сырья в составе стартового корма может привести к повреждению или закупорке пищеварительного тракта рыб и их гибели [11, 12].

Степень измельчения сырья или кормосмеси перед производством гранул, по терминологии, принятой в комбикормовой промышленности, определяется понятием «тонкость помола» (или тонкость помола). Он представляет собой остаток на сите с отверстиями определенного диаметра, выраженный в % от количества посеянного корма.

В середине 70 х годов XX века в начале отечественного развития технологий гранулирования для рыбных кормов были проведены исследования о воздействии степени измельчения рассыпного корма на качество и количество производства.

Промышленная кормовая смесь К-III с промышленной поставкой карпа поточного было показана, что при снижении частицы комбикорма, который идет на прессовку, повышает водостойкость гранул в 3 раза, то есть до 0,5 мм [13, 14, 15]. В условиях оптимальной температуры для первой зоны рыбоводства от 14-15 до 22 °С, эффективность сухого корма от 45 до 52%, белка - от 67 до 75%, энергии - от 52 до 57% (Таблица 1).

Общий суммарный эффект зерна и улучшения его усвояемости после измельчения выражается в снижении затрат на кормление 1 кг прироста карпа на 20%. Видно, что использование протеина корма повышает белок в организме рыб на 31%, а общее производство рыбы увеличивается на 27%.

Дальнейшее дробление частей сырья до 0,03-0,05 мм комбикорма для двухлетнего карпа привело к негативному эффекту, хотя значительно увеличилась водостойкость гранулы [16, 17, 18]. Благодаря такому тонкому помолу сила сцепления частиц кормов при гранулировании резко увеличилась, а гранулы получили сверхвысокие прочности. У них

повысилась влажность до 6-8 часов. Они не набухали, не дробились зубами глотки, а их кусочки, не рыхлясь, долго хранились в кишечнике, что мешало контакту питательных веществ в корме и пищеварительных соках. Благодаря этому гранулы были неудобоваримыми, в связи с чем продуктивность кормов резко снижалась [19-20].

Таблица 1 - Содержание питательных веществ в гранулах сухой прессовки

Крупность комбикорма	Ср. размер частиц	Водостойкость, мин	Температура воды, °С	Сухое вещество	Протейн	Сумма углеводов	Зольные элементы	Энергия
Содержание в корме, % сухого вещества, кДж/100 г								
				98	24,2	64,4	6,0	1,59
Переваримость питательность веществ, % съеденных (M±m)								
Опыт №1	1,3	32	14-15	41,1±0,4	67,4±0,5	38,6±0,8	12,6±4,2	49,7
			23	47,5±1,1	70,5±1,6	42,8±1,0	32,3±5,6	53,9
Сред.				45,3	68,2	40,8	23,3	51,8
Опыт № 2	0,5	76	14-15	49,0±1,4	73,1±0,7	43,6±1,8	5,4±2,3	54,8
			19	52,2±1,5	78,9±1,2	49,4±2,7	13,6±4,3	59,4
Сред.				52,4	73,6	45,3	8,7	57,6

Результаты данных исследований стали основой для внесения в разработанный ГОСТ Р нового показателя «крупность», выраженного в форме остатка на решетке диаметром 1,2 мм – не менее 5 размолотых сырья, соответствующего среднему объему частиц 0,5 мм.

Отметим, что «крупность» является показателем, который меняется в соответствии с диаметром сита, а также величиной остатков. То же среднее количество частиц дает 0,5 мм, просев его через отверстие диаметром 1,0 мм, остаток не менее 10 мм.

Литература

1. Сабиров, Б. М. Совершенствование способов измельчения зерна / Б. М. Сабиров // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 10–11 февраля 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 140-144. – EDN FVSSVR.

2. Сабиров, Б. М. Разработка дробилки кормов лопастного типа / Б. М. Сабиров, Р. С. Пополднев // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 380-385. – EDN SNBRXW.
3. Патент на полезную модель № 181466 U1 Российская Федерация, МПК В02С 13/14. Устройство для дробления зерна: № 2017115268: заявл. 28.04.2017: опубл. 16.07.2018 / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Б. М. Сабиров [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN HWKHSE.
4. Дробилка молотковая безрешетная для измельчения концентрированных кормов / Ф.Ф. Хасанова, И.Р. Нафиков, Ф.Ф. Хасанов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 197-201. – EDN TXUKKS.
5. Машины для заготовки кормов / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, А. Р. Валиев [и др.]. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2016. – 200 с.
6. Замалдинов, Н.М. Экспериментальная установка для измельчения сочных кормов / Н.М. Замалдинов, Р.Р. Лукманов, И.Р. Нафиков // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 98-103. – EDN WETCLJ.
7. Сабиров, Б. М. Анализ существующих теорий дробления зерна / Б. М. Сабиров, И. М. Гомаа, Р. Р. Мусин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 177-184.
8. Гильмуллин, И. Т. Разработка машины для дробления зерна / И. Т. Гильмуллин, И. А. Саяхов, И. Р. Нафиков // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и

техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 53-58. – EDN MHWJQZ.

9. Необходимость внедрения инновационных технологий в молочном животноводстве / Ф. Ф. Ситдилов, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Шайдуллин, А. Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 4-2(56). – С. 69-74. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-69-74.

10. Сабиров, Б. М. Мукомольные свойства зерна ржи и пшеницы / Б. М. Сабиров // Трансформация АПК: цифровые и инновационные технологии в производстве и образовании: Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Омск, 30 марта 2022 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 202-205. – EDN GFMSUE.

11. Использование современных технологий в молочном животноводстве / Ф. Ф. Ситдилов, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Шайдуллин, А. Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 81-87. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-81-87.

12. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 40-45.

13. Анализ конструкций машин для дробления кормов / З. С. Хабибуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий, И. М. Гомаа // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 86-91.

14. Замалдинов, Н. М. Экспериментальная установка для измельчения сочных кормов / Н. М. Замалдинов, Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 98-103.

15. Гомаа, И. М. Анализ конструкций измельчителей корнеклубнеплодов / И. М. Гомаа, Б. М. Сабиров, А. Х. Абделфаттах // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 61-67. – EDN MREKWM.
16. Разработка конструкции измельчителя-смесителя кормов / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Д. Т. Халиуллин, Р. С. Пополдnev // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 121-126.
17. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142.
18. Пополдnev, Р. С. Анализ конструкций измельчителей кормов / Р. С. Пополдnev, Г. В. Алексеева, Д. Т. Халиуллин // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 16 декабря 2020 года. – Москва: ЭйПиСиПабблишинг, 2020. – С. 681-685.
19. Пополдnev, Р. С. Анализ конструкций измельчителей кормов / Р. С. Пополдnev, Г. В. Алексеева, Д. Т. Халиуллин // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 04–05 февраля 2021 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2021. – С. 111-114.
20. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 631.363.21

Сабиров Булат Миннефаилевич

Ассистент

Казанский государственный аграрный университет, Казаньsabbm5@mail.ru

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБОРУДОВАНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРНА

Аннотация. В статье рассмотрены основные принципы очистки зерна от примесей. Приведен анализ ряда технологии послеуборочной обработки зерна, такие как периодическая, поточная и полнопоточная. Все эти технологии различаются между собой рядом условий: круглосуточная бесперебойная приемка заготовленного зерна, его полная сохранность в процессе послеуборочной обработки и хранения, минимальные затраты при выполнении всех этих работ и т.д.

Ключевые слова: послеуборочная обработка зерна, двухэтапная сушка, зернового ворох, повышенная влажность, поточная технология.

Bulat M. Sabirov

Assistant

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russiasabbm5@mail.ru

OVERVIEW OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR GRAIN SURFACE CLEANING

Abstract. The article discusses the basic principles of cleaning grain from impurities. The analysis of a number of technologies for post-harvest processing of grain, such as periodic, in-line and full-flow, is given. All these technologies differ from each other in a number of conditions: round-the-clock uninterrupted acceptance of harvested grain, its complete safety during post-harvest processing and storage, minimal costs when performing all these works, etc.

Key words: post-harvest processing of grain, two-stage drying, processing of grain heap with high humidity, in-line technology.

В настоящий момент обеспечение продовольственной безопасности РФ в значительной степени зависит от объемов производства зерновых культур, которые, вместе с тем, необходимы для снабжения населения продуктами питания, животноводческой отрасли кормами и создания семенного фонда. Для стабильного удовлетворения потребностей в продовольственном и фуражном зерне всей страны ежегодные валовые сборы зерна должны быть в пределах 110-115 млн.

тонн. Для решение данной задачи необходимо совершенствовать существующие или новый технологий, требуется модернизация технических средств, которые при минимальных затратах труда, обеспечивают качественную послеуборочную обработку убранных зерно с наименьшими потерями полноценного зерна. Основная составляющая послеуборочной технологии зерна - очистка примесей [1, 2]. Во многих хозяйствах страны применяются разного рода зерно и семяочистительные машины старых образцов (70-80-х годов), которые различаются по видам рабочих органов и по технологии. К ним можно отнести воздушные, решетные, воздушно-решетные, триерные машины, выработавшие свой ресурс в процессе долговременной эксплуатации. Многие из указанных машин не работают, т.е. не обеспечивают надлежащего качества очистки и сортировки семян в одном технологическом проходе, и поэтому эффективность их функционирования не удовлетворяет техническим характеристикам. Эффективная очистка зерновых ворохов и увеличение производительности машин могут быть достигнуты при использовании пневмофракционных методов очистки зерна в комплексе с решетками.

Важнейшим продуктом питания человека и кормом для сельскохозяйственных животных является зерно, благодаря своей уникальной белковой, энергетической и минеральной ценности. Производство зерна играет важнейшую роль в экономическом развитии страны и является крупнейшей сельскохозяйственной отраслью, что приводит к непрерывному производству зерна и созданию семенных фондов, что необходимо для защиты страны на продовольственном рынке [3, 4, 5]. После уборки урожая в пункты зерно переработки с зерном поступает большое количество вороха. Ворох зерновых культур, который идет с поля на послеуборочные пункты, состоящий из зерна, семян различных сорных и культурных растений, примесей минерального (камушки, песок, комочки почвы) и органического (травы, колоски, соцветия) происхождения. В основном урожае поврежденные зерна, мелкие зерновки и семена составляют зерновую смесь, а другие растительную (сорную) примесь [6].

Преобладание зерна основной культуры, включение зёрен, а также примесь сорняков в массе всего вороха зерна во многом зависит от степени подготовки и уровня агротехники, почвенно-климатических условий и спелости хлебов, полной производительности и совершенство конструкции уборочной техники. В зависимости от условий уборки, содержание семян основной культуры в ворохе колеблется в пределах 83-94%, и поэтому влажность составляет 23-28%. Большинство зеленых частей растений составляет вода в пределах 55-85 %. В такой среде активно начинают развиваться бактерий, грибки плесневые, а также разного рода насекомые [7]. И в результате образуется тепло за счет размножения микрофлоры, которая в свою очередь повышает температурные свойства всей зерновой массы. Далее, это усиливает

интенсивность дыхания зерна, что приводит к самосогреванию зерновой массы. При этом максимальная температура 2-4 суток может подняться до 50-60 °С, и полностью утрачиваются продовольственные, семенные и кормовые качества зерна. По этой причине необходимо транспортировать убранное зерно сразу после уборки на семенные пункты для очистки от грязи, пыли и других примесей машинами предварительной очистки. Такие машины должны иметь хорошую производительность, а вернее в 2-3 раза должны быстрее обрабатывать поступающий материал чем последующие машины, выделять при очистке не менее 50 % растительной сорной примеси, но и при этом потери полноценного зерна должны быть не более 0,05 % и 0,2 %, соответственно у воздушных и решетных машин. Если смотреть с точки зрения требований агротехники (агротехнические требования) в данных машинах ворох должен очищаться с исходной влажностью до 30 %, в составе которого сорная примесь может присутствовать до 20 %, а соломистые включения до 5 %. На машинах первичной очистки зерна (воздушно-решетных) осуществляется полноценное выделение из зернового вороха легких, мелких и крупных примесей. Хлебная масса, которая имеет влажность выше 20 %, и которая имеет более 10 % сорных включений не допускается на первичную очистку [8, 9, 10]. В обработанном зерновом ворохе не должно содержаться не более 3 % различных примесей. В сорных примесях (включения) потери полноценного зерна не должны превышать 0,5 %, а также дробление зерновки допускается лишь до 0,1 %. Одной из основных требований при очистке зерна является технологическая эффективность. Данный показатель должен составлять не более 55 % при выделении легких, мелких и крупных включений.

Растениеводческие сельскохозяйственные предприятия применяют различные технологии послеуборочной обработки зерна. Фермерские хозяйства, которые имеют недоразвитую технологическую линию, применяют периодическую технологию обработки. Здесь же, после уборки урожай доставляется на открытые площадки, в которых обрабатывают посредством самопередвижных очистительных машин. Такой метод выполнения работ приводит к большим потерям и низкому качеству зерна, что в будущем окажет особое влияние на продовольственные и семенные свойства, а также большие затраты ручного труда. Обычно, если хозяйства имеют сбор зерна в сезон до 500 тонн, то есть данный показатель говорит о малых объемах производства зерна, то с точки зрения экономики выгоднее применять технологию обработки в два этапа (двухэтапная), предусматривающий уборочный период (I этап) предварительную очистку и сушку до влажности кондиционной, а окончательная обработка с доведением до семенных кондиций – послеуборочная обработка (II этап) [11,12]. При этом, снижается потребность в дополнительной рабочей силе при уборке

урожая, а также снижаются эксплуатационные расходы за счет длительного использования меньшего количества производственных машин. Но при этом, хозяйствам потребуется наличие больших площадей складских помещений и необходимого количества разных материалов для временного хранения готового сухого зерна. Поточная технология обработки зерна обеспечивает прохождение первой партии зерна через несколько рабочих машин различного назначения, размещение в рациональной последовательности, удаление из рабочих камер этих машин различных примесей и непригодных (поврежденных) зерен [13, 14, 15]. Вследствие чего снижается поточная масса зерен и повышается их чистота, так как готовое очищенное зерно выделяется на последней семяочистительной машине, а разного рода включения с физико-механическими свойствами из него на каждой технологической линии машин.

В большинстве случаев на зерноочистительных и сушильных комплексах используются полнопоточная технология. Но при этом вместе с семенной фракцией фуражного зерна обрабатывается и фракции фуражного зерна, которая в свою очередь увеличивает нагрузку на сушку зерна, что сказывается на работе и производительности всей технологической линии [16, 17]. Также надо отметить и влажность зернового материала. Если перерабатывать урожай с более высоким содержанием влаги, то в таком случае, машины могут использоваться неправильно, т.е. машина не может обрабатывать зерно с повышенной влажностью за один технологический процесс, что приводит к повторному прохождению через одни и те же рабочие органы до окончания очистки. При этом степень повреждения зерна увеличивается, что в итоге приводит к снижению урожая более чем на 25-30%.

Литература

1. Гомаа, И. М. Анализ конструкций измельчителей корнеклубнеплодов / И. М. Гомаа, Б. М. Сабиров, А. Х. Абделфаттах // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 61-67. – EDN MREKWM.
2. Сабиров, Б. М. Совершенствование способов измельчения зерна / Б. М. Сабиров // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 10–11 февраля 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 140-144. – EDN FVSSVR.

3. Сабилов, Б. М. Мукомольные свойства зерна ржи и пшеницы / Б. М. Сабилов // Трансформация АПК: цифровые и инновационные технологии в производстве и образовании: Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Омск, 30 марта 2022 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 202-205. – EDN GFMSUE.
4. Гильмуллин, И. Т. Разработка машины для дробления зерна / И. Т. Гильмуллин, И. А. Салыхов, И. Р. Нафиков // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 53-58. – EDN MHWJQZ.
5. Гомаа, И. М. Анализ существующих теорий измельчения кормов / И. М. Гомаа, Б. М. Сабилов, А. Х. Абделфаттах // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 67-72. – EDN ZWDQNZ.
6. Сабилов, Б. М. Анализ существующих теорий дробления зерна / Б. М. Сабилов, И. М. Гомаа, Р. Р. Мусин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 177-184. – EDN AXXNCL.
7. Замалдинов, Н.М. Экспериментальная установка для измельчения сочных кормов / Н.М. Замалдинов, Р.Р. Лукманов, И.Р. Нафиков // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 98-103. – EDN WETCLJ.
8. Необходимость внедрения инновационных технологий в молочном животноводстве / Ф. Ф. Ситдилов, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Шайдуллин, А. Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 4-2(56). – С. 69-74. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-69-74.
9. Гильмуллин, И. Т. Обзор рабочих органов машин для измельчения зерна / И. Т. Гильмуллин, Р. Р. Лукманов, С. А. Синицкий // Современные

достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 40-45.

10. Дробилка молотковая безрешетная для измельчения концентрированных кормов / Ф.Ф. Хасанова, И.Р. Нафиков, Ф.Ф. Хасанов [и др.] // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 197-201. – EDN TXUKKS.

11. Замалдинов, Н. М. Экспериментальная установка для измельчения сочных кормов / Н. М. Замалдинов, Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 98-103.

12. Превентивная стратегия технического обслуживания дробильного оборудования / И. Х. Гималтдинов, Б. Г. Зиганшин, И. Г. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 71-76. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-71-76.

13. Разработка конструкции измельчителя-смесителя кормов / Б. Г. Зиганшин, А. В. Дмитриев, Д. Т. Халиуллин, Р. С. Пополднев // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 121-126.

14. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142.

15. Гильмуллин, И. Т. Разработка машины для дробления зерна / И. Т. Гильмуллин, И. А. Саяхов, И. Р. Нафиков // Современные достижения

аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабиновича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 53-58.

16. Пополднев, Р. С. Анализ конструкций измельчителей кормов / Р. С. Пополднев, Г. В. Алексеева, Д. Т. Халиуллин // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 16 декабря 2020 года. – Москва: ЭЙПиСиПабблишинг, 2020. – С. 681-685.

17. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

18. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

19. Пополднев, Р. С. Анализ конструкций измельчителей кормов / Р. С. Пополднев, Г. В. Алексеева, Д. Т. Халиуллин // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 04–05 февраля 2021 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2021. – С. 111-114.

УДК 631.8.022.3 633.19

Сабирова Разина Мавлетгараевна

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет*

Казань

razina.sabirova.1975@mail.ru

Вадутов Рауль Савитович

студент

Казанский государственный аграрный университет

raulws@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА

Аннотация. В условиях Предкамье Республики Татарстан в 2021-2022 гг. были проведены исследования по изучению влияния погодных условий и биопрепаратов на продуктивность нута. Применение биопрепаратов Цитодеф-100, ВРП (обработка семян) и Гиберелон, ВРП (листовая подкормка), в норме 40 г/кг и 70 г/га в зависимости климатических условий показало разные результаты. Если засушливые условия 2021 года позволили получить 2,9 т/га зерна, то благоприятные условия 2022 года привели к получению 3,8 т/га зерна.

Ключевые слова: нут, погодные условия, биопрепараты, урожайность.

Sabirova Razina Mavletgaraevna

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University

Kazan

razina.sabirova.1975@mail.ru

Vadutov Raul Savitovich

student

Kazan State Agrarian University

raulws@mail.ru

INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS AND BIOLOGICAL PRODUCTS ON CHICKPEA PRODUCTIVITY

Abstract. In the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan in 2021-2022, studies were conducted to study the influence of weather conditions and biological products on chickpea productivity. The use of Cytodef-100 biologics, GRP (seed treatment) and Gibberelon, GRP (leaf feeding), normally 40 g / kg and 70 g/ ha, depending on climatic conditions, showed different results. If the dry conditions of 2021 allowed to obtain 2.9

tons/ha of grain, then favorable conditions in 2022 led to the production of 3.8 tons/ha of grain.

Keywords: chickpeas, weather conditions, biological products, yield.

Погодные условия определяют урожайность полевых культур. [1, 2, 3]. Уровень выпавших осадков в Предкамской зоне Республики Татарстан - 450-470 мм. Во время произрастания растений процессы испарения ускоряются в два раза. В таких ситуациях погодные условия координируются использованием новых технологий выращивания полевых культур. [4, 5, 6].

Нут является засухоустойчивой, неприхотливой, адаптированной к высоким температурным условиям, сравнительно холодостойкой культурой [7].

Являясь засухоустойчивой культурой, нут хорошо отзывается и на хорошую влагообеспеченность, что приводит к повышению его продуктивности и экономической эффективности возделывания. Приветствуется и орошение посевов нута, расходы которого закрываются хорошим урожаем [8, 9].

Большое значение имеет формирование клубеньковых бактерий на корнях растений нута, что дает возможность экономного применения минеральных систем удобрений. По этому направлению растут технологии разработки и использования бактериальных удобрений [10].

Из списка применяемых в агроценозах России биоудобрений, лишь малая часть обладает стрессоустойчивыми показателями. [11, 12]. Поэтому, исследования по применению биопрепаратов при возделывании полевых культур в разных почвенно-климатических условиях является актуальным [13, 14].

Целью наших исследований было изучение влияния биопрепаратов Цитодеф-100, ВРП и Гиберелон, ВРП на продуктивность нута в разных погодных условиях.

Опыты были произведены в 2021-2022 гг. на базе Агробιοтехнопарка, находящегося в Лаишевском муниципальном районе РТ.

Почва серо-лесная, среднесуглинистая. Согласно методике сортоиспытания, проводили фенологические наблюдения (Роговский Ю.А. и др., 1985). Урожайность учитывали путем обмолота зерна с учетной площади, комбайном САМПО-500 с последующим взвешиванием. Методом дисперсионного анализа произвели математическую обработку урожайных данных (Б. А. Доспехов, 1895).

Применяли: при предпосевной обработки семян - Цитодеф-100, ВРП (противострессовый препарат) и как листовую подкормку – Гиберелон, ВРП – регулятор роста растений [15].

Выращивали представляемый для возделывания во всех регионах Российской Федерации, засухоустойчивый, скороспелый, устойчивый к осыпанию, полеганию сорт нута - Приво1.

Погодные условия вегетационного периода 2021 года были засушливыми. В мае количество выпавших осадков составило 15 мм (36,5% к норме). Обострение дефицита влаги наблюдалось в июне. Количество выпавших осадков составило 15,3% (24% к норме). При этом температура воздуха повысилась до 23,4°C (129 % к норме). Критическая ситуация по осадкам сложилась в июле (58% от нормы) и августе (18% от нормы), что по показателям температуры воздуха составило 111% и 127% к норме соответственно.

Вегетационный период 2022 года был благоприятным для роста и развития растений нута. Количество выпавших осадков составило: в мае - 206,3%, в июне - 33,9%, в июле - 99,4% к норме. Фактическая температура воздуха приблизительно соответствовала норме, что составило в мае -14,0, в июне – 18,3, в июле – 20,5, в августе – 18,3, в сентябре 11,7 градуса.

Вопреки стрессоустойчивым показателям продуктивность нута в условиях аномальной засухи 2021 года снизилась. Использование противострессовых биопрепаратов компании ООО «Агросинтез» дало возможность получения хороших урожаев. Изучение структурного состава урожая показало, что количество растений на одном квадратном метре в удобренном варианте было в два раза больше в сравнении с контролем без удобрений. Показатели численности семян на одно растение и масса 1000 семян в удобренном варианте было больше на 35% и 12% в сопоставлении с не удобренным вариантом соответственно (табл.)

В аномальных условиях 2021 года произошел процесс растрескивания бобов в растениях нута, но удобренные фоны спасли положение и мы смогли получить 2,9 т/га зерна.

Таблица – Структура урожая нута сорта Приво 1, 2021-2022 гг.

№ п/ п	Вариант	Количество растений, шт./м2		Количество семян на 1 растение, шт.		Масса 1000 семян, г	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	Контроль без обработки РРР (фон)	11,0	32	30	35	264,0	256,4
2	Цитодеф-100, ВРП (100 г/кг) - обработка семян, 60 г/т	21,0	36	46	82	299,0	308,3
	Гиберелон, ВРП (40 г/кг) в фазе 3-5 настоящих листьев-начало ветвления, 70 г/га						

Гибберелон, ВРП (40 г/кг) в фазе 3-5 настоящих листьев-начало ветвления + в фазе цветения, 70 г/га							

Благоприятные условия 2022 года привели к получению 2,9-9,1 т/га т/га биологических урожаев нута в зависимости от варианта опыта. Совокупное использование препаратов Цитодеф-100, ВРП (обработка семян) и Гибберелон, ВРП (листовая подкормка) приводит к повышению количество семян на одном растении, количество растений на единице площади и показателя массы тысяча семян.

Таким образом, можно сказать, что растения нута, несмотря на обладание качествами засухоустойчивости и холодоустойчивости, зависят от климатических условий и внесенных препаратов. Климатические условия и применение агротехнологий определяют урожайность растений нута.

Литература

1. Низамов, Р.М. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан. / Р.М. Низамов, С.Р. Сулейманов. // Вестник Чувашской ГСХА. - 2020. - №1(12). - С. 38-45.

2. Сабинова, Р.М. Влияние погодных условий на урожайность ярового тритикале. В сборнике: Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса. Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. - Казань, 2021. - С. 471-475.

3. Михайлова, М.Ю. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных доз минеральных удобрений. / Михайлова М.Ю., Миникаев Р.В. // Плодородие. - 2020. - № 3 (114). - С. 12-14.

4. Adaptive technologies for intensification of winter wheat grain production in biologized crop rotation *Bikmukhametov Z., Shakirov R., Sabirova R.* [BIO Web of Conferences](#). 2020. № 17. С. 00067.

5. Сабинова, Р.М. Влияние органических удобрений на продуктивность овощных культур / Р.М. Сабинова. // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 170-175.

6. Халиуллина, З.М. Влияние погодных условий в период вегетации на качество урожая озимой пшеницы / З.М. Халиуллина, А.М. Петров, А.Н.

Якушев, Р.Р. Ахметзянова. // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 350-357.

7. Нурлыгаянов, Р.Б. Совершенствование технологии возделывания нута в Зауралье / Р.Б. Нурлыгаянов, Р.А. Якупова, Ю.В. Погорелов. // Российский электронный научный журнал. – 2021. – № 4(42). – С. 45-65.

8. Солодовников, А.П. Долевое влияние водно-физических свойств почвы и погодных условий на урожайность нута в Саратовском Заволжье / А.П. Солодовников, Д.А. Уполовников, А.Ю. Левкина, Л.А. Гудова. // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 1. – С. 43-47.

9. Семина, А.Ю. Опыт выращивания нута на черноземных почвах Тульской области / А.Ю. Семина, А.Н. Пикуль, К.М. Телих. // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 4(85). – С. 23-30.

10. 4. Кадырова, Ф.З. Влияние биологически активных препаратов на продуктивность растений гречихи. / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова. // Плодородие. – 2020. - №3(114). – С. 44-47.

11. Каримова Л.З. Биологическая защита растений от стрессов / Л.З. Каримова, В.А. Колесар, Р.И. Сафин, Г.К. Хузина. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – 128 с.

12. Пахомова, В.М. Хелатные микроудобрения марки ЖУСС в устойчивости яровой пшеницы к комбинированному стрессу. / В.М. Пахомова, А.И. Даминова, И.А. Гайсин. // Агрохимический вестник. - 2015. - № 6. - С. 29-31.

13. Алиева, Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж. К. Диабанкана [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 4(60). – С. 5-9.

14. Шарипова, Г.Ф. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои. / Г.Ф. Шарипова, В.А. Колесар, Р.И. Сафин. // Плодородие. – 2020. – №3(114). – С. 9-11.

15. <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/giberelon-vrp.html>

УДК 633.34:631.8

Колесар Валерия Александровна
Кандидат биологических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
klerochka@gmail.com

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ И ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ
СОИ ОБЫКНОВЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

Аннотация: В 2020 и 2021 гг оценивалась и изучалась продуктивность сортов сои иностранной селекции: Скульптор и Аннушка при использовании различных удобрений Агронан. Агроклиматические условия в 2020 году были благоприятны для растений сои, а метеоусловия 2021 года, напротив, неблагоприятны.

Рассматривая, последствия обработки семян и внекорневое внесение на сое разных сортов органоминеральных удобрений Агронан Органик и Агронан Актив, можно отметить, что на обоих изучаемых сортах против болезней корней и листьев был более эффективен Агронан Актив. Все используемые агропрепараты приводили к усилению ростовых процессов сои исследуемых сортов по сравнению с контролем.

Анализируя урожайность за два года, можно сделать вывод о положительной реакции сорта Скульптор на обработку препаратом Агронан Актив в 2020 году, и Агронан Органик на сорте сои Аннушка в 2021 году. Такие показатели как количество семян в бобе, густота растений к уборке, масса 1000 семян и т.д. показывали себя на различных сортах по-разному.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, сорта сои, обработка семян, опрыскивание посевов, септориоз, корневые гнили, урожайность.

Valeria A. Kolesar
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
klerochka@gmail.com

**EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGY OF USING ORGANOMINERAL
FERTILIZERS TO IMPROVE YIELD AND PHYTOSANITARY CONDITION
OF SOYBEAN CROPS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

Kolesar V.A. - candidate of biological sciences, e-mail:

Abstract: In 2020 and 2021, the productivity of soybean varieties of foreign selection was evaluated and studied: Sculptor and Annushka using

various Agronan fertilizers. Agro-climatic conditions in 2020 were favorable for soybean plants, and the weather conditions in 2021, on the contrary, were unfavorable.

Considering the consequences of seed treatment and foliar application of organomineral fertilizers Agronan Organic and Agronan Aktiv on soybeans, it can be noted that Agronan Aktiv was more effective against root and leaf diseases on both studied varieties. All used agro-preparations led to an increase in the growth processes of soybeans of the studied varieties compared to the control.

Analyzing the yield for two years, we can conclude that the Sculptor variety has a positive reaction to the treatment with Agronan Active in 2020, and Agronan Organic on the Annushka soybean variety in 2021. Indicators such as the number of seeds in a pod, the density of plants to harvest, the weight of 1000 seeds, etc. showed themselves in different varieties in different ways.

Key words: organomineral fertilizers, soybean varieties, seed treatment, crop spraying, septoria, root rot, yield.

В наступившие времена существенно при защите сельскохозяйственных культур, не полное уничтожение вредоносных источников, а оптимизация их фитосанитарного состояния, для чего и служат, в том числе, и органоминеральные удобрения в [1, 2, 3].

Данные агропрепараты важны в жизнеобеспечении и сои. Основными способами, более значимыми, при их использовании служат обработка семян и опрыскивание растений [4].

Постоянно идёт прирост загрязнения окружающей среды и увеличение цен на минеральные удобрения, поэтому как выход из сложившейся обстановки, можно рассмотреть применение более недорогих и более экологически не вредных органоминеральных удобрений, при помощи которых можно повысить урожайность и улучшить фитосанитарную обстановку. [5, 6].

Из вышеописанного, становится понятным, что есть актуальность в изучении воздействия органоминеральных удобрений на продукционный потенциал и фитосанитарное состояние корней и листьев сои, конечно же, при учёте конкретных условий погоды [7]. Итак, целью наших исследований служит – изучить как влияют агропрепараты Агронан Актив и Агронан Органик в виде протравливания семян и опрыскивания растений в фазу бутонизации на формирование урожайности и фитосанитарную обстановку в посевах сои сортов Скульптор и Аннушка в условиях РТ.

Цель исследований – оценить эффективность использования новейших органических микроудобрений для обработки семян и некорневой подкормки на сое разных сортов. Задачи исследований: 1. Определить влияние различных составов препаратов на рост и развитие растений. 2. Выявить влияние исследуемых агропрепаратов на развитие

основных болезней культуры. 3. Оценить воздействие агропрепаратов серии Агронан на образование урожая.

Изучение препаратов велось в 2020 году на сое сорта Скульптор и в 2021 году на сое сорта Аннушка на опытном поле вблизи сельского поселения Нармонка [8]. Репродукция используемых семян – ЭС.

Погода 2020 года в период вегетации сои, описывается как благоприятная для её роста и развития. Май был с большим количеством осадков (выше на 21% в сравнении со среднемноголетними показателями), температура не отличилась от многолетних значений. Месяц июнь был засушливый и холодный. С отклонением от среднемноголетних норм по осадкам на 50%, а по температурному режиму- 1,9°C. Июль характеризовался тоже засушливыми явлениями. С дефицитом по осадкам – 38%. Август отметился очень неустойчивой холодной и дождливой погодой. В сентябре было тепло и засушливо.

Результаты анализа условий вегетации 2021 года позволяют сделать вывод о развитии острозасушливых явлений (дефицит осадков в период активного вегетационного роста сельскохозяйственных культур (май-июнь) был на уровне 29,1%, при значительно более высоких показателях, температуры воздуха). В целом, агроклиматические условия вегетации 2021 года были неблагоприятны для роста и развития соевых растений. Почва участка с опытами – серая лесная среднесуглинистая, достаточно плодородная [9-12].

Высевные нормы семян сои обоих сортов сои были 0,7 млн. шт. в.с./га. Перед посевом семена были протравлены в соответствии со схемой опыта. Расход рабочей жидкости для обработки семян – 10 л/т. Нормы расхода препаратов для опрыскивания посевов, были взяты в соответствии со схемой опыта. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Вносились при предпосевной культивации минеральные удобрения: в физическом весе азофоски – 1,7 кг на одну деланку.

Проводили изучение обработки семян и посевов сои сортов Скульптор и Аннушка по схеме:

1. Контроль (без обработок)
2. Агронан Органик, Обработка семян (0,3 мл/т) + Опрыскивание в фазу бутонизации (0,2 л/га).
3. Агронан Актив, Обработка семян (0,3 мл/т) + Опрыскивание в фазу бутонизации (0,2 л/га).

Размер деланок для опытов составил двадцать м², а размеры деланок для учетов пятнадцать м². Повторения в опытах 3-х кратные, расположение деланок для опытов последовательное. Предшественником служил чистый пар.

Анализ и обсуждение результатов.

Результаты оценки поражения растений корневыми гнилями можно увидеть в следующей таблице (таблица 1).

Таблица 1 – Развитие и распространённость корневых гнилей сои в зависимости от обработки семян и опрыскивания посевов, %, 2020 и 2021 г.

Вариант опыта	Развитие (R)	Распространенность (P)
Сорт Скульптор, 2020 год		
Контроль	7,50	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	4,50	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	2,00	80
Сорт Аннушка, 2021 год		
Контроль	10,25	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	9,70	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	7,50	100

Наилучшем образом в обоих годах на сорте Скульптор и Аннушка показал себя второй вариант обработки Агронан Актив: обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации.

В Татарии на сое среди болезней листового и стеблевого аппаратов более всего распространена септория (таблица 2).

Таблица 2 – Развитие септории на листовом аппарате сои при использовании различных органоминеральных удобрений, %, 2020 и 2021 г

Вариант	Септориоз	
	Развитие (R)	Распространенность (P)
Сорт Скульптор, 2020 год		
Контроль	16,00	80
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	12,00	60
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	8,00	40
Сорт Аннушка, 2021 год		
Контроль	20	85
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	14	60
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	12	55

Меньше всего развития и распространённости септориоза листьев по сравнению с контролем оказалось у сортов, обработанных препаратом Агронан Актив в фазу бутонизации.

Для выявления влияния обработки семян и посевов разными препаратами на рост и развитие растений проводили измерения биометрии. Результаты их расположены в таблице 3.

Таблица 3 – Длина стебля и корней растений сои в зависимости от обработки семян и опрыскивания посевов, см, 2020 и 2021 год.

Вариант	Длина стебля	Длина корней
Сорт Скульптор, 2020 год		
Контроль	40,00	10,40
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	51,00	10,50
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	48,40	13,40
Сорт Аннушка, 2021 год		
Контроль	41,4	10,0
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	43,3	16,5
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	43,0	10,4

В целом, для обоих препаратов при их использовании отмечается выраженный ростостимулирующий эффект по сравнению с контролем в оба года испытаний.

Данные по урожайности и по структуре урожая сои сорта Аннушка и Скульптор приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Структура урожая и биологическая урожайность сои на момент полной спелости, 2020 и 2021 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Густота растений к уборке, шт./м ²	Количество семян в бобе, шт	Количество семян на 1 растение, шт.	Масса семян на 1 растение, г	Масса 1000 семян, г
Сорт Скульптор, 2020 год						
Контроль	0,94	44	1,6	15,6	2,14	137,2
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу	2,28	64	1,8	19,9	3,9	178,9

бутонизации Агронан Органик						
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивани е растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	3,26	64	2,4	27,9	5,1	182,8
НСР ₀₅	0,17					
Сорт Аннушка, 2021 год						
Контроль	1,28	46	1,8	18,1	2,78	153,6
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивани е растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	1,83	48	1,9	24,2	3,81	157,4
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивани е растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	1,58	47	1,9	21,6	3,36	155,5
НСР ₀₅	0,14					

Анализируя урожайность за два года, можно сделать вывод о положительной реакции сорта Скульптор (Германского семенного альянса) на обработку препаратом Агронан Актив в 2020 году, и Агронан Органик на польском сорте сои Аннушка в 2021 году. Такие показатели как количество семян в бобе, густота растений к уборке, масса 1000 семян и т.д. показывали себя на различных сортах по-разному.

Предварительные выводы и предложения: 1. Применение обработки всеми изучаемыми препаратами, по сравнению с показателями для контроля, приводит к снижению развития корневых гнилей и септориоза листьев сои. Особенно выделяется вариант – обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив. 2.

Обработка семян микроудобрениями марки Агронан перед посевом и сочетание её с некорневой подкормкой в фазу бутонизации оказали положительное воздействие на процессы роста разных органов сои. 3. Таким образом, с использованием микроудобрений марки Агронан идёт стимулирование роста надземной массы растений сои. Наиболее высокие показатели накопления воздушно-сухой массы корней и надземной массы растений сои были в варианте: обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик в 2020 году. 4. На всех вариантах опыта была получена достоверная прибавка урожайности по сравнению с контрольным вариантом. Максимальная урожайность в 2020 году на сорте Скульптор была достигнута при обработке семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив (3,26 т/га). В 2021 году на сорте Аннушка в условиях засухи наилучшим показателем урожайности является обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик. 5. Было выявлено положительное влияние применения обработки семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив на увеличение количества семян в бобе, зёрен на растении и массу тысячи семян в сои сорта Скульптор 2020 года. Положительное влияние в 2021 году оказали равномерно оба варианта опрыскивания. 6. По содержанию в зерне белка и жира максимальные значения были с применением Агронан Органик как в 2020, так и в 2021 годах (обработка семян + опрыскивание).

Таким образом, исследования 2020 и 2021 года подтвердили, что для повышения урожайности сои сорта Скульптор в достаточно увлажнённых условиях, таких как в 2020 году наиболее перспективно применение обработки семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив.

В 2021 году для сои сорта Аннушка при небольшой засухе и для улучшения фитосанитарного состояния её посевов в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан наиболее перспективно применение обработки семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик.

Литература

1. Гаврилов, А. А. Высокая культура земледелия – лучшее «лекарство» от болезней / А. А. Гаврилов, А. П. Шутко, С. Ю. Гребенник // Защита и карантин растений. – 2006. – № 11. – С. 25–26.
2. Agrios G. N. Plant Pathology. - Elsevier Acad. Press., 2005. - 952 p.
3. Сафин Р.И. Современное состояние и перспективы развития углеродного земледелия в Республике Татарстан / Р.И. Сафин, А.Р. Валиев, В.А. Колесар // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3 (63). – С. 7-13.

4.Шарипова, Г.Ф. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои / Г. Ф. Шарипова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 9-12.

5.Злотников А. К., Злотников К. М. Применение биопрепарата для повышения устойчивости растений к засухе и другим стрессам//Агро-XXI. - 2007. - № 10-12. - С. 37-38.

6.Файзуллин И.И., Набиуллин Р.З., Ахметзянов М.Р. Биологизация земледелия - основа высокопродуктивного сельского хозяйства// Вестник Казанского ГАУ. -2011. - № 1 (19). - С. 153-156.

7.Алабушев. А.В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата. / А.В. Алабушев // Зерновое хозяйство. - № 4. - 2011. - С. 8-13.

8.Трофимов, Н. В. Методика разделения территории Республики Татарстан на агроландшафтные районы на основе зонирования природно-климатических ее условий / Н. В. Трофимов, С. В. Сочнева, М. В. Панасюк // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № S4-1(55). – С. 127-131. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-127-131.

9.Михайлова, М.Ю. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных норм минеральных удобрений / М.Ю. Михайлова, Р.В. Миникаев // Плодородие. – 2020. - № 3 (144). – С. 12-14.

10.Сабирова, Р. М. Эффективность применения гранулированного куриного помета как основного удобрения на серых лесных почвах Республики Татарстан / Р. М. Сабирова, Ф. Ф. Хисамиев, Р. С. Шакиров // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 29-32.

11. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

12. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 633.15:631.8

Яхин И.Ф.

аспирант

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

email ildarsuper97@bk.ru

Хисматуллин Марсель Мансурович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

email marselmansurovic@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

Трофимов Николай Валерьевич

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

email nik.trofimow@mail.ru

УРОЖАЙНОСТЬ ОРОШАЕМОЙ КОРМОВОЙ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ 2022 Г. И ФОНОВ ЕЁ ПИТАНИЯ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. Кукуруза в лесостепной зоне Российской Федерации, куда входит и Республика Татарстан, является основой кормовой культурой, урожайность которой напрямую зависит от влагообеспеченности конкретного вегетационного периода и фона питания. Вышеотмеченные ограничивающие факторы повышения продуктивности кормовой кукурузы легко поддаются регулированию, изложенными в данной работе агротехническими приемами.

Ключевые слова: кукуруза, минеральные удобрения, влагообеспеченность, орошение, полевая всхожесть, плотность стеблестоя, биомасса, урожайность.

Yakhin I.F.

graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan email

ildarsuper97@bk.ru

Khismatullin Marcel Mansurovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

marselmansurovic@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan

Trofimov Nikolay Valerievich

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor email

Kazan State Agrarian University, Kazan

nik.trofimow@mail.ru

YIELD OF IRRIGATED FORAGE CORN DEPENDING ON WEATHER-CLIMATE CONDITIONS IN 2022 AND ITS NUTRITION BACKGROUND ON GRAY FOREST SOILS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Annotation. Corn in the forest-steppe monitoring zone of the Russian Federation, which includes the Republic of Tatarstan, is the basis of a fodder crop, the yield of which depends on the moisture supply of the population during the growing season and the background of nutrition. The above limitations of fodder corn productivity factors can be easily controlled by the agricultural practices described in this paper.

Key words: corn, mineral fertilizers, moisture supply, irrigation, field germination, stem density, yield biomass.

Введение. По посевным площадям и урожайности кукуруза занимает первое место среди всех сельскохозяйственных культур по следующим причинам:

- она является универсальной культурой, пригодной для питания населения и кормления скота;
- обладает высокими потенциальными способностями, зафиксированная в Херсонской области Украины, рекордная урожайность зеленой массы составила 1976 т/га, а на зерно 19,6 т/га [1,2,3];
- отсутствие опасных вредителей и значимых болезней позволяет получать экологически безопасной продукции;
- уничтожение сорной растительности послеуборочным боронованием и междурядными обработками полностью исключает гербицидную прополку сорняков, что снижает химическую нагрузку на окружающую среду;
- в результате получения высоких урожаев зеленой массы кукуруза повышает продуктивность кормового севооборота [4,5,6].

Однако для реализации потенциальных возможностей необходимо создать оптимальные условия роста и развития этой уникальной культуры, что стало целью наших исследований.

Методы и методология. Двухфакторный полевой опыт в 2022 г. проводился на орошаемых полях ООО АО «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан.

Агрохимическая характеристика опытного участка соответствовали серым лесным почвам: содержание гумуса 3,5% по Тюрину, подвижного фосфора 121 и обменного калия 162 мг/кг почвы по Кирсанову.

Повторность опыта 4-х кратная, размещение делянок – систематическое, технология возделывания кукурузы была общепринятой (осеннее дискование + плоскорезная обработка на глубину 24 см, закрытие влаги, внесение расчетных норм минеральных удобрений, предпосевная культивация, посев с прикатыванием 18 мая.

Норма высева составила 85 тыс. шт./га всхожих семян гибридов кукурузы Нур и Росс 140.

Учеты, анализы и фенологические наблюдения проводились по методике ВНИИ кормов им В.Р. Вильямса [7].

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 г коренным образом отличались от среднемноголетних показателей (табл. 1).

Таблица 1. Метеоданные за вегетационный период 2022 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт., мм	норма, мм	%
Май	12,46			35,4		
	9,52			37,1		
	10,07			5,9		
	+10,68	+14,0	-3,32	78,4	38	206,3
Июнь	18,6			9,9		
	18,88			4,0		
	18,19			5,4		
	+18,56	+18,3	+0,26	19,3	57	33,9
Июль	20,61			2,4		
	21,73			58,05		
	21,63			1,16		
	+21,32	+20,5	+0,82	61,61	62	99,4
Август	23,17			0		
	20,67			0		
	23,66			0		
	+22,5	+18,3	+4,2	0,0	55	0
Сентябрь	11,48			2,32		
	12,68			9,28		
	10,9			48,72		
	+11,69	+12,3	-0,61	60,32	50	120,6

В мае выпало осадков в 2 раза больше нормы (78,4 мм). Июль был засушливым (33,9% от нормы) и жарким (+0,26 °С к норме), что потребовало проведение полива с нормой расхода воды 350 м²/га. Июль отличался от среднемноголетних показателей высокими термическими ресурсами и достаточной увлажненностью, тогда как в августе агрономические осадки отсутствовали полностью, а среднесуточная температура воздуха превышала норму на +4,2 °С. Для устранения критической в августе, в период интенсивного формирования биомассы и початков кукурузы были проведены два полива с увеличенной нормой расхода воды: 400-450 м³/га.

Результаты и обсуждения.

Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке. Как было отмечено выше норма высева изучаемых гибридов составляла 85 тыс.

шт./га семян из них через 10 суток из них полноценные всходы дали от 85-87% (табл. 2)

Таблица 2. Влияние расчетных норм минеральных удобрений и питательных растворов на полневую всхожесть и сохранность кукурузы к уборке

Фактора А (гибриды кукурузы)	Фактора В (макро- и макроэлементы)	Кол-во всходов, тыс. шт./га	Полевая всхожесть, %	Плотность стеблестоя, тыс. шт./га	Сохранность растений, в % к всходам
Нур	Контроль (без удобрений)	72,3	85,0	51,1	70,7
	НРК на 40 т/га биомасса	72,4	85,2	52,7	72,8
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	72,3	85,0	53,7	74,3
	НРК на 50 т/га биомасса	72,3	85,1	55,3	76,5
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	72,6	85,4	55,7	78,1
	НРК на 60 т/га биомасса	72,4	85,2	56,0	77,4
	НРК на 60 т/га + Изагри Форс 6 л/га	72,6	85,4	56,8	78,2
Росс 140	Контроль (без удобрений)	73,8	86,0	54,2	73,4
	НРК на 40 т/га биомасса	73,8	86,8	54,5	73,8
	НРК на 40 т/га + Изагри Форс 6 л/га	73,9	86,9	55,9	75,6
	НРК на 50 т/га биомасса	73,7	86,7	55,1	84,7
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	73,5	86,5	57,9	78,8
	НРК на 60 т/га биомасса	74,0	87,0	55,9	75,5
	НРК на 60 т/га + Изагри Форс 6 л/га	74,0	87,0	59,5	80,4

Диапазон всходов в количественном выражении в зависимости от факторов питания гибрида Нур составил от 72,3 на контроле до 72,6 тыс. шт./га на варианте НРК на 60 т/га биомассы + Изагри Форс 6 л/га в фазе 4-6 пар настоящих листьев кукурузы. Такая же минимальная разница в количестве всходов была и у гибрида Росс 140 – всего 200 шт./га.

То есть, фон питания на полевую всхожесть оказывают минимальное влияние, так как в самой семени природой заложено

энергетические запаса для ее прорастания [7,8,9], что доказывается при сравнении двух изучаемых гибридов. Так, разница в количестве всходов в пользу гибрида Росс 140 на контроле составила 1600 шт./га по сравнению с гибридом Нур местной селекции, хотя улучшение фонов питания за счет внесения NPK по расчету получения 60т/га биомассы и некорневой подкормки Изагри Форс 6л/га сокращает данную разницу до 1200 шт./га.

Независимо от фонов питания и биологических особенностей изучаемых гибридов выпад растений в течение вегетационного периода был весьма высоким: от 19,6 тыс. шт./га у гибрида Росс 140 до 21,6 тыс. шт./га у гибрида Нур. Столь резкое снижение плотности стеблестоя кукурузы объясняется следующими причинами:

- кукурузный агроценоз обладает высокой способностью саморегулирования и излишние растения вытесняются из состава травостоя [8,9,10];

- в условиях орошения создаются идеальные условия для роста и развития сорных растений (высокая влагообеспеченность и достаточное количество элементов питания) и для их уничтожения обязательно требуется провести послеуборочное боронование и хотя бы одну междурядную обработку. Эти технологические приемы попутно решают вопросы уничтожения почвенных капилляров (в народе боронование посевов неслучайно называют сухим поливом) и снижает плотность сложения почвы. Но каждая обработка уничтожает минимум 5-6 % растений кукурузы;

- в условиях орошения между массой корневой системы и надземной частью кукурузы к концу вегетационного периода возникает дисбаланс и часть растений при сильном ветре падает с корнем, как деревья при ураганном ветре, что также является причиной изреживания стеблестоя.

Несмотря на вышеотмеченные объективные причины создание оптимальных условий питательного режима кукурузы существенно увеличивает сохранность растений к уборке как в процентном, так и в количественном выражении. Например, плотность стеблестоя гибрида Нур на фоне питания NPK на 60 т/га биомассы + Изагри Форс 6л/га составила 56,8 тыс. шт./га против 51,1 тыс. шт./га на варианте без применения агрохимикатов (прибавка 5,7 тыс. шт./га или 7,5% к контролю).

В тех же почвенно – климатических условиях выживаемость гибридной кукурузы Росс 140 была значительно выше по сравнению с гибридом Нур: 54,2 тыс. шт./га на контроле и на последнем варианте опыта 59,5 тыс. шт./га против 51,1 и 56,8 тыс. шт./га у гибрида Нур соответственно.

Таким образом, на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке оказывает влияние 2 фактора: биологические особенности

гибридов кукурузы и фоны их питания, которые легко можно регулировать в нужную нам сторону.

Урожайность орошаемой кукурузы. Формирование плотного высокорослого кукурузного агроценоза с крупными двумя початками на каждом растении в сочетании с идеальными почвенно–климатическими условиями вегетационного периода 2022 г обеспечили получение рекордно высокой урожайности биомассы орошаемой кукурузы (фото 1,2, табл. 3).

Результаты учета урожайности зеленой массы показывают весьма высокую эффективность внесения расчетных норм минеральных удобрений. Так под их действием урожайность гибрида Нур на орошении повышается на 66,8% на варианте NPK 60 т/га (прибавка к контролю составляет 24,6 т/га). Еще более высокие результаты обеспечивает гибрид Росс 140: 67,8 и 25,9 т/га соответственно.



Фото 1. Высота гибридной орошаемой кукурузы Росс 140 перед уборкой



Фото 2. Початки перед уборкой гибридной орошаемой кукурузы Нур

Таблица 3. Урожайность зеленой массы орошаемой кукурузы с початками молочной спелости в зависимости от фонов питания

Фактора А (гибриды кукурузы)	Фактора В (макро- и микроэлементы)	Урожайность зеленой массы, т/га	Прибавка	
			т/га	%
Нур	Контроль (без удобрений)	36,8	-	-
	НРК на 40 т/га биомасса	42,6	5,8	15,8
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	44,9	8,1	22,0
	НРК на 50 т/га биомасса	53,8	17,0	48,6
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	56,2	19,4	52,7
	НРК на 60 т/га биомасса	61,4	24,6	66,8
	НРК на 60 т/га + Изагри Форс 6 л/га	62,7	25,9	70,4
Росс 140	Контроль (без удобрений)	38,2	-	-
	НРК на 40 т/га биомасса	44,7	6,5	17,0
	НРК на 40 т/га + Изагри Форс 6 л/га	46,9	8,7	22,8
	НРК на 50 т/га биомасса	55,6	17,4	45,5
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	58,5	20,3	53,1
	НРК на 60 т/га биомасса	64,1	25,9	67,8
	НРК на 60 т/га + Изагри Форс 6 л/га	65,4	27,2	71,2
	NCP ₀₅	2,2		

Отдельного анализа требует эффективность некорневой подкормки кукурузы Изагри Форс 6л/га + 300л/га H₂O в фазе 4-6 пар настоящих листьев, поскольку на всех вариантах прибавка урожайности зеленой массы была постоянно выше наименьшей существенной разницы. Например, внесение НРК с расчетом получения 50 т/га биомассы орошаемой гибридной кукурузы Нур в погодно-климатических условиях 2022 г стало основой получения 52,8 т/га зеленой массы. В тех же условиях дополнительная некорневая подкормка Изагри Форс 6л/га повышала урожайность этого гибрида до 56,2 т/га, прибавка 2,4 т/га при НСР₀₅ 2,2 т/га. . Особенно отзывчивым на некорневую подкормку Изагри

Форс оказался гибрид кукурузы Росс 140 – прибавка урожайности на таких же фонах питания составила 2,9 т/га зеленой массы с початками молочной спелости.

Заключение. В целях формирования плотного высокорослого агроценоза гибридов кукурузы Нур и Росс 140, с валовым сбором зеленой массы с початками в молочной спелости на уровне 60-65 т/га необходимо вносить расчетные нормы минеральных удобрений на планируемую урожайность 60 т/га в сочетании с некорневой подкормкой Изагри Форс в фазе, 4-6 пар настоящих листьев 6л/га + 300л/га H₂O.

Литература

1. Шакиров Ш.К. Кукуруза: технология выращивания, консервирования, хранения, переработки и использования в молочном скотоводстве РТ / Ш. К. Шакиров, О. Л. Шайтанов, Н. Н. Хазипов [и др.]. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2017. – 104 с. – ISBN 978-5-93962-851-8. – EDN UOKTQK.

2.<http://ds.vsau.ru/wpcontent/uploads/2020/12/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%98%D0%BB%D1%8E%D1%88%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0-%D0%9E.%D0%92..pdf>

3. Крупин, Е. О. Тенденции изменения энергетической и протеиновой питательности силоса кукурузного в Республике Татарстан / Е. О. Крупин, Ш. К. Шакиров, Н. А. Казеева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 246. – № 2. – С. 107-111. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-246-2-107-111. – EDN XQJQTO.

4.https://files.kazgau.ru/files/Science/Karimova_L/dissertaciya_mihajlov_oj_m_yu.pdf

5. Вафин Ф.Р. Эффективность применения различных биологических препаратов при силосовании кукурузы / Ф. Р. Вафин, И. Т. Бикчантаев, Ш. К. Шакиров, Н. А. Балакирев // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 10. – С. 77-83. – EDN MНIНJB.

6. Сотченко Ю.В. Промежуточные итоги испытаний перспективных селекционных образцов кукурузы для условий Республики Татарстан, 2012-14 гг / Ю. В. Сотченко, В. С. Сотченко, О. Л. Шайтанов, М. И. Хуснуллин // Нива Татарстана. – 2017. – № 1-2. – С. 33-36. – EDN YHJPJP.

7. Сотченко Ю.В. Заключительное звено селекции кукурузы для северных районов возделывания / Ю. В. Сотченко, Е. Ф. Сотченко, О. Л. Шайтанов, М. И. Хуснуллин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 49-53. – EDN XRUUXB.

8.<https://kubsau.ru/upload/iblock/3f7/3f7233db9757fd2db3c76ff4c6614e64.pdf>

9. Шайтанов, О. Л. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г / О. Л. Шайтанов, М. Ш. Тагиров, Х. З. Каримов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4(51). – С. 96- 102. – DOI 10.12737/article_5c3de390aeb1b1.95182086. – EDN YWHBWH.

10. Патент № 2775655 С1 Российская Федерация, МПК А01G 22/20, С05G 1/00, А01G 7/00. Способ повышения урожайности и качества зеленой массы кукурузы : № 2021134625 : заявл. 25.11.2021 : опубл. 06.07.2022 / М. Ю. Михайлова, Р. В. Миникаев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет". – EDN VNOKOX.

11. Михайлова, М. Ю. Роль листовых подкормок в формировании зеленой массы кукурузы / М. Ю. Михайлова // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 153-159. – EDN ENWFSF.

12. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-norm-i-sochetaniy-mineralnyh-udobreniy-na-urozhaynost-kukuruzy-i-agrohimicheskie-pokazateli-plodorodiya-chernozema>

13. Халиуллин, А. Р. Новые технологии при возделывании кукурузы на кормовые цели / А. Р. Халиуллин, М. Ю. Михайлова // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 79 студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 26 марта 2021 года. Том 1. – КАЗАНЬ: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 195-202. – EDN QATDOI.

14. Михайлова, М. Ю. Особенности потребления макроэлементов кукурузой на черноземе обыкновенном при внесении минеральных удобрений / М. Ю. Михайлова, М. М. Маркова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 304-308. – EDN NSJALX.

15. <https://new.ras.ru/upload/iblock/f73/acj2w2pwntt1vj31ofnd1ztnmrvnuc k19.pdf>

ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 633.11:631.559

Валиев Абдулсамад Ахатович

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
samadvaliev@rambler.ru*

Зиннатуллина Алсу Наилевна

*Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ МНОЖЕСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕРО-ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию нелинейных связей между урожайностью яровой пшеницы во временном ряду за 15 лет и влияющими на урожайность факторами. Первым шагом анализируется исходная выборка, затем проводится парный и множественный нелинейный корреляционные анализы. В последующем по полученным коэффициентам строится две математические модели. В конце работы подводится итог полученной информации.

Ключевые слова: нелинейная регрессия, серо-лесные почвы, множественная корреляция, яровая пшеница, стандартизированное уравнение.

Abdulsamad A. Valiev

*Candidate of Agricultural Sciences, senior lecturer
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
samadvaliev@rambler.ru*

Alsu N. Zinnatullina

*Candidate of Technical Sciences, Associate professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

ANALYSIS OF NONLINEAR MULTIPLE RELATIONSHIPS OF SPRING WHEAT YIELD ON GRAY-FOREST SOILS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. This work is devoted to the study of nonlinear relationships between the yield of spring wheat in a time series over 15 years and factors affecting the yield. The initial sample is analyzed first, then paired and multiple nonlinear correlation analyses are performed. Subsequently, two mathematical models are constructed based on the obtained coefficients. At the end of the work, the information received is summarized.

Key words: nonlinear regression, gray-forest soils, multiple correlation, spring wheat, standardized equation.

Урожайность яровой пшеницы зависит от множества различных факторов, которые оказывают на нее различное влияние, как в пространственном аспекте, так и во временном. Сам пространственный фактор представляет собой особенности почвенного покрова, дифференциацией ландшафта, геоморфологическими особенностями устройства поверхности, а также и природным зональным положением муниципального района. Так как исследуемые данные были получены в результате многолетних опытов сотрудниками кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Казанского ГАУ в пределах одного опытного поля, поэтому влияния пространственного фактора на рост, развитие и продуктивность пшеницы можно исключить. Опыты проводились на серых лесных почвах, которые являются доминантами в почвенном покрове Республики Татарстан.

Любой расчет объектов или прогноз основывается на математической модели [1-2]. Когда процесс детерминированный – используется уравнение сохранения массы [3-5], скорости [6-8], температуры [9-11], давления [12-14] и т. п. Объекты, имеющие вероятностный характер, изучаются на основе экспериментальных, опытных данных и т. д. [15-17].

В нашей работе рассматривается ретроспективный анализ урожайности яровой пшеницы во временном ряду за 15 лет с применением уравнения множественной регрессии. В таблице 1 представлены средняя урожайность яровой пшеницы без внесения удобрения – Y , и влияющие на нее факторы: – содержание в почве легкогидролизуемого азота (N), содержания в почве подвижного фосфора (P_2O_5), содержания в почве обменного калия (K_2O), запасов влаги метровый толщи при посеве ($Пв$), атмосферных осадков за вегетационный период ($Oв$), среднемесячных осадков за июнь (O_6), осадков за июль (O_7), суммы эффективных температур (Cm), среднемесячной температуры за июнь (T_6), температуры за июль (T_7) влажности воздуха за вегетационный период ($Bв$).

По таблице 1 видно, что значения урожайностей яровой пшеницы колеблется в относительно широких диапазонах от 1 т/га (2010 г.) до 2,69 т/га (2005 г.) при средней арифметической 2,11 т/га.

Таблица 1 – Средняя урожайность яровой пшеницы без внесения удобрения и влияющие на нее факторы

Годы	Уф, т/га	N, мг/кг	P, мг/кг	K, мг/кг	Пв, мм	Ов, мм	О ₆ , мм	О ₇ , мм	Ст, °С;	Т ₆ , °С;	Т ₇ , °С;	Вв, %
2001	2,41	132	156	132	177	177	55	20	1890	16,9	21,8	63
2002	2,46	139	164	131	165	167	47	29	1549	16,8	22,6	67
2003	2,35	146	172	137	160	223	91	101	1616	13,6	20,9	60
2004	2,57	145	148	122	172	259	65	82	1840	17,1	21,1	56
2005	2,69	149	135	123	168	279	113	67	1826	16,7	19,1	68
2006	2,16	124	147	129	165	169	30	63	1677	20,9	18,1	64
2007	2,24	127	153	125	170	248	45	196	1855	16,4	19,8	63
2008	2,2	100	162	137	164	221	104	75	1794	16,4	20,7	59
2009	2,05	142	169	131	159	102	40	81	1963	19,9	19,7	61
2010	1	109	121	122	140	38	11	14	2076	21,2	25,9	64
2011	2,49	142	139	92	165	142	135	90	1824	17,4	23,4	66
2012	1,88	149	128	117	173	155	45	48	1970	19,7	21,6	60
2013	1,46	140	133	120	198	146	27	82	2113	20,8	20,9	62
2014	1,45	136	166	109	169	159	71	27	2106	17,8	19,4	68
2015	2,17	134	171	121	163	162	28	80	2093	21	18,5	61
Сред.	2,11	134	151	123	167	176	60	70	1879	18,2	20,9	63
Макс.	2,69	149	172	137	198	279	135	196	2113	21,2	25,9	68
Мин.	1	100	121	92	140	38	11	14	1549	13,6	18,1	56

По исходным данным при помощи компьютерной программы Statistica 10 были рассчитаны стандартизированные коэффициенты множественной регрессии, по которым построена следующая математическая модель в виде уравнения множественной регрессии в закодированном виде:

$$Y = 0,359323 \cdot N + 0,636522 \cdot P + 0,210726 \cdot K - 0,022730 \cdot Пв + 1,08403 \cdot Ов + 0,594888 \cdot О_6 + 0,146436 \cdot О_7 - 0,422616 \cdot Ст + 1,211029 \cdot Т_6 + 0,721480 \cdot Т_7 + 0,100466 \cdot Вв.$$

Из анализа стандартизированной формы уравнения регрессии выявлено, что на результат Урожайности наибольшее влияние оказывают факторы температуры за июль и атмосферные осадки за вегетационный период, поскольку полученные коэффициенты 1,211029 и 1,084031 являются наибольшими из всех представленных факторов. Установлено также, что параметры математической модели статистически значимы, т. к. расчётное значение критерия Стьюдента меньше критического его значения, т. е. выполняется условие: $0,95 < 3,18$.

Установлено, что коэффициент детерминации $R^2=0,87$, т. е. в исследуемом процессе 87,0% общей вариабельности урожайности объясняется изменением факторов [18-20].

Во многих аналитических пакетах, при построение нелинейного уравнения не предусмотрена функция ввода больше трех независимых факторов, поэтому необходимо сократить размерность исходных данных. Исходя из информации, полученной по стандартизированному уравнению регрессии, было принято решения исследовать урожайность по двум факторам с наибольшими долями влияния на урожайность [21-22].

В результате был поведен нелинейный регрессионный анализ урожайности яровой пшеницы от температуры за июль и атмосферными осадками за вегетационный период. Используя полученные коэффициенты, была построена математическая модель в виде уравнения регрессии в реальных физических величинах:

$$Y = 53,7164 - 3,8015 \cdot T_6 - 0,1897 \cdot O_в + 0,0634 \cdot T_6^2 + 0,0081 \cdot T_6 \cdot O_в + 0,0001 \cdot O_в^2.$$

При доверительной вероятности опыта 95 % выполнен статистический анализ уравнения регрессии. Результаты анализа представлены в таблице 3.

Таблица 2 - Статистический анализ уравнения множественной регрессии

№ п/п	$Y_{cp\ i}$	Y	$Y_{cp\ i} - Y$	$\varepsilon = \frac{ Y_{cp\ i} - Y }{Y_{cp\ i}} 100$
1	2,41	2,31	0,10	4,32
2	2,46	2,42	0,04	1,70
3	2,35	2,47	-0,12	5,11
4	2,57	2,71	-0,14	5,56
5	2,69	2,85	-0,16	5,84
6	2,16	2,23	-0,07	3,05
7	2,24	2,32	-0,08	3,53
8	2,2	2,21	-0,01	0,38
9	2,05	1,62	0,43	20,89
10	1	1,13	-0,13	12,85
11	2,49	2,46	0,03	1,00
12	1,88	1,89	-0,01	0,42
13	1,46	1,75	-0,29	19,95
14	1,45	2,19	-0,74	50,93
15	2,17	2,08	0,09	3,94
Среднее значения показателей				9,3

Здесь обозначены: $Y_{cp\ i}$ – средняя урожайность яровой пшеницы; Y – значения урожайности, полученные по уравнению множественной регрессии; $Y_{cp\ i} - Y$ – абсолютная погрешность; ε – относительная погрешность.

Достоверность эксперимента оценивалось в конечном итоге по среднему значению абсолютной ошибки, этот показатель не превышает 10 %, а это значит, что результаты эксперимента достоверны.

Литература

1. Calculation of making doses of fertilizers under planned yield of spring wheat using an artificial neural network / A. A. Valiev, R. I. Ibyatov, S. V. Novikova, N. G. Kiseleva // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00120.
2. Нейросетевые подходы к поиску латентных связей в многомерных данных / С. В. Новикова, Р. И. Ибяттов, А. А. Валиев, Э. Ш. Кремлева // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2014. – № 6(65). – С. 128-131.
3. Agrobiological basis of wheat yield formation *Dicoccum Schrank* (spelt) in the ancestral domain of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, I. Serzhanov, A. Serzhanova [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00072.
4. Продуктивность пшеницы полбы сорта руно при различных уровнях минерального питания, нормы высева и глубины заделки семян в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 4-2(47). – С. 62-66.
5. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4(51). – С. 103- 108.
6. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00164.

7. Валиев, А. А. Информационные технологии в обработке и визуализации данных / А. А. Валиев, Р. И. Ибяттов, Н. Г. Киселева // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 193-195.
8. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением трехслойного персептрона / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 282-285.
9. Зиннатуллина, А. Н. Исследование миграции загрязняющих веществ под гидросооружением при моделировании различных источников / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибяттов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 23. – С. 29-31.
10. Киселева, Н. Г. Моделирование объемов стволов лесных культур сосны / Н. Г. Киселева // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 416-419.
11. Результаты численного расчета движения зерна в пневмомеханическом шелушителе / Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Ю. Х. Шогенов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 5. – С. 60-65. – DOI 10.31857/S2500262722050118.
12. Ибяттов, Р. И. Численный расчет фильтрования суспензии неньютоновского поведения в намывных фильтрах / Р. И. Ибяттов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 68-73. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-68-73.
13. Ибяттов, Р. И. О моделировании случайных процессов в агропромышленном комплексе / Р. И. Ибяттов, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 50-55. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-50-55.
14. Метод расчета траектории движения зерна в пневмомеханическом шелушителе / Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Ю. Х. Шогенов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 6. – С. 64-67. – DOI 10.31857/S2500262721060120.
15. Моделирование траектории движения зерна по рабочим органам пневмомеханического шелушителя / Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 4. – С. 73-76. – DOI 10.31857/S2500262720040171.

16. Рахматуллина, Р. Г. О процессах релаксации электропроводности в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 405-406.
17. Рахматуллина, Р. Г. Исследование релаксационных процессов электрической поляризации в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 402-404.
18. Равновесные размеры сегментов в нанокристаллах синдиотактического 1,2-полибутадиена / А. Н. Чувывров, А. Р. Хамидуллин, Ю. А. Лебедев [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19. – № 3. – С. 25-28.
19. Рахматуллина, Р. Г. Изучение процессов релаксации синдиотактического 1,2-полибутадиена / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 397-401.
20. Рахматуллина, Р. Г. Явление электропроводности в полимерных пленках / Р. Г. Рахматуллина, А. Р. Маскова // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 213-219.
21. Рахматуллина, Р. Г. Исследования релаксационных процессов синдиотактического 1,2-полибутадиена / Р. Г. Рахматуллина, А. Р. Маскова, А. И. Гарайшин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2021. – Т. 77. – № 1. – С. 38-42.
22. Саяпова, Р. Г. Синдиотактический 1.2-полибутадиен: диэлектрические свойства, допирование / Р. Г. Саяпова, А. Н. Чувывров, З. Х. Куватов // Башкирский химический журнал. – 2011. – Т. 18. – № 1. – С. 71-72.

УДК 633.11:631.559

Зиннатуллина Алсу Наилевна*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань**zinnatullina-alsu@mail.ru*

АНАЛИЗ СТАНДАРТИЗИРОВАННОЙ ФОРМЫ УРАВНЕНИЯ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ НА ПРИМЕРЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕРО-ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. В данной статье рассматриваются ретроспективный анализ урожайности яровой пшеницы во временном ряду за 15 лет с применением уравнения множественной регрессии. Первым шагом анализируется исходная выборка, затем проводится парный и множественный линейный корреляционные анализы. В последующем по полученным коэффициентам строится математическая модель. В последующем проводится анализ полученных результатов.

Ключевые слова: серо-лесные почвы, множественная корреляция, яровая пшеница, ретроспективный анализ.

Alsu N. Zinnatullin*Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**zinnatullina-alsu@mail.ru*

ANALYSIS OF THE STANDARDIZED FORM OF THE MULTIPLE REGRESSION EQUATION ON THE EXAMPLE OF THE YIELD OF SPRING WHEAT ON GRAY-FOREST SOILS REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. This article discusses a retrospective analysis of the yield of spring wheat in a time series over 15 years using the multiple regression equation. The initial sample is analyzed first, then paired and multiple linear correlation analyses are performed. Subsequently, a mathematical model is constructed based on the obtained coefficients. Subsequently, the analysis of the obtained results is carried out.

Key words: gray-forest soils, multiple correlation, spring wheat, retrospective analysis.

Продуктивность урожайности яровой пшеницы зависит от множества различных факторов, которые оказывают на нее различное влияние, как в пространственном аспекте, так и во временном. Сам пространственный фактор представляет собой особенности почвенного покрова, дифференциацией ландшафта, геоморфологическими

особенностями устройства поверхности, а также и природным зональным положением муниципального района. Так как исследуемые данные были получены в результате многолетних опытов сотрудниками кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Казанского ГАУ в пределах одного опытного поля, поэтому влияния пространственного фактора на рост, развитие и продуктивность пшеницы можно исключить. Опыты проводились на серых лесных почвах, которые являются доминантами в почвенном покрове Республики Татарстан [1].

Любой расчет объектов или прогноз основывается на математической модели [2-4]. Когда процесс детерминированный – используется уравнение сохранения массы скорости [5-7], температуры [8-10], давления [11-14] и т.п. Объекты, имеющие вероятностный характер, изучаются на основе экспериментальных [15-17], опытных [18-20] данных и т.д.

Таблица 1 – Средняя урожайность яровой пшеницы без внесения удобрения и влияющие на нее факторы

Годы	Уф, т/га	N, мг/кг	P, мг/кг	K, мг/кг	Пв, мм	Ов, мм	О ₆ , мм	О ₇ , мм	См, °С;	Т ₆ , °С;	Т ₇ , °С;	Вв, %
2001	2,41	132	156	132	177	177	55	20	1890	16,9	21,8	63
2002	2,46	139	164	131	165	167	47	29	1549	16,8	22,6	67
2003	2,35	146	172	137	160	223	91	101	1616	13,6	20,9	60
2004	2,57	145	148	122	172	259	65	82	1840	17,1	21,1	56
2005	2,69	149	135	123	168	279	113	67	1826	16,7	19,1	68
2006	2,16	124	147	129	165	169	30	63	1677	20,9	18,1	64
2007	2,24	127	153	125	170	248	45	196	1855	16,4	19,8	63
2008	2,2	100	162	137	164	221	104	75	1794	16,4	20,7	59
2009	2,05	142	169	131	159	102	40	81	1963	19,9	19,7	61
2010	1	109	121	122	140	38	11	14	2076	21,2	25,9	64
2011	2,49	142	139	92	165	142	135	90	1824	17,4	23,4	66
2012	1,88	149	128	117	173	155	45	48	1970	19,7	21,6	60
2013	1,46	140	133	120	198	146	27	82	2113	20,8	20,9	62
2014	1,45	136	166	109	169	159	71	27	2106	17,8	19,4	68
2015	2,17	134	171	121	163	162	28	80	2093	21	18,5	61
Сред.	2,11	134	151	123	167	176	60	70	1879	18,2	20,9	63
Макс.	2,69	149	172	137	198	279	135	196	2113	21,2	25,9	68
Мин.	1	100	121	92	140	38	11	14	1549	13,6	18,1	56

В нашей работе рассматривается ретроспективный анализ урожайности яровой пшеницы во временном ряду за 15 лет с применением уравнения множественной регрессии. В таблице 1 представлены средняя урожайность яровой пшеницы без внесения

удобрения – Y , и влияющие на нее факторы: – содержание в почве легкогидролизуемого азота (N), содержания в почве подвижного фосфора (P_2O_5), содержания в почве обменного калия (K_2O), запасов влаги метровой толщи при посеве ($Пв$), атмосферных осадков за вегетационный период ($Oв$), среднемесячных осадков за июнь (O_6), осадков за июль (O_7), суммы эффективных температур ($Ст$), среднемесячной температуры за июнь (T_6), температуры за июль (T_7) влажности воздуха за вегетационный период ($Вв$).

По таблице 1 видно, что урожайность яровой пшеницы изменяется в относительно широких пределах от 1т/га (2010 г.) до 2,69 т/га (2005 г.) при средней арифметической 2,11т/га. Коэффициенты парной корреляции между урожайностью и факторами изменяются в пределах от минус 0,68 до 0,72 (рисунок 1).

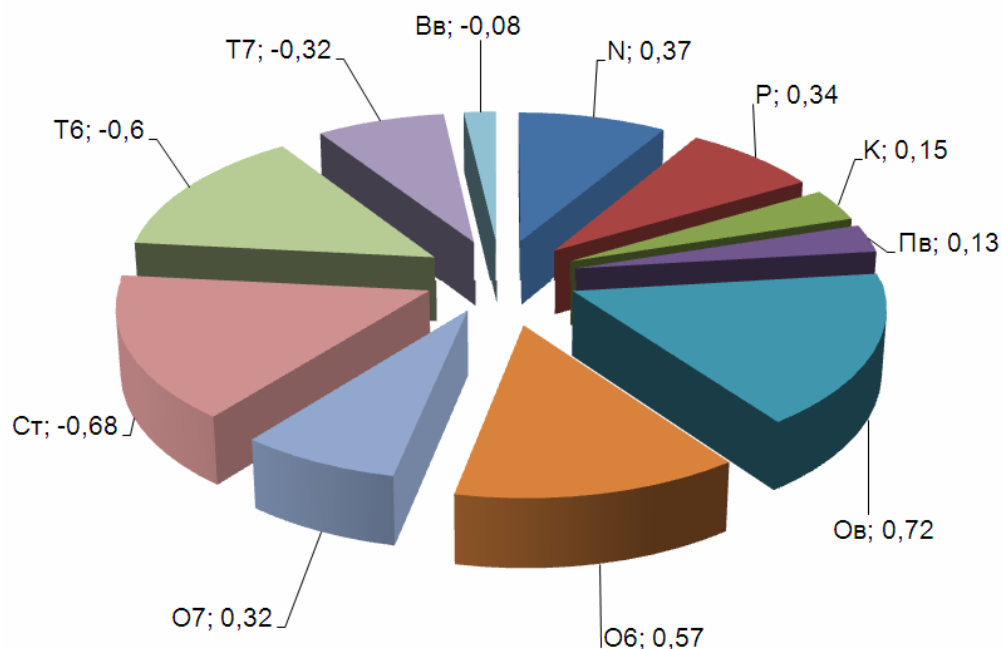


Рисунок 1 – Коэффициенты парной корреляции между урожайностью яровой пшеницы и влияющими факторами

Статистические недостоверные значения коэффициентов парной корреляции характеризуют лишь три пары: $Y - Пв$; $Y - K$; $Y - Вв$, остальные факторы имеют статистически достоверные значения. Связь между урожайностью и влияющими на нее факторами имеет различный характер. Отрицательную корреляцию имеют четыре фактора, они варьируются от -0,68 ($Ст$) до -0,08 ($Вв$). Остальные факторы имеют положительную корреляцию с диапазоном колебания от 0,13 ($Пв$) до 0,72 ($Oв$).

Анализ парной корреляции показал, что наиболее благоприятно на урожайность яровой пшеницы влияют факторы, которые связаны с осадками, а высокие температуры оказывают негативное влияние на

урожайность.

Полученные результаты парной корреляции дают возможность дальнейшего исследования исходной выборки с помощью множественного регрессионного анализа [21-22].

По данным из исходной таблицы 1 были рассчитаны коэффициенты множественной корреляции для стандартизированной формы и в реальных физических величинах, а также оценочные коэффициенты уравнения регрессии, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты факторов в корреляционно - регрессионных уравнениях и их оценочные коэффициенты

Факторы	Коэффициент множественной корреляции $R=0,934$, Коэффициент детерминации $R^2=0,8726$	
	Стандартизированные коэффициенты факторов в корреляционно- регрессионном уравнении	Реальные коэффициенты факторов в корреляционно - регрессионном уравнении
Свободный член	—	-12,0682
N	0,359323	0,0119
P	0,636522	0,0181
K	0,210726	0,0087
$Пв$	-0,022730	-0,0009
$Ов$	1,084031	0,0082
$О_6$	0,594888	0,0079
$О_7$	0,146436	0,0016
$Ст$	-0,422616	-0,0011
T_6	1,211029	0,2537
T_7	0,721480	0,1690
$Вв$	0,100466	0,0137

По вышеприведенным коэффициентам таблицы 2 были построенные математические модели в виде уравнений регрессий:

$$Y = 0,359323 \cdot N + 0,636522 \cdot P + 0,210726 \cdot K - 0,022730 \cdot Пв + 1,084031 \cdot Ов + \\ + 0,594888 \cdot О_6 + 0,146436 \cdot О_7 - 0,422616 \cdot Ст + 1,211029 \cdot T_6 + 0,721480 \cdot T_7 + \\ + 0,100466 \cdot Вв;$$

$$Y = 0,359323 \cdot N + 0,636522 \cdot P + 0,210726 \cdot K - 0,022730 \cdot Пв + 1,084031 \cdot Ов + \\ + 0,594888 \cdot О_6 + 0,146436 \cdot О_7 - 0,422616 \cdot Ст + 1,211029 \cdot T_6 + 0,721480 \cdot T_7 + \\ + 0,100466 \cdot Вв.$$

Первое уравнение представляет с собой уравнение в закодированном виде, а второе в реальных физических величинах. Первое уравнение можно использовать для выделения долей влияния

факторов на расчетную урожайность, а по второму уравнению можно рассчитать прогнозную урожайность

Таким образом, нами были проанализированные исходные данные, которые показали главенствующую роль климатических условий. Наиболее благоприятно на урожайность яровой пшеницы влияют факторы, которые связанные с осадками, а высокие температуры оказывают негативно влияние на урожайность.

Литература

1. Calculation of making doses of fertilizers under planned yield of spring wheat using an artificial neural network / A. A. Valiev, R. I. Ibyatov, S. V. Novikova, N. G. Kiseleva // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00120.
2. Agrobiological basis of wheat yield formation *Dicoccum Schrank* (spelt) in the ancestral domain of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, I. Serzhanov, A. Serzhanova [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00072.
3. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двuzернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4(51). – С. 103- 108.
4. Графический анализ влияния факторов на урожайность яровой пшеницы / Р. И. Ибяттов, А. А. Валиев, Ф. Ш. Шайхутдинов, Н. Г. Киселева // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 101-107.
5. Ибяттов, Р. И. Уменьшение размерности таксационных показателей древостоев сосны методом главных компонент / Р. И. Ибяттов, Н. Г. Киселева, А. А. Валиев // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 110-114.
6. Валиев, А. А. Выявление нетипичных образцов при анализе многомерных данных на примере урожайности яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы в РТ / А. А. Валиев, Р. И. Ибяттов // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный

аграрный университет, 2021. – С. 299-306.

7. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением трехслойного персептрона / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 282-285.

8. Валиев, А. А. Анализ качества зерна методом отбора данных / А. А. Валиев, Р. И. Ибяттов, Д. М. Галеев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 68-77.

9. Валиев, А. А. Особенности связи при формировании массы тысячи семян яровой пшеницы / А. А. Валиев, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 25–26 января 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 71-78.

10. Известкование кислых почв в Республике Татарстан / А. А. Лукманов, К. В. Владимиров, А. А. Валиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 9. – С. 15-18. – DOI 10.53859/02352451_2021_35_9_15.

11. Валиев, А. А. Выявления доли вкладов факторов на урожайность яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 47-54.

12. Валиев, А. А. Применение одномерной калибровки для построения прогнозирующей модели на примере урожайности яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 55-63.

13. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением регрессионного анализа / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский

государственный аграрный университет, 2022. – С. 64-70.

14. Валиев, А. А. Анализ данных урожайности яровой пшеницы в средней полосе лесостепной зоне среднего Поволжья с применением уравнения множественной регрессии / А. А. Валиев // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета, Казань, 26–27 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 40-47.

15. Валиев, А. А. Расчет доли влияния почвенных факторов на урожайность яровой пшеницы / А. А. Валиев // Проблемы развития малого и среднего бизнеса на селе в условиях цифровой трансформации экономики: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 24–25 марта 2022 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 81-87.

16. Валиев, А. А. Исследования связи между почвенно-метеорологическими факторами и урожайностью яровой пшеницы / А. А. Валиев // Проблемы развития малого и среднего бизнеса на селе в условиях цифровой трансформации экономики: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 24–25 марта 2022 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 74-81.

17. Валиев, А. А. Нелинейный множественный регрессионный анализ данных урожайности яровой пшеницы в средней полосе лесостепной зоне среднего Поволжья / А. А. Валиев // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24–25 февраля 2022 года. – Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 20-26.

18. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021): Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00164.

19. Рахматуллина, Р. Г. Определение момента инерции маховика / Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина, И. А. Исхаков // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский

государственный аграрный университет, 2021. – С. 96-102.

20. Zinnatullina, A. N. Simulating a pollution process in water filtration under a hydraulic structure / A. N. Zinnatullina, R. I. Ibyatov, M. N. Shamsiev // *Mathematical Models and Computer Simulations*. – 2015. – Vol. 7. – No 3. – P. 254-258. – DOI 10.1134/S2070048215030114.

21. Зиннатуллина, А. Н. Исследование миграции загрязняющих веществ под гидросооружением при моделировании различных источников / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибятков // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2013. – Т. 16. – № 23. – С. 29-31.

22. Зиннатуллина, А. Н. Математическое моделирование распространения загрязнения под гидросооружением со шпунтом / А. Н. Зиннатуллина, Р. И. Ибятков, М. Н. Шамсиев // *Математические методы в технике и технологиях - ММТТ*. – 2014. – № 7(66). – С. 43-47.

© Зиннатуллина А.Н., 2022

УДК 536.25

Ибятков Равиль Ибрагимович*Доктор технических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань*r.ibjatov@mail.ru**Галеев Дамир Миннурович***Аспирант**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ ЖИДКОЙ СРЕДЫ В МЕЖТАРЕЛОЧНОМ ЗАЗОРЕ СЕПАРАТОРА

Аннотация. Рассматривается течение жидкой среды в пространстве между тарелками жидкостного сепаратора. Особое внимание уделяется на развитие течения на входном участке. На входном участке эпюра скоростей, под действием вязкостных сил, преобразуется к параболическому виду. Течение жидкой среды происходит в ламинарном осесимметричном режиме. Уравнения гидродинамики записаны в конической системе координат. Записанные уравнения решаются методом поверхностей равных расходов. В поле течения вводится конические поверхности равных расходов y_k ($k = \overline{0, N+1}$). Крайние поверхности $y_0(x)$ и $y_{N+1}(x)$ совпадают с поверхностями тарелок сепаратора, которые ограничивают область течения. Искомые скорости жидкостной системы U_k , ($k = \overline{1, N}$) ищутся на этих поверхностях. Таким образом, задача о развитии течения на начальном участке сводится к численному определению положений поверхностей равных расходов и скоростей жидкостной системы на них. Приводится алгоритм численных расчетов.

Ключевые слова: жидкостный тарельчатый сепаратор, начальный участок течения, метод поверхностей равных расходов.

Ravil I. Ibyatov*Doctor of Technical Sciences, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*r.ibjatov@mail.ru**Damir M. Galeev***Graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

NUMERICAL CALCULATION OF THE VELOCITY PROFILE OF A LIQUID MEDIUM IN THE INTERPLATE GAP OF THE SEPARATOR

Abstract. The flow of a liquid medium in the space between the plates of a liquid separator is considered. Particular attention is paid to the development of the current at the inlet section. At the input section, the velocity diagram, under the action of viscous forces, is converted to a parabolic form. The flow of a liquid medium occurs in a laminar axisymmetric regime. The equations of hydrodynamics are written in a conic coordinate system. The written equations are solved by the method of surfaces of equal costs. Conical surfaces of equal flow rates are introduced into the flow field. The extreme surfaces and coincide with the surfaces of the separator plates, which limit the flow area. The desired velocities of the fluid system are sought on these surfaces. Thus, the problem of the development of the flow in the initial section is reduced to the numerical determination of the positions of the surfaces of equal flow rates and the velocities of the fluid system on them. An algorithm for numerical calculations is given.

Key words: liquid tray separator, initial flow section, equal flow surface method.

Расчет разнообразных процессов и аппаратов становится возможным при наличии соответствующих математических моделей. Детерминированные физические явления могут быть описаны с помощью базовых уравнений сохранения массы, импульсов и энергии [1-4]. Необходимые уравнения записываются относительно вполне определенных параметров, таких как скорость, температура, давление. Некоторые процессы изучаются на основе опытных исследований [5-8].

В данной работе рассматривается течение жидкой среды в межтарелочном зазоре жидкостного тарельчатого сепаратора. К исследованию гидродинамики жидкостных тарельчатых сепараторов посвящены большое количество исследований [9]. Однако недостаточно изученным остаются течение жидкостной системы на входном участке. На входном участке исходная плоская эпюра скоростей, под действием вязкостных сил, меняет свою форму. Она преобразуется к параболическому виду [10-11].

Пусть жидкая среда в межтарелочное пространство подается с периферии тарелок. Предположим, что течение жидкой среды происходит в ламинарном осесимметричном режиме. Тогда уравнения неразрывности и движения среды в конической системе координат запишутся в виде

$$\frac{\partial(rU)}{\partial x} + \frac{\partial(rV)}{\partial y} = 0, \quad i = \overline{1,2}, \quad (1)$$

$$\rho \left(U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} \right) = - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial y} \left(r m \frac{\partial U}{\partial y} \right) + \rho F_x, \quad (2)$$

$$- \frac{\partial P}{\partial y} + \rho F_y = 0. \quad (3)$$

Здесь m – вязкость жидкой среды; F_x, F_y – компоненты вектора ускорения массовых сил.

При учете инерционных членов решение этих уравнений вызывает большие трудности. Они могут быть решены только численными методами. В данной работе записанные уравнения решаются методом поверхностей равных расходов [12-14].

Согласно вышеназванного метода в поле течения вводится конические поверхности равных расходов y_k ($k = \overline{0, N+1}$). Крайние поверхности равных расходов $y_0(x)$, $y_{N+1}(x)$ совпадают с поверхностями тарелок сепаратора, которые ограничивают область течения. На поверхностях тарелок записываются условия прилипания:

$$y = 0: \quad U = 0,; \quad (4)$$

$$y = h: \quad U = 0. \quad (5)$$

Здесь h – толщина зазора между тарелками сепаратора.

Искомые скорости жидкостной системы U_k , ($k = \overline{1, N}$) ищутся на этих поверхностях [15-16]. Другими словами, задача о развитии течения на начальном участке сводится к численному определению положений поверхностей равных расходов и скоростей жидкостной системы на них [17-19].

Обозначим величину изменения расхода сплошной среды между линиями y_k и y_{k+1} через $\Phi_k(x)$. Запишем интегральное условие сохранения

$$\frac{d}{dx} \int_{y_{k-1}}^{y_k} 2\pi r \alpha U dy = \Phi_k(x).$$

Определенный интеграл представим формулой трапеции для численного интегрирования. Полученную разностную формулу продифференцируем по продольной координате. Тогда после несложных преобразований получим

$$\begin{aligned} \frac{dy_k}{dx} = \frac{dy_{k-1}}{dx} + \frac{2\Phi_k}{2\pi r(U_1^k + U_1^{k-1})} \delta_2^k - \frac{y_k - y_{k-1}}{r_k U_k + r_{k-1} U_{k-1}} \times \\ \times \left(r_k \frac{dU_k}{dx} + r_{k-1} \frac{dU_{k-1}}{dx} + U_k \frac{dr_k}{dx} + U_{k-1} \frac{dr_{k-1}}{dx} \right), \quad k = \overline{1, N}. \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь $U_k = U_k[x, y_k(x)]$ – скорости жидкостной системы на поверхностях равных расходов. При отсутствии массообменных процессов $\Phi_k = 0$.

Для вычисления скоростей $U_k = U_k[x, y_k(x)]$ преобразуем уравнения движения (1)-(3). В стационарных течениях траектории совпадают с линиями тока. Поэтому имеет место соотношения

$$V_k - U_k \frac{dy_k}{dx} = 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (7)$$

С учетом (7) уравнение движения (2), записанное на линиях тока, упрощается и принимает вид

$$\rho U_k \frac{dU_k}{dx} = -\frac{dP}{dx} + \rho F_y \frac{dy_k}{dx} + \frac{1}{r_k} \frac{\partial}{\partial y} \left(r_k m \frac{\partial U_k}{\partial y} \right) + \rho_1 F_x. \quad (8)$$

Система обыкновенных дифференциальных уравнений (6), (8) решается численно.

Для вычисления вязкостного члена сеточные решения уравнений (6) и (8) представляется в виде разложения в ряд

$$U = \sum_{j=1}^N A_j \Psi_j(x, y). \quad (9)$$

Базисные функции $\Psi_j(x, y)$ выбираются таким образом, чтобы они удовлетворяли граничным условиям (4)-(5). Например,

$$\Psi_j(x) = (y(h-y))^j.$$

Коэффициенты разложения A_j находятся из решения системы алгебраических уравнений

$$U_k = \sum_{j=1}^N A_j \Psi_j(x, y_k). \quad (10)$$

В уравнениях (6) присутствуют производные всех неизвестных величин. Поэтому для реализации численного решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений применяется прогонка [20-22].

Алгоритм численных расчетов, следующий:

1. На входе задаются значения y_k и U_k .
2. Из системы алгебраических уравнений (10) определяются коэффициенты разложения A_j .
3. С помощью (9) вычисляются значения вязкого члена на линиях тока.
4. Используя процедуру прогонки, вычисляются значения производных $\frac{dy_k}{dx}$, $\frac{du_k}{dx}$, $\frac{dP}{dx}$, $k = \overline{1, N}$.
5. Одним из численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений находятся искомые функции y_k , U_k на следующем шаге интегрирования.
6. Этапы 2-5 повторяются заново.

Литература

1. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением трехслойного персептрона / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 282-285.

2. Известкование кислых почв в Республике Татарстан / А. А. Лукманов, К. В. Владимиров, А. А. Валиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 9. – С. 15-18.
3. Валиев, А. А. Выявления доли вкладов факторов на урожайность яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 47-54.
4. Валиев, А. А. Применение одномерной калибровки для построения прогнозирующей модели на примере урожайности яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 55-63.
5. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением регрессионного анализа / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 64-70.
6. Частотные и температурные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь некоторых нематических жидких кристаллов / Р. Г. Рахматуллина, В. С. Горелов, В. А. Тимофеев [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2014. – № 3. – С. 207-222.
7. АСМ - исследования деформированного эластомера / Р. Г. Рахматуллина, Г. К. Аминова, З. Х. Куватов [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 140-146.
8. Рахматуллина, Р. Г. Изучение теплового потока жидкости на поверхности проводника / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции, Уфа, 29 октября 2021 года. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2021. – С. 281-283.
9. Славянский, А. А. О кинетике потока жидкости в центробежном сепараторе / А. А. Славянский, Е. В. Семенов, В. А. Грибкова, Н. В. Николаева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 4. – С. 166-176.

10. Холпанов, Л.П. Моделирование гидродинамики многофазных гетерогенных сред в центробежном поле/ Л. П. Холпанов, Р. И. Ибяттов // Теоретические основы химической технологии. – 2009. – Т. 43. – № 5. – С. 534-546.
11. Ибяттов, Р.И. Математическое моделирование процесса расслоения многофазной среды / Р. И. Ибяттов, Л. П. Холпанов, Ф. Г. Ахмадиев, Р. Р. Фазылзянов // Теоретические основы химической технологии. – 2006. – Т. 40. – № 4. – С. 366-375.
12. Ибяттов, Р.И. Течение многофазной среды по проницаемой поверхности с образованием осадка/ Р. И. Ибяттов, Л. П. Холпанов, Ф. Г. Ахмадиев // Инженерно-физический журнал. – 2005. – Т. 78. – № 2. – С. 65-72.
13. Ибяттов, Р.И. Математическое моделирование течения многофазной гетерогенной среды по проницаемому каналу / Р. И. Ибяттов, Л. П. Холпанов, Ф. Г. Ахмадиев, И. Г. Бекбулатов // Теоретические основы химической технологии, – 2007, – Т. 41, – № 5, – С. 514-523.
14. Ибяттов, Р.И. Расчет течения гетерогенных сред неньютоновского поведения по проницаемым поверхностям/ Р. И. Ибяттов, Л. П. Холпанов, Ф. Г. Ахмадиев, Р. Р. Фазылзянов // Инженерно-физический журнал. – 2003. – Т. 76. – № 6. – С. 80-87.
15. Особенности подготовки организаторов учебного процесса аграрного университета к использованию средств ИКТ в профессиональной деятельности / Е. Р. Газизов, А. Р. Газизов, А. Н. Зиннатуллина, Н. Г. Киселева // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 673-680.
16. Киселева, Н. Г. Формирование и развитие профессиональных компетенций как фактор повышения качества молодого специалиста / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современные тенденции формирования кадрового потенциала агропромышленного комплекса: в условиях научно-технологических вызовов и устойчивого развития сельских территорий: Материалы I Международной научно-практической конференции, Казань, 16–17 февраля 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 84-89.
17. Рахматуллина, Р. Г. Практическое применение теоремы об изменении кинетической энергии механической системы / Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 271-278.

18. Закономерности товарной структуры сосняков искусственного происхождения регионов Поволжья / В. Л. Черных, А. А. Домрачев, А. С. Елсуков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2011. – № 1(319). – С. 20-28.
19. Королева, В. В. Применение схемы Шамира для разделения секрета / В. В. Королева, Р. Г. Рахматуллина, Е. Г. Филиппов // Моделирование энергоинформационных процессов: IX Национальная научно-практическая конференция с международным участием, Воронеж, 22–24 декабря 2020 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. – С. 233-237.
20. Assessment criteria of competence formation of organizers in the educational process of the agrarian university in the field of using information and communication technology / E. R. Gazizov, A. R. Gazizov, N. G. Kiseleva, A. N. Zinnatullina // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00064. – DOI 10.1051/bioconf/20201700064.
21. Zinnatullina, A. N. Simulating a pollution process in water filtration under a hydraulic structure / A. N. Zinnatullina, R. I. Ibyatov, M. N. Shamsiev // Mathematical Models and Computer Simulations. – 2015. – Vol. 7. – No 3. – P. 254-258. – DOI 10.1134/S2070048215030114.
22. Киселева, Н. Г. Моделирование объемов стволов лесных культур сосны / Н. Г. Киселева // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 416-419.

УДК 630

Киселева Наталья Геннадьевна
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет», Казань
tng1975@mail.ru

ВАРЬИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАЦИИ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИССЛЕДУЕМЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Аннотация. Рассмотрены показатели вариации (среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии) таксационных показателей в трех группах густоты (редкие, средней густоты, густые) в типе леса – сосняк черничник. Был проведен сравнительный анализ и графическое представление показателей вариации по группам густот.

Ключевые слова: возраст, высота, запас, тип леса, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии.

Natalia G. Kiseleva
Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
tng1975@mail.ru

VARIATION OF INDICATORS INDICATORS OF THE STUDYED STANDS

Abstract. Variation indicators (standard deviation, coefficient of variation, coefficient of asymmetry) of taxation indicators in three density groups (sparse, medium density, dense) in the type of forest - bilberry pine forest are considered. A comparative analysis and graphical representation of the variation indicators by density groups was carried out.

Key words: age, height, stock, forest type, standard deviation, variation coefficient, asymmetry coefficient.

Полное представление об изменениях всех основных таксационных показателей древостоев во времени дает анализ хода роста древостоев. При составлении таблиц динамики таксационных показателей древостоев часто используют математические статистические методы, основанные на использовании массовых наблюдений [1-3]. Для составления данных таблиц определяют средние значения таксационных показателей. Зная закономерности изменений таксационных показателей древостоев, можно определить динамику дальнейшего роста, знание которой необходимо для организации и ведения лесного хозяйства [4-7].

При исследовании древостоев весь имеющийся материал в типе леса – сосняк черничник разделен на три группы густоты (редкие, средней густоты, густые). В качестве данных были использованы средние значения таксационных показателей древостоев по группам густот. Исходные значения по-разному сосредоточены вокруг среднего значения признака. Для определения характера расположения исходных данных вокруг среднего служат показатели вариации: среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии [8-10]. Среднее квадратическое отклонение является показателем изменчивости, и оно показывает на сколько в среднем отличается значение признака от среднего значения признака. Значение коэффициента вариации необходимо для анализа степени однородности значений исследуемого признака, является относительной величиной и выражается в процентном отношении среднего квадратического отклонения к средней. Степень асимметрии кривой плотности распределения можно оценить с помощью показателя (коэффициента) асимметрии, которая может принимать как положительные, так и отрицательные значения [11-14]. Положительная величина коэффициента асимметрии указывает на наличие правосторонней асимметрии, и соответственно, отрицательная величина коэффициента асимметрии означает наличие левосторонней асимметрии. Если коэффициент асимметрии более 0,5, то принято считать, что она значительная; если менее 0,25, то она незначительная; если значение коэффициента асимметрии принадлежит отрезку [0,25; 0,5], то она считается умеренной [15-17].

Вышеизложенные показатели вариации анализировались для следующих основных таксационных показателей: средние высоты насаждений и запас древостоя на 1 га.

Таблица 1 – Показатели вариации средней высоты древостоев по группам густот в типе леса – сосняк черничник

Группа густоты	Показатели вариации	Возрастные интервалы							
		21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Густые	Среднее квадратическое отклонение	1,69	1,38	1,53	1,51	1,38	1,82	1,27	2,03
	Коэффициент вариации	1,58	1,67	1,49	1,62	1,73	1,79	1,84	2,12
	Коэффициент асимметрии	0,75	0,53	-0,28	0,16	-0,42	0,53	0,56	0,62
Средние	Среднее квадратическое отклонение	0,38	0,11	0,02	0,31	0,18	0,05	0,59	0,86

	Коэффициент вариации	1,77	1,68	1,57	1,62	1,83	1,59	1,81	2,05
	Коэффициент асимметрии	0,59	-0,63	0,38	0,45	0,16	0,65	0,70	0,94
Редкие	Среднее квадратическое отклонение	0,07	0,09	0,21	0,04	0,26	0,02	0,31	0,68
	Коэффициент вариации	1,71	1,85	1,59	1,64	1,83	1,93	2,02	2,17
	Коэффициент асимметрии	0,62	0,80	0,32	-0,48	0,25	0,53	0,65	0,72

Анализируя таблицу 1, видно, что среднеквадратическое отклонение средних высот в молодняках изменяется от 0,07 до 1,69, в средневозрастных и приспевающих насаждениях - от 0,02 до 1,82, а в спелых древостоях достигает до 2,03. Не наблюдается прямой зависимости между коэффициентом вариации и густотой. Коэффициент асимметрии по всем группам не превышает $\pm 0,5$, кроме молодняков и спелых древостоев [18-20].

Графическое представление динамики среднего квадратического отклонения средней высоты древостоев по группам густот представлено на рисунке 1.

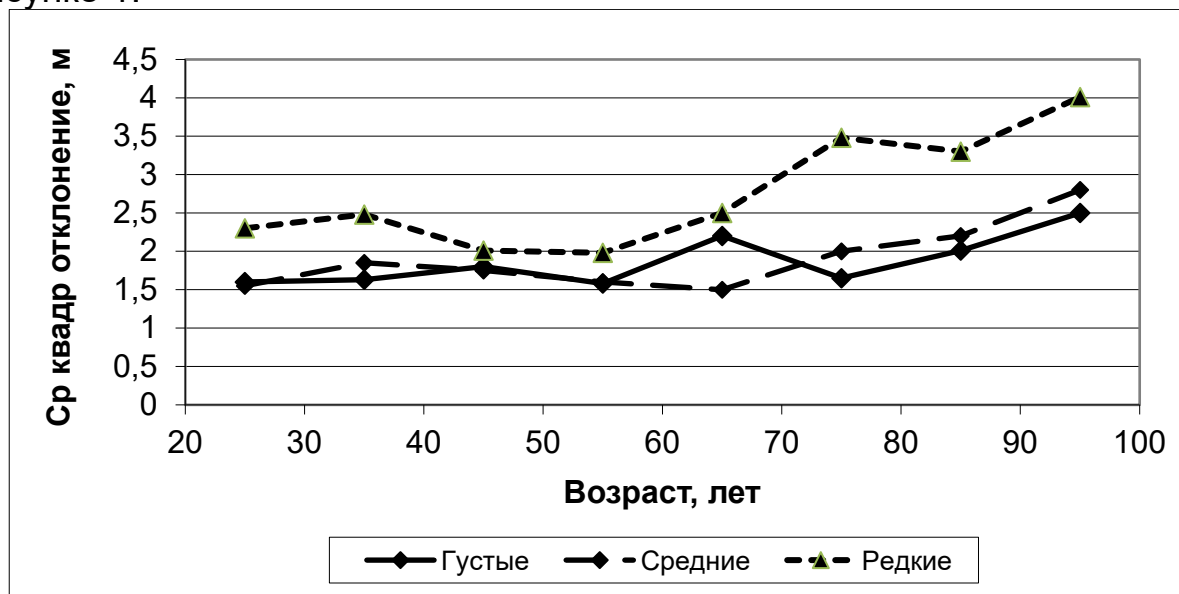


Рисунок 1 - Динамика среднеквадратических отклонений средних высот в типе леса - сосняк черничник

Как видно из рисунка 1, с возрастом среднеквадратическое отклонение средних высот во всех трех группах густоты возрастает. Для редких древостоев среднеквадратическое отклонение данного показателя больше, чем в древостоях средней густоты и густых древостоев [21-22].

Анализируемые показатели вариации по запасам растущего древостоя сосняков представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели вариации запасов растущих древостоев по группам густот в типе леса – сосняк черничник

Группа густоты	Показатели вариации	Возрастные интервалы							
		21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Густые	Среднее квадратическое отклонение	38,97	44,05	49,36	51,48	39,92	43,08	44,15	41,59
	Коэффициент вариации	18,18	16,87	16,09	14,75	11,69	12,39	12,78	11,25
	Коэффициент асимметрии	0,67	0,71	0,64	0,18	0,24	0,38	0,74	-0,44
Средние	Среднее квадратическое отклонение	26,08	38,05	38,46	39,32	40,85	44,32	45,77	49,69
	Коэффициент вариации	16,15	14,74	16,05	13,78	10,64	11,35	9,41	10,88
	Коэффициент асимметрии	0,51	0,62	0,44	0,04	0,67	0,87	0,20	-0,32
Редкие	Среднее квадратическое отклонение	41,77	46,21	47,15	48,35	49,12	48,03	49,44	51,03
	Коэффициент вариации	31,27	23,08	17,41	18,72	17,01	19,45	20,53	24,04
	Коэффициент асимметрии	0,31	0,28	-0,24	0,31	0,15	0,39	0,05	-0,17

Анализируя данные таблицу 2, можно сделать следующие выводы. Во всех трех группах густоты показатель среднего квадратического показателя запасов растущих древостоев увеличивается с возрастом, причем среднеквадратическое отклонение запасов растущих древостоев в средневозрастных густых насаждениях изменяется от 44,05 м³ до 51,48 м³, в средней густоте насаждений – от 38,05 м³ до 39,32 м³, в редких насаждениях – от 46,21 м³ до 48,35 м³. Коэффициент вариации имеет более высокие значения в редких насаждениях, по сравнению с густыми и средними насаждениями.

Графическое представление динамики среднего квадратического отклонения запасов растущих древостоев по группам густот представлено на рисунке 2.

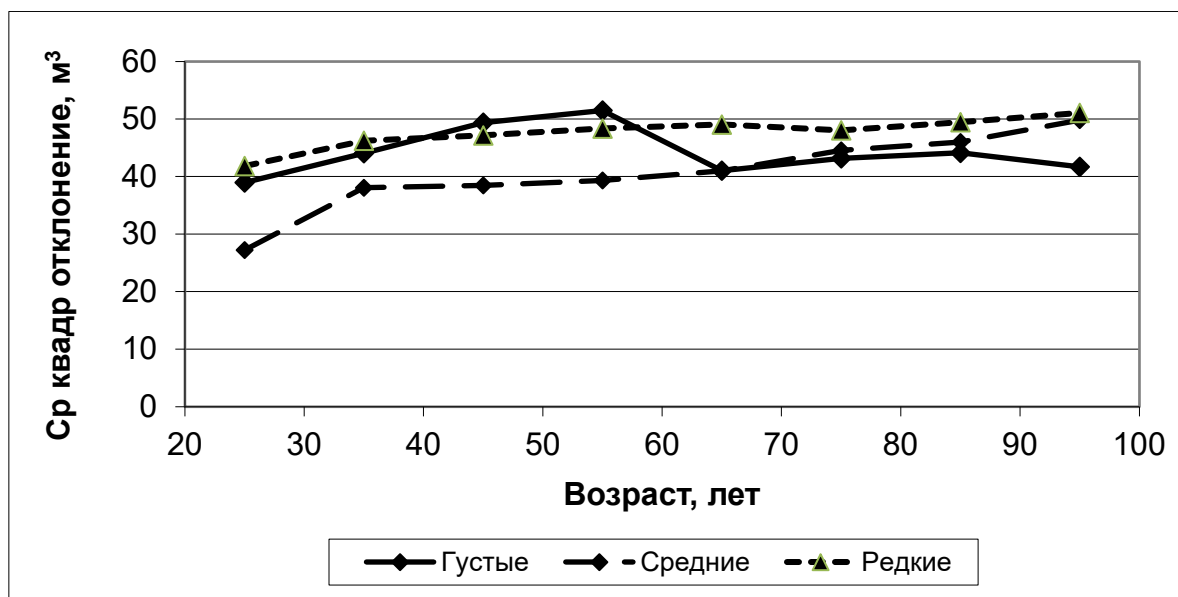


Рисунок 2 - Динамика среднеквадратических отклонений растущих запасов в типе леса - сосняк черничник

Анализ динамики коэффициентов вариации растущих запасов показал, что данные статистики больше в редких древостоях, по сравнению с остальными двумя группами густот. Во всех группах густот распределение растущих запасов имеет асимметрический характер.

Вывод. Варьирование двух основных таксационных характеристик: средней высоты древостоев и запаса растущего древостоя показало, что для рассмотренных групп густот распределение анализируемых таксационных показателей имеет асимметричный характер. Для редких древостоев показатели вариации анализируемых таксационных показателей больше, чем для древостоев средней густоты и густых насаждений.

Литература

1. Закономерности товарной структуры сосняков искусственного происхождения регионов Поволжья / В. Л. Черных, А. А. Домрачев, А. С. Елсуков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2011. – № 1(319). – С. 20-28.
2. Киселева, Н. Г. Применение метода главных компонент к таксационным показателям древостоев / Н. Г. Киселева, Р. И. Ибяттов, С. А. Валиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции, Казань, 07 декабря 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 211-215.
3. Киселева, Н. Г. Роль и место производственной практики в формировании студентов / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, Е. Р. Газизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса:

Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 202-205.

4. Киселева, Н. Г. Теоретическое и практическое мышление / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 158-160.

5. Киселева, Н. Г. Технология проблемного обучения в вузе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 122-124.

6. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением трехслойного персептрона / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 282-285.

7. Ибяттов, Р. И. Анализ факторов, влияющих на урожайность яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Республики Татарстан, методом главных компонент / Р. И. Ибяттов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 31-36.

8. Agrobiological basis of wheat yield formation *Dicoccum Schrank (spelt)* in the ancestral domain of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, I. Serzhanov, A. Serzhanova [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00072.

9. Известкование кислых почв в Республике Татарстан / А. А. Лукманов, К. В. Владимиров, А. А. Валиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 9. – С. 15-18.

10. Валиев, А. А. Особенности связи при формировании массы тысячи семян яровой пшеницы / А. А. Валиев, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-

летию Казанского ГАУ, Казань, 25–26 января 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 71-78.

11. Зиганшин, Б. Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Н. Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84.

12. Равновесные размеры сегментов в нанокристаллах синдиотактического 1,2-полибутадиена / А. Н. Чувывров, А. Р. Хамидуллин, Ю. А. Лебедев [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19. – № 3. – С. 25-28.

13. Зиннатуллина, А. Н. Основы цифровой экономики: искусственный интеллект / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Д. Ш. Магсумова // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 487-492.

14. Гайфуллин, И. Х. Малогабаритная биогазовая установка анаэробного сбраживания органических отходов / И. Х. Гайфуллин // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 221-227.

15. Валиев, А. А. Выявления доли вкладов факторов на урожайность яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 47-54.

16. Давлиев, И. И. Механическая характеристика электродвигателя / И. И. Давлиев, Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 37-43.

17. Рахматуллина, Р. Г. Практическое применение теоремы об изменении кинетической энергии механической системы / Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 271-278.

18. Рахматуллина, Р. Г. Метод диэлектрической релаксации в полимерных материалах / Р. Г. Рахматуллина, Л. А. Рябишина // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 285-290.
19. Частотные и температурные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь некоторых нематических жидких кристаллов / Р. Г. Рахматуллина, В. С. Горелов, В. А. Тимофеев [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2014. – № 3. – С. 207-222.
20. АСМ - исследования деформированного эластомера / Р. Г. Рахматуллина, Г. К. Аминова, З. Х. Куватов [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 140-146.
21. Рахматуллина, Р. Г. О процессах релаксации электропроводности в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 405-406.
22. Рахматуллина, Р. Г. Исследование релаксационных процессов электрической поляризации в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 402-404.

УДК 536.24

Рахматуллина Резида Гайфулловна*Кандидат физико-математических наук**Казанский государственный аграрный университет, Казань**rachmatrg@mail.ru***Маскова Альбина Рафитовна***Кандидат технических наук**Уфимский государственный нефтяной технический университет**asunasf@mail.ru*

ТЕПЛООБМЕН В СЛОЖНЫХ СРЕДАХ

Аннотация. В данной работе рассмотрен конвективный теплообмен. Возможны конвективный пузырьковый теплообмен, переходный теплообмен и пузырьковый режимы кипения. Подробно описан пузырьковый режимы кипения. Приведены результаты экспериментального исследования коэффициента теплоотдачи от радиуса пузырька от расстояния между всплывающими пузырьками. Показано, что чем меньше расстояние между пузырьками, тем больше коэффициент теплоотдачи.

Ключевые слова: конвективный теплообмен, кипение капель, коэффициент теплоотдачи, радиус пузырька.

Rezida G. Rakhmatullina*Candidate of Physical and Mathematical Sciences**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**rachmatrg@mail.ru***Albina R. Maskova***Candidate of Technical Sciences**Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russia**asunasf@mail.ru*

HEAT TRANSFER IN COMPLEX ENVIRONMENTS

Abstract. Convective heat exchange is considered in this work. Convective bubble heat exchange, transient heat exchange and bubble boiling modes are possible. Bubble boiling modes are described in detail. Results of experimental study of heat transfer coefficient from bubble radius from distance between floating bubbles are given. It is shown that the smaller the distance between bubbles, the greater the heat transfer coefficient.

Keywords: convective heat transfer, boiling of droplets, heat transfer coefficient, bubble radius.

Теплообмен – это процесс переноса теплоты в пространстве с неравномерным распределением температуры. Механизм этого переноса достаточно сложен. Теплообмен происходит вследствие обмена внутренней энергией между областями рассматриваемой среды. В результате этого обмена теплота переходит из более нагретых мест в менее нагретые. Суть механизма заключается в увеличении потока за счет смещения участков среды [1-3].

В технике и в быту очень часто происходят процессы теплообмена между различными жидкостями. Перенос теплоты осуществляется тремя способами: тепловым излучением, теплопроводностью, конвекцией. Рассмотрим более подробно часто встречающийся на практике процесс - конвективный теплообмен [4-7]. Конвективный теплообмен – это перенос теплоты в пространстве движущимися макрообъемами жидкостей или газах. В рассматриваемом процессе возможны пузырьковый, переходный и пузырьковый режимы кипения.

Рассмотрим пузырьковый режим кипения. Этот режим применяется в генераторах тепловых и атомных электростанций, при охлаждении двигателей [8-11]. При пузырьковом режиме кипения на поверхности образуются пузырьки пара. В начале кипения при небольшом перегреве двигаются в начале лишь крупные центры пузырьков. При увеличении перегрева жидкости пузырек растет в объеме, а потом отрывается от поверхности и всплывает [12-15]. При этом увлекая за собой некоторое количество жидкости образуя новые. Режим пузырькового режима кипения приводит к увеличению коэффициента теплоотдачи за счет увеличения разности температур. Во время вытеснения жидкости пузырек обладает перемещением и некоторой скоростью. Коэффициент теплоотдачи λ равен:

$$j = -\lambda(\nabla T), \quad (1)$$

где j – конвективный поток теплоты.

Из формулы (1) видно, что для определения коэффициента теплоотдачи λ следует найти скорости и температуры для движений жидкости, возникающих при всплывании газовых пузырьков в жидкости [4]. Также из формулы (1) можем констатировать, что коэффициент теплоотдачи пропорционален квадрату амплитуды колебаний. Амплитуда колебаний рассчитывается следующим образом [16-18]:

$$A = 1,5 \cdot r, \quad (2)$$

где r – радиус пузырька; v – скорость всплывания пузырьков.

Далее приведены графики зависимости коэффициента теплоотдачи от радиуса пузырька от расстояния между всплывающими пузырьками при скорости всплывания пузырьков $v=0,5$ м/с.

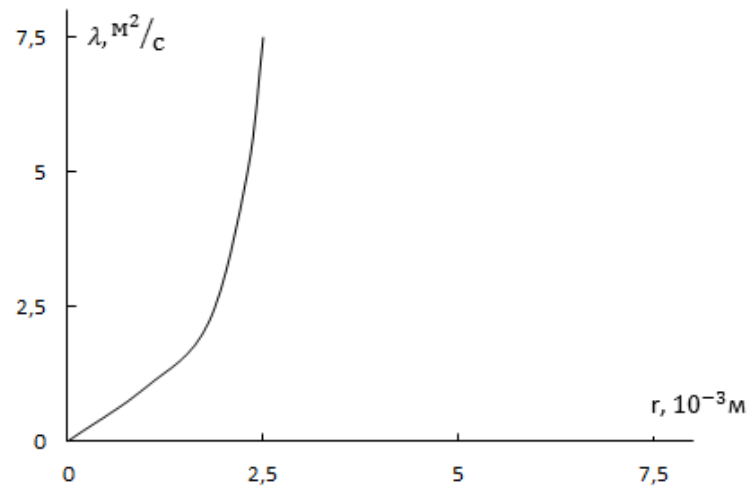


Рисунок 1 - График зависимости коэффициента теплоотдачи от радиуса пузырька при расстоянии между пузырьками $L=0,001\text{ м}$

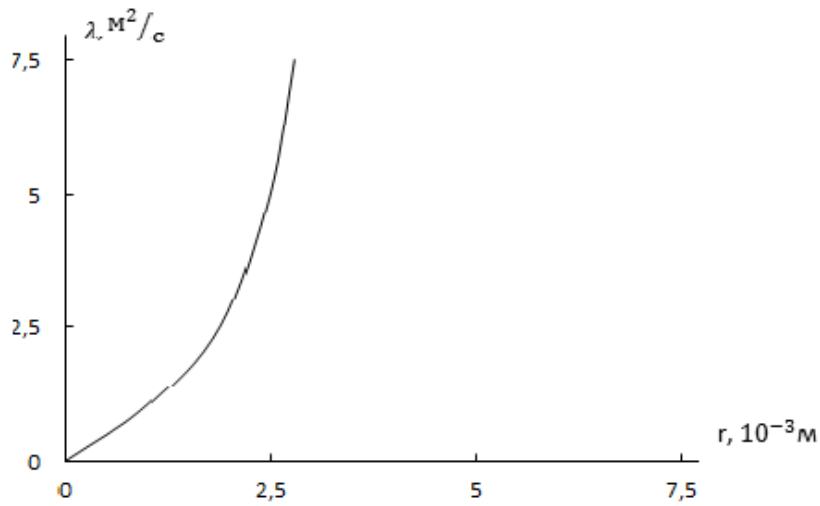


Рисунок 2 - График зависимости коэффициента теплоотдачи от радиуса пузырька при расстоянии между пузырьками $L=0,005\text{ м}$

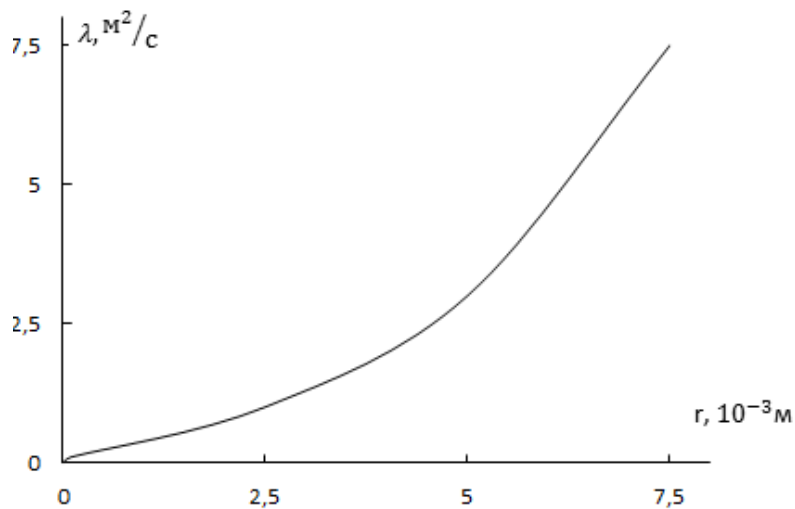


Рисунок 3 - График зависимости коэффициента теплоотдачи от радиуса пузырька при расстоянии между пузырьками $L=0,015\text{ м}$

Из всех трёх приведенных графиков, видно, что чем меньше расстояние между пузырьками и больше скорость всплывающих пузырьков, тем больше коэффициент теплоотдачи [19-20].

При радиусе пузырьков приблизительно $r = 1 \cdot 10^{-3}$ м, скорость равна $v = 0,5$ м/с, установленных экспериментально на установке, описанной [2], получим, что коэффициент теплоотдачи больше молекулярного коэффициента переноса приблизительно в два раза [21-22].

Таким образом, можем утверждать, что полученные результаты дают новые возможности для использования не только в химической, сельскохозяйственной, нефтяной промышленности, но и в других областях.

Литература

1. Рахматуллина, Р. Г. Изучение теплового потока жидкости на поверхности проводника / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции, Уфа, 29 октября 2021 года. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2021. – С. 281-283.
2. Рахматуллина, Р. Г. О процессах релаксации электропроводности в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 405-406.
3. Рахматуллина, Р. Г. Исследование релаксационных процессов электрической поляризации в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 402-404.
4. Равновесные размеры сегментов в нанокристаллах синдиотактического 1,2-полибутадиена / А. Н. Чувывров, А. Р. Хамидуллин, Ю. А. Лебедев [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19. – № 3. – С. 25-28.
5. Киселева, Н. Г. Роль и место производственной практики в формировании студентов / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, Е. Р. Газизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 202-205.

6. Тепловой баланс и энергоэффективность биогазовой установки в климатических условиях Республики Татарстан / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Б. Л. Иванов, И. Н. Сафиуллин // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 121-128.
7. Расчет технологических параметров и обоснование конструкции мобильной биогазовой установки / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков, Ю. Х. Шогенов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора Гайнанова Х. С. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 41-47.
8. Гайфуллин, И. Х. Малогабаритная биогазовая установка анаэробного сбраживания органических отходов / И. Х. Гайфуллин // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 221-227.
9. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением трехслойного персептрона / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 282-285.
10. Известкование кислых почв в Республике Татарстан / А. А. Лукманов, К. В. Владимиров, А. А. Валиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 9. – С. 15-18.
11. Валиев, А. А. Выявления доли вкладов факторов на урожайность яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 47-54.
12. Валиев, А. А. Применение одномерной калибровки для построения прогнозирующей модели на примере урожайности яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022

года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 55-63.

13. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением регрессионного анализа / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 64-70.

14. Киселева, Н. Г. Дистанционное обучение и его формы / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 120-122.

15. Киселева, Н. Г. Теоретическое и практическое мышление / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 158-160.

16. Особенности подготовки организаторов учебного процесса аграрного университета к использованию средств ИКТ в профессиональной деятельности / Е. Р. Газизов, А. Р. Газизов, А. Н. Зиннатуллина, Н. Г. Киселева // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 673-680.

17. Киселева, Н. Г. Формирование и развитие профессиональных компетенций как фактор повышения качества молодого специалиста / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современные тенденции формирования кадрового потенциала агропромышленного комплекса: в условиях научно-технологических вызовов и устойчивого развития сельских территорий: Материалы I Международной научно-практической конференции, Казань, 16–17 февраля 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 84-89.

18. Зиннатуллина, А. Н. Моделирование процесса загрязнения при фильтрации воды под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибятков // Математическое моделирование. – 2014. – Т. 26. – № 10. – С. 120-126.

19. Зиннатуллина, А. Н. Численное моделирование процесса распространения загрязнения под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Е. Г. Шешуков // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 257-259.
20. Киселева, Н. Г. Особенности обучения иностранных учащихся на предвузовском этапе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 419-424.
21. Assessment criteria of competence formation of organizers in the educational process of the agrarian university in the field of using information and communication technology / E. R. Gazizov, A. R. Gazizov, N. G. Kiseleva, A. N. Zinnatullina // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00064. – DOI 10.1051/bioconf/20201700064.
22. Киселева, Н. Г. Технология проблемного обучения в вузе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 122-124.

УДК 633.11:631.559

Валиев Абдулсамад Ахатович

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
samadvaliev@rambler.ru*

Ибятков Равиль Ибрагимович

*Доктор технических наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань
r.ibjatov@mail.ru*

О ВЫЯВЛЕНИИ НЕТИПИЧНЫХ ПРИЗНАКОВ В МАССИВЕ ДАННЫХ

Аннотация. В данной статье проводится исследование над массивом данных, которые представляют собой временную выборку за двадцать пять лет. Исследуемые данные состоят из средней урожайности яровой пшеницы и пяти факторов: содержание легкогидролизуемого азота в почве; содержание подвижного фосфора в почве; содержание обменного калия в почве; продуктивной влаги в метровом слое почвы в день посева и гидротермического коэффициента увлажнения. К исследуемой матрице применяется метод главных компонент, который позволяет сократить размерность задачи и спроецировать данные в двухмерном пространстве. Выявляются из массива исходных данных нетипичные признаки, которые оказывают большое влияние на общую изменчивость. Проводится анализ нетипичных признаков.

Ключевые слова: метод главных компонент, нетипичные признаки, факторные нагрузки, яровая пшеница.

Abdulsamad A. Valiev

*Candidate of Agricultural Sciences, senior lecturer
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
samadvaliev@rambler.ru*

Ravil I. Ibytov,

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
r.ibjatov@mail.ru*

ON THE IDENTIFICATION OF ATYPICAL SIGNS IN THE DATA ARRAY

Abstract. In this article, a study is conducted on an array of data that represents a time sample for twenty-five years. The studied data consist of the average yield of spring wheat and five factors: the content of easily hydrolyzable nitrogen in the soil; the content of mobile phosphorus in the soil;

the content of exchangeable potassium in the soil; productive moisture in the meter layer of the soil on the day of sowing and the hydrothermal moisture coefficient. The principal component method is applied to the matrix under study, which allows reducing the dimension of the problem and projecting data in two-dimensional space. Atypical signs are identified from the array of initial data, which have a great influence on the overall variability. The analysis of atypical signs is carried out.

Key words the method of the main components, atypical signs, factor loads, spring wheat.

В реальной жизни при изучении объектов практически в любой области исследователь сталкивается с большим количеством информации, которая имеет различное влияние, как по направлению, так и по силе. Так как информация в большинстве случаев хранится в числовой форме, перед исследователем стоит сложная задача в анализе и выявлении нужной информации в большие массивы данных.

Любой расчет объектов или прогноз основывается на математической модели [1-2]. Когда процесс детерминированный – используется уравнение сохранения массы [3-5], скорости [6-8], температуры [9-11], давления [12-14] и т.п. Объекты, имеющие вероятностный характер, изучаются на основе опытных данных [15].

Для получения более информативной картины рекомендуется разбить на подгруппы исследуемые данные по типу их влияния и анализировать их по отдельности. Однако, использование визуального анализа или классических методов недостаточно для извлечения из многомерных данных нужной информации. Поэтому, наряду с классическими методами и подходами, следует использовать современные интеллектуальные методы анализа данных. Одним из таких методов является метод главных компонент (МГК) [16-18]. Метод главных компонент в основном применяется для решения двух типов задач – редукция и классификация данных. Суть подхода связана с сокращением размерности данных с минимальными потерями информации, а также представлением их в двух и трехмерном пространствах для проведения интеллектуального анализа [19-22].

Исследование проводилось над массивом данных, которые представляют собой временную выборку за двадцать пять лет, состоящую из почвенно-метеорологических факторов и урожайности яровой пшеницы на серо-лесных почвах (таблица 1).

Таблица 1 – Средняя урожайность яровой пшеницы и почвенно-метеорологические факторы

№	Годы	Ур	N	P	K	Pв	ГТК
1	1994	2,56	139	149	113	171	1,65
2	1995	1,89	145	123	103	182	0,72
3	1996	1,97	142	126	114	286	0,68
4	1997	2,97	148	134	139	164	1,12
5	1998	1,14	114	119	123	165	0,43
6	1999	1,4	129	142	127	130	0,54
7	2000	2,02	141	148	123	145	1,37
8	2001	2,41	132	156	132	177	0,94
9	2002	2,46	139	164	131	165	1,08
10	2003	2,35	146	172	137	160	1,38
11	2004	2,57	145	148	122	172	1,41
12	2005	2,69	149	135	123	168	1,53
13	2006	2,16	124	147	129	165	1,01
14	2007	2,24	127	153	125	170	1,34
15	2008	2,2	100	162	137	164	1,23
16	2009	2,05	142	169	131	159	0,52
17	2010	1	109	121	122	140	0,18
18	2011	2,49	142	139	92	165	0,78
19	2012	1,88	149	128	117	173	0,79
20	2013	1,46	140	133	120	198	0,69
21	2014	1,45	136	166	109	169	0,75
22	2015	2,17	134	171	121	163	0,77
23	2016	2,09	106	157	127	178	0,69
24	2017	2,19	144	173	121	171	0,98
25	2018	2,33	117	149	116	180	0,5
Максимальное		2,97	149	173	139	286	1,65
Среднее		2,09	133,56	147,36	122,16	171,2	0,92
Минимальное		1	100	119	92	130	0,18

В таблице использованы следующие обозначения: Ур – урожайность фактическая, т/га; N – содержание легкогидролизуемого азота, мг/кг почвы; P – содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы; K – содержание обменного калия, мг/кг почвы; Pв – продуктивная влага в метровом слое почвы в день посева, мм; ГТК – Гидротермический коэффициент увлажнения.

Для выявления нетипичных признаков в матрице исходных данных (таблица 1) был применен метод главных компонент, в результате

которого были получены пять главных компонент и доли их дисперсии. Коэффициенты, связывающие главных компонент с исходными факторами, представлены в таблице нагрузок (таблица 2).

Вклад первой главной компоненты (ГК1) в общую дисперсию составляет 34,66%, второй компоненты (ГК2) – 28,36%, ГК3 – 15,45%, ГК4 – 12,62%, ГК5 – 8,91%. Кумулятивная дисперсия первых двух компонент (ГК1, ГК2) составляет 63,02 %, поэтому целесообразным является представление исходных данных в проекции именно этих двух компонент.

Таблица 2 – Таблица нагрузок

	ГК1	ГК2	ГК3	ГК4	ГК5
N	-0,07521	-0,878355	-0,221049	0,038394	0,41533
P	0,754503	-0,102569	0,10535	-0,638299	0,040991
K	0,732866	0,249643	0,407662	0,379697	0,300382
Pв	-0,558931	-0,356809	0,738589	-0,118082	-0,028757
ГТК	0,555406	-0,668086	0,032313	0,252464	-0,42474

С помощью коэффициентов ГК1 и ГК2, представленных в таблице нагрузок, исходные данные были спроецированы в пространство первых двух главных компонент. Проекция наблюдений на плоскость ГК1 и ГК2 представлены на рисунке 1. Идентификаторы наблюдений соответствуют их порядковым номерам в таблице 1.

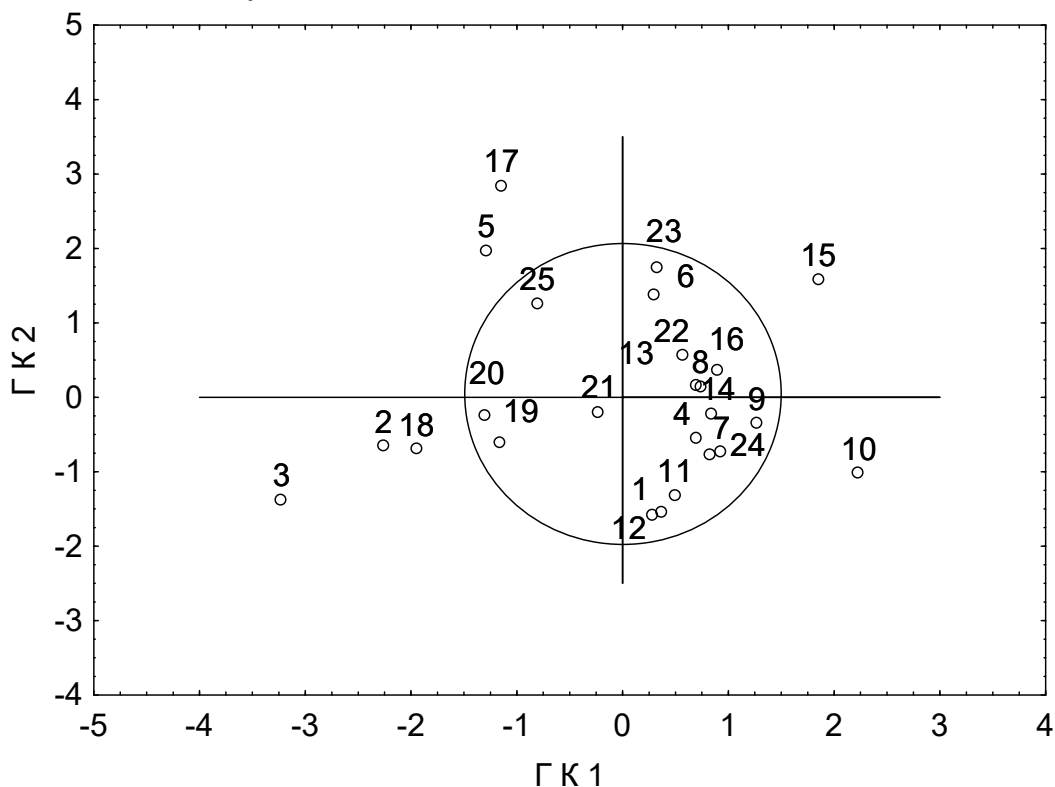


Рисунок 1 – Проекция наблюдений на плоскость ГК1 и ГК2

По рисунку 1 видно, что исследуемые данные распределились на плоскости разнонаправлено. Это показывает о неравномерности их вкладов в дисперсию. Также стоит отметить, что данные, располагающиеся в разных областях плоскости, имеют различные влияния на общую выборку. Точки, которые имеют большие значения, оказывают большой вклад на главную компоненту (нетипичные) и соответственно, чем ближе к центру, тем менее значимый их вклад (типичные). Поэтому необходимо выявить такие наблюдения, вклад которых выше среднего. При визуальном анализе плоскости ГК1 и ГК2 была выявлена группа нетипичных точек. В эту группу вошли следующие наблюдения: 2 (1995г), 3 (1996г), 5 (1998г), 10 (2003г), 15 (2008г), 17 (2010г) 18 (2011г). Так как нетипичные признаки находятся в разных областях плоскости, они оказывают различные влияния на общую изменчивость выборки. Исследования нетипичных наблюдений и исходной матрицы показали, что точки 17 (2010г) и 5 (1998г) имеют минимальное значение по урожайности и гидротермический коэффициент увлажнения. Наблюдения 18 (2011г) имеют минимальные значения по содержанию обменного калия в почве. Точка 15 (2008г) имеет минимальное значение по содержанию легкогидролизуемого азота в почве. Наблюдения 2 (1995г), 3 (1996г), 5 (1998г) и 17 (2010г) имеют минимальные значения по содержанию подвижного фосфора в почве. Точка 10 (2003г) не имеет ни минимального и не максимального значения по исследуемым факторам. Однако она является нетипичной, поэтому выявить подобные признаки классическим путем является трудновыполнимой задачей.

Таким образом, метод главных компонент позволил сократить размерность задачи и представить исходную пятимерную задачу в двухмерном виде, а также спроецировать исходные данные в плоскости ГК1 и ГК2. Выявлены нетипичные признаки в образцах 2 (1995г), 3 (1996г), 5 (1998г), 10 (2003г), 15 (2008г), 17 (2010г) 18 (2011г).

Литература

1. Ибяттов, Р. И. Анализ факторов, влияющих на урожайность яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Республики Татарстан, методом главных компонент / Р. И. Ибяттов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 31-36.
2. Шайхутдинов Ф. Ш. Продуктивность пшеницы полбы сорта руно при различных уровнях минерального питания, нормы высева и глубины заделки семян в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 4-2(47). – С. 62-66.

3. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4(51). – С. 103- 108.
4. Новикова С. В. Нейросетевые подходы к поиску латентных связей в многомерных данных / С. В. Новикова, Р. И. Ибяттов, А. А. Валиев, Э. Ш. Кремлева // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2014. – № 6(65). – С. 128-131.
5. Calculation of making doses of fertilizers under planned yield of spring wheat using an artificial neural network / A. A. Valiev, R. I. Ibyatov, S. V. Novikova, N. G. Kiseleva // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00120.
6. Agrobiological basis of wheat yield formation *Dicoccum Schrank* (spelt) in the ancestral domain of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, I. Serzhanov, A. Serzhanova [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00072.
7. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00164.
8. Рахматуллина, Р. Г. Изучение теплового потока жидкости на поверхности проводника / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции, Уфа, 29 октября 2021 года. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2021. – С. 281-283.
9. Рахматуллина, Р. Г. О процессах релаксации электропроводности в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 405-406.
10. Рахматуллина, Р. Г. Исследование релаксационных процессов электрической поляризации в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической

- конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 402-404.
11. Равновесные размеры сегментов в нанокристаллах синдиотактического 1,2-полибутадиена / А. Н. Чувывров, А. Р. Хамидуллин, Ю. А. Лебедев [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19. – № 3. – С. 25-28.
 12. Рахматуллина, Р. Г. Изучение процессов релаксации синдиотактического 1,2-полибутадиена / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 397-401.
 13. Рахматуллина, Р. Г. Явление электропроводности в полимерных пленках / Р. Г. Рахматуллина, А. Р. Маскова // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 213-219.
 14. Закономерности товарной структуры сосняков искусственного происхождения регионов Поволжья / В. Л. Черных, А. А. Домрачев, А. С. Елсуков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2011. – № 1(319). – С. 20-28.
 15. Киселева, Н. Г. Цифровое земледелие в агробизнесе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-237.
 16. Киселева, Н. Г. Формирование и развитие профессиональных компетенций как фактор повышения качества молодого специалиста / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современные тенденции формирования кадрового потенциала агропромышленного комплекса: в условиях научно-технологических вызовов и устойчивого развития сельских территорий: Материалы I Международной научно-практической конференции, Казань, 16–17 февраля 2017 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 84-89.
 17. Давлиев, И. И. Механическая характеристика электродвигателя / И. И. Давлиев, Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н.,

профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 37-43.

18. Зиннатуллина, А. Н. Моделирование процесса загрязнения при фильтрации воды под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибяттов // Математическое моделирование. – 2014. – Т. 26. – № 10. – С. 120-126.

19. Киселева, Н. Г. Особенности обучения иностранных учащихся на предвузовском этапе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 419-424.

20. Киселева, Н. Г. Технология проблемного обучения в вузе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 122-124.

21. Киселева, Н. Г. Роль и место производственной практики в формировании студентов / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, Е. Р. Газизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 202-205.

22. Киселева, Н. Г. Современные информационные технологии как средство повышения эффективности и качества образования / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 448-454.

УДК 428.1

Зиннатуллина Алсу Наилевна*Кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*zinnatullina-alsu@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРНЫХ СРЕДАХ

Аннотация. Проблема экологии является актуальной темой. Изучением данной темы и методами исследования данных проблем занимаются многие ученые. Математическое моделирование позволяет спрогнозировать процесс переноса загрязняющих веществ в природных дисперсных средах, а также оценить величину загрязненной зоны. С помощью построенных математических моделей можно изучить процесс распространения загрязнений и процесс фильтрации неочищенных стоков, а также отходов нефтяной и химической промышленности в водоносные пласты.

Ключевые слова: водохранилище, гидротехническое сооружение, математическое моделирование, конвективная диффузия.

Alsu N. Zinnatullina*Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*zinnatullina-alsu@mail.ru

ANALYSIS OF THE PROCESSES OF TRANSPORT OF POLLUTANTS IN NATURAL DISPERSED MEDIA

Abstract. The problem of ecology is an urgent topic. Many scientists are engaged in the study of this topic and methods of studying these problems. Mathematical modeling makes it possible to predict the process of transport of pollutants in natural dispersed media, as well as to estimate the size of the contaminated zone. With the help of the constructed mathematical models, it is possible to study the process of spreading pollution and the process of filtering untreated wastewater, as well as waste from the oil and chemical industry into aquifers.

Key words: reservoir, hydraulic engineering structure, mathematical modeling, convective diffusion.

Строительство гидротехнических сооружений позволит предотвратить окружающую среду от разного рода загрязнений. В соответствии с обслуживаемыми отраслями водного хозяйства различают гидротехнические сооружения: водноэнергетические,

мелиоративные, воднотранспортные, лесосплавные, рыбохозяйственные, гидротехнические сооружения для водоснабжения и канализации, для использования водных недр и др [1-3]. Процесс распространения загрязнений является сложным процессом, который при исследовании в натуральных величинах является трудоемким [4-6]. Решением данных задач занимается математическое моделирование, которое способствует нахождению оптимального решения поставленных задач, особенно при конфигурации сложного вида загрязнений, а также позволяет учесть разновидность источников загрязнений [7-10]. Трудности, возникающие при решении такого рода задач, помогают решить вводимые в постановку задачи граничные условия.

Объектом исследования явилось водохранилище [11-13]. Процесс фильтрации воды по области z (рисунок 1) описывается с помощью уравнений:

$$\frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{V_r}{r} = 0, \quad (1)$$

$$V_r = -k_r \frac{\partial h}{\partial r}, V_\theta = -k_\theta \frac{\partial h}{r \partial \theta}, \quad (2)$$

где V_θ и V_r - скорости фильтрации, h – напор, k_θ и k_r - коэффициенты фильтрации.

Подставив уравнения (2) в (1), получим следующие результаты:

$$k_r \left(\frac{\partial h}{r \partial r} + \frac{\partial^2 h}{\partial r^2} \right) + k_\theta \frac{\partial^2 h}{r^2 \partial \theta^2} = 0, r \in [r_0, R], \theta \in [\pi, 2\pi], \quad (3)$$

при этом учитываются граничные условия:

$$h|_{\theta=\pi} = H_1, \quad h|_{\theta=2\pi} = H_2, \quad \frac{\partial h}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = 0, \quad \frac{\partial h}{\partial r} \Big|_{r=R} = 0, \quad (4)$$

где H_1 и H_2 – высоты, AB и CD – верхняя и нижняя границы, r_0 – радиус подземного контура, R – радиус вычисляемой области.

Процесс переноса загрязнения под гидротехническим сооружением описывается уравнениями [14-17]:

$$D_r \left(\frac{\partial c}{r \partial r} + \frac{\partial^2 c}{\partial r^2} \right) + D_\theta \frac{\partial^2 c}{r^2 \partial \theta^2} - V_r \frac{\partial c}{\partial r} - V_\theta \frac{\partial c}{r \partial \theta} = \sigma \frac{\partial c}{\partial t}, \quad (5)$$

$$r \in [r_0, R], \theta \in [\pi, 2\pi], t \in (0, T],$$

где $c(r, \theta, t)$ – массовая доля вещества, D_r и D_θ – коэффициенты диффузии, σ – пористость.

Начальное условие имеет вид:

$$c(\theta, r, 0) = c(\theta, r). \quad (6)$$

Для решения уравнения (5), вводятся граничные условия первого рода:

$$c(r, \theta, t) \Big|_{\theta=\pi} = \lambda(r, t), \quad (7)$$

и граничные условия второго рода:

$$\left. \frac{\partial c}{\partial \theta} \right|_{\theta=2\pi} = 0, \quad (8)$$

Отсутствия диффузионного потока на границе задается с помощью уравнения вида [18-20]:

$$\left. \frac{\partial c}{\partial r} \right|_{r=r_0} = 0, \quad \left. \frac{\partial c}{\partial r} \right|_{r=R} = 0. \quad (9)$$

На рисунке 1 представлена схема данного гидротехнического сооружения.

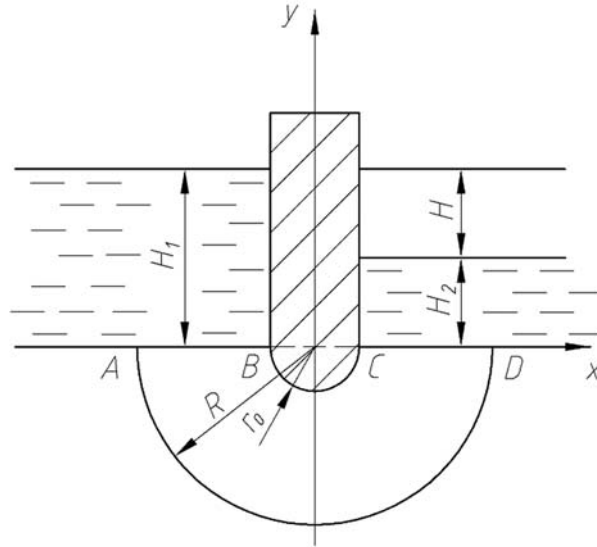


Рисунок 1 - Схема гидротехнического сооружения

В области $z = \{\theta, r : \pi \leq \theta \leq 2\pi, r_0 \leq r \leq R\}$ вводится сетка узлов:

$$\bar{z}_h = \{(\theta_i, r_j) : \theta_i = (i-1) \cdot \Delta\theta, \quad i = \overline{1, M}; r_j = (j-1) \cdot \Delta r, \quad j = \overline{1, N}, \Delta\theta = \frac{\pi}{M-1},$$

$$\Delta r = \frac{R-r_0}{N-1}\}, \quad \bar{z}_\tau = \{t_n = n\tau, \quad n = \overline{0, K}; 0 < t_n < T\}.$$

Предполагается, что $c_{i,j}^{n+1} = c(\theta_i, r_j, t_n)$, $h_{ij} = h(\theta_i, r_j)$, $V_{ij}^\theta = V_\theta(\theta_i, r_j)$, $V_{ij}^r = V_r(\theta_i, r_j)$.

Аналогом уравнения (3) является уравнение:

$$\frac{k_r}{r_j \Delta r} \cdot (h_{i,j+1} - h_{ij}) + \frac{k_r}{\Delta r^2} (h_{i,j+1} - 2h_{ij} + h_{i,j-1}) + \frac{k_\theta}{r_j^2 \Delta \theta^2} (h_{i+1,j} - 2h_{ij} + h_{i-1,j}) = 0, \quad (10)$$

$$i = \overline{2, M-1}, \quad j = \overline{2, N-1},$$

а граничные условия (4) примут вид

$$h_{1,j} = H_1, h_{M,j} = H_2, \quad j = \overline{1, N};$$

$$h_{i,0} = h_{i,2}, h_{i,N-1} = h_{i,N+1}, \quad (11)$$

Формулы для нахождения составляющих скоростей будут иметь вид [21-23]:

$$V_{ij}^r = -k_r \frac{h_{i,j+1} - h_{ij}}{\Delta r}, \quad V_{ij}^\theta = -k_\theta \frac{h_{i+1,j} - h_{ij}}{r_j \Delta \theta}. \quad (12)$$

Уравнение конвективной диффузии имеют вид:

$$D_r \left(\frac{c_{i,j+1}^{n+1} - c_{ij}^{n+1}}{r_j \Delta r} + \frac{c_{i,j+1}^{n+1} - 2c_{ij}^{n+1} + c_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta^2 r} \right) + D_\theta \frac{c_{i+1,j}^{n+1} - 2c_{ij}^{n+1} + c_{i-1,j}^{n+1}}{r_j^2 \Delta^2 \theta} - \\ - V_{ij}^\theta \frac{c_{ij}^{n+1} - c_{i-1,j}^{n+1}}{r_j \Delta \theta} - V_{ij}^r \frac{c_{ij}^{n+1} - c_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta r} = \sigma \frac{c_{ij}^{n+1} - c_{ij}^n}{\tau}, \quad i = \overline{2, M-1}, \quad j = \overline{2, N-1}. \quad (13)$$

Начальное условие:

$$c_{i,j}^0 = c_{i,j}, \quad i = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, N}. \quad (14)$$

и граничные условия (7) – (9) примут вид

$$c_{1,j}^{n+1} = \lambda_{1,j}^{n+1}, \quad c_{M-1,j}^{n+1} = c_{M+1,j}^{n+1} \quad (\text{либо } c_{1,j}^{n+1} = \nu_{1,j}^{n+1}), \quad j = \overline{1, N}, \\ c_{i,0}^{n+1} = c_{i,2}^{n+1}, \quad c_{i,N-1}^{n+1} = c_{i,N+1}^{n+1}, \quad i = \overline{2, M-1}, \quad n = \overline{0, K}. \quad (15)$$

Решение систем (10) – (15) было найдено методом итераций, для этого они были приведены к виду:

$$A_1 h_{ij} - \frac{k_r}{r_j \Delta r} \cdot h_{i,j+1} - \frac{k_r}{\Delta^2 r} (h_{i,j+1} + h_{i,j-1}) - \frac{k_\theta}{r_j^2 \Delta^2 \theta} (h_{i+1,j} + h_{i-1,j}) = 0, \\ A_2 c_{i,j}^{n+1} - \frac{D_r}{r_j \Delta r} \cdot c_{i,j+1}^{n+1} - \frac{D_r}{\Delta^2 r} (c_{i,j+1}^{n+1} + c_{i,j-1}^{n+1}) - \\ - \frac{D_\theta}{r_j^2 \Delta^2 \theta} (c_{i+1,j}^{n+1} + c_{i-1,j}^{n+1}) - V_{i,j}^\theta \frac{c_{i-1,j}^{n+1}}{r_j \Delta \theta} = \sigma \frac{c_{i,j}^n}{\tau}, \\ i = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, N},$$

$$\text{где } A_1 = \frac{k_r}{r_j \Delta r} + \frac{2k_r}{\Delta^2 r} + \frac{2k_\theta}{r_j^2 \Delta^2 \theta}, \quad A_2 = \frac{\sigma}{\tau} + \frac{D_r}{r_j \Delta r} + \frac{2D_r}{\Delta^2 r} + \frac{2D_\theta}{r_j^2 \Delta^2 \theta} + \frac{V_{ij}^\theta}{r_j \Delta \theta}.$$

После составления невязки

$$B_1 = A_1 h_{ij} - \frac{k_r}{r_j \Delta r} \cdot h_{i,j+1} - \frac{k_r}{\Delta^2 r} (h_{i,j+1} + h_{i,j-1}) - \frac{k_\theta}{r_j^2 \Delta^2 \theta} (h_{i+1,j} + h_{i-1,j}),$$

$$i = \overline{2, M-1}, \quad j = \overline{2, N-1},$$

был организован итерационный процесс для нахождения напора

$$h_{ij}^{(s+1)} = h_{ij}^{(s)} - B_1 / A_1, \quad s = 0, 1, 2, \dots$$

$$h_{1,j}^{(s)} = H_1, \quad h_{M,j}^{(s)} = H_2, \quad j = \overline{1, N},$$

$$h_{i,0}^{(s)} = h_{i,2}^{(s)}, \quad h_{i,N-1}^{(s)} = h_{i,N+1}^{(s)}, \quad i = \overline{2, M-1}.$$

Признаком завершения процесса итераций является выполнение неравенства

$$\sum_{i,j} (h_{i,j}^{(s+1)} - h_{i,j}^{(s)})^2 < \varepsilon, \quad i = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, N}. \quad (16)$$

Составив невязку

$$B_2 = A_2 c_{i,j}^{n+1} - \frac{D_r}{r_j \Delta r} \cdot c_{i,j+1}^{n+1} - \frac{D_r}{\Delta^2 r} (c_{i,j+1}^{n+1} + c_{i,j-1}^{n+1}) - \frac{D_\theta}{r_j^2 \Delta^2 \theta} (c_{i+1,j}^{n+1} + c_{i-1,j}^{n+1}) - V_{i,j}^\theta \frac{c_{i-1,j}^{n+1}}{r_j \Delta \theta} - \sigma \frac{c_{i,j}^n}{\tau},$$

$$i = \overline{2, M-1}, j = \overline{2, N-1},$$

и обозначив $\tilde{c}_{ij} = c_{ij}^{n+1}$, итерационный процесс для вычисления концентрации запишется в следующем виде

$$\tilde{c}_{ij}^{(s+1)} = \tilde{c}_{ij}^{(s)} - B_2 / A_2, \quad i = \overline{2, M-1}, \quad j = \overline{2, N-1}; \quad (17)$$

$$\tilde{c}_{i,j}^{(0)} = c_{i,j}^n, \quad n=0,1,2,\dots, \quad (18)$$

$$\tilde{c}_{1,j}^{(s+1)} = 1, \quad \tilde{c}_{i,M-1}^{(s)} = \tilde{c}_{i,M+1}^{(s)}, \quad j = \overline{1, N},$$

$$\tilde{c}_{i,0}^{(s)} = \tilde{c}_{i,1}^{(s)}, \quad \tilde{c}_{i,N-1}^{(s)} = \tilde{c}_{i,N+1}^{(s)}, \quad i = \overline{2, M-1}; \quad s=0,1,2, \dots \quad (19)$$

Началом процесса итераций является величина c_{ij}^n , а заканчивается процесс при условии:

$$\sum_{i,j} (\tilde{c}_{ij}^{(s+1)} - \tilde{c}_{ij}^{(s)})^2 < \varepsilon, \quad i = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, N}.$$

Математическое моделирование позволило описать процесс распространения загрязнения под гидросооружением и подземные геометрические контуры плотины, а также учесть разного рода источники загрязнения.

Литература

1. Рахматуллина, Р. Г. Изучение теплового потока жидкости на поверхности проводника / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции, Уфа, 29 октября 2021 года. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2021. – С. 281-283.
2. Рахматуллина, Р. Г. О процессах релаксации электропроводности в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 405-406.
3. Киселева, Н. Г. Технология проблемного обучения в вузе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы физико-математического образования: Материалы II Международной научно-практической конференции, Набережные Челны, 20–22 октября 2017 года. – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2017. – С. 122-124.

4. Особенности подготовки организаторов учебного процесса аграрного университета к использованию средств ИКТ в профессиональной деятельности / Е. Р. Газизов, А. Р. Газизов, А. Н. Зиннатуллина, Н. Г. Киселева // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 673-680.
5. Зиннатуллина, А. Н. Основы цифровой экономики: искусственный интеллект / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Д. Ш. Магсумова // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 487-492.
6. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением трехслойного персептрона / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 282-285.
7. Ибяттов, Р. И. Анализ факторов, влияющих на урожайность яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Республики Татарстан, методом главных компонент / Р. И. Ибяттов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 31-36.
8. Agrobiological basis of wheat yield formation *Dicoccum Schrank* (spelt) in the ancestral domain of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, I. Serzhanov, A. Serzhanova [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00072.
9. Известкование кислых почв в Республике Татарстан / А. А. Лукманов, К. В. Владимиров, А. А. Валиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 9. – С. 15-18.
10. Валиев, А. А. Особенности связи при формировании массы тысячи семян яровой пшеницы / А. А. Валиев, А. Н. Зиннатуллина // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-

летию Казанского ГАУ, Казань, 25–26 января 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 71-78.

11. Зиганшин, Б. Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Н. Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84.

12. Тепловой баланс и энергоэффективность биогазовой установки в климатических условиях Республики Татарстан / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Б. Л. Иванов, И. Н. Сафиуллин // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 121-128.

13. Равновесные размеры сегментов в нанокристаллах синдиотактического 1,2-полибутадиена / А. Н. Чувывров, А. Р. Хамидуллин, Ю. А. Лебедев [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19. – № 3. – С. 25-28.

14. Рахматуллина, Р. Г. Исследование релаксационных процессов электрической поляризации в полимерных диэлектриках / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 402-404.

15. Валиев, А. А. Выявления доли вкладов факторов на урожайность яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 47-54.

16. Валиев, А. А. Применение одномерной калибровки для построения прогнозирующей модели на примере урожайности яровой пшеницы / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 55-63.

17. Валиев, А. А. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы с применением регрессионного анализа / А. А. Валиев // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И.

Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 64-70.

18. Киселева, Н. Г. Особенности обучения иностранных учащихся на предвузовском этапе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 419-424.

19. Assessment criteria of competence formation of organizers in the educational process of the agrarian university in the field of using information and communication technology / E. R. Gazizov, A. R. Gazizov, N. G. Kiseleva, A. N. Zinnatullina // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00064. – DOI 10.1051/bioconf/20201700064.

20. Королева, В. В. Применение схемы Шамира для разделения секрета / В. В. Королева, Р. Г. Рахматуллина, Е. Г. Филиппов // Моделирование энергоинформационных процессов: IX Национальная научно-практическая конференция с международным участием, Воронеж, 22–24 декабря 2020 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. – С. 233-237.

21. Частотные и температурные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь некоторых нематических жидких кристаллов / Р. Г. Рахматуллина, В. С. Горелов, В. А. Тимофеев [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2014. – № 3. – С. 207-222.

22. АСМ - исследования деформированного эластомера / Р. Г. Рахматуллина, Г. К. Аминова, З. Х. Куватов [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 140-146.

23. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 633.11:631.559

Валиев Абдулсамад Ахатович

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
samadvaliev@rambler.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ ПРИ АНАЛИЗЕ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ

Аннотация. В данной работе рассматриваются различные подходы и методы обработки многомерных данных. Анализируется временная матрица за двадцать пять лет, которая состоит из средней урожайности яровой пшеницы и пяти входных факторов: – содержание легкогидролизуемого азота в почве, содержание подвижного фосфора в почве, содержание обменного калия в почве, продуктивная влага в метровом слое почвы в день посева и гидротермический коэффициент увлажнения. Проводится парный корреляционный анализ, метод главных компонент и множественный регрессионный анализ. Преобразуется исходная матрица в пространстве главных компонент и по полученным данным строится прогнозирующая модель.

Ключевые слова: прогнозирующая модель, парная корреляция, метод главных компонент, множественная корреляция, яровая пшеница.

Abdulsamad A. Valiev

*Candidate of Agricultural Sciences, senior lecturer
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
samadvaliev@rambler.ru*

APPLICATION OF MODERN APPROACHES IN THE ANALYSIS OF MULTIDIMENSIONAL DATA

Abstract. This article discusses various approaches and methods of processing multidimensional data. The time matrix for twenty–five years is analyzed, which consists of the average yield of spring wheat and five input factors: - the content of easily hydrolyzable nitrogen in the soil, the content of mobile phosphorus in the soil, the content of exchangeable potassium in the soil, the productive moisture in the meter layer of the soil on the day of sowing and the hydrothermal moisture coefficient. Paired correlation analysis, the principal component method and multiple regression analysis are carried out. The original matrix is transformed in the space of the principal components and a predictive model is built based on the obtained data.

Key words predictive model, pair correlation, principal component method, multiple correlation, spring wheat.

В настоящее время во всем мире принято хранить полученную информацию в цифровом виде [1-3], что упрощает процесс ее обработки и анализа. Так как окружающий нас мир многогранен, то обработка большого количества информации является сложной задачей. Благодаря развитию информационных технологий [4-6], современных методов и подходов [7-9], процесс обработки больших объемов информации упрощается. Развитие современных информационных технологий [10-11] также помогает исследователям практически во всех научных областях при решении многих рутинных задач. Современный исследователь должен владеть не только классическими знаниями обработки информации, но и современными методами и подходами. Одновременное использование классических и современных методов и подходов может открыть исследователю новые знания.

Любой расчет объектов или прогноз основывается на математической модели [12-14]. Когда процесс детерминированный – используется уравнение сохранения массы [15-17], скорости [18], температуры [19-20], давления [21-22] и т. п. Объекты, имеющие вероятностный характер изучаются на основе опытных данных и т. д.

Практически любой объект исследования имеет сложный механизм взаимодействия, что приводит к проблеме решения многофакторной задачи. Обычно при решении данной проблемы принято сокращать размерность задачи путем удаления факторов. Тем самым вместе с удаленным фактором происходила потеря всей информации. Например, при разработке математической модели, предварительно проводят парный корреляционный анализ. Если коэффициент парной корреляции между входным и выходным фактором имеет слабую тесноту связи или входные факторы мультикоррелированы, то данный фактор удаляют, что приводит к ухудшению модели. При этом удаленный из модели фактор, в сочетании с одним или несколькими факторами может оказывать сильное влияние на выходной параметр. Кроме того, нередко встречаются случаи, когда требуется сохранить всю имеющуюся информацию. В этих случаях можно применить современные методы и подходы, которые легко справятся с вышеописанными проблемами.

Исследования проводились над данными массива, который представляет собой временную выборку за двадцать пять лет, состоящую из почвенно-метеорологических факторов и урожайности яровой пшеницы на серо-лесных почвах (таблица 1).

Таблица 1 – Средняя урожайность яровой пшеницы и почвенно-метеорологические факторы

№	Годы	Ур	N	P	K	Pв	ГТК
1	1994	2,56	139	149	113	171	1,65
2	1995	1,89	145	123	103	182	0,72
3	1996	1,97	142	126	114	286	0,68
4	1997	2,97	148	134	139	164	1,12
5	1998	1,14	114	119	123	165	0,43
6	1999	1,4	129	142	127	130	0,54
7	2000	2,02	141	148	123	145	1,37
8	2001	2,41	132	156	132	177	0,94
9	2002	2,46	139	164	131	165	1,08
10	2003	2,35	146	172	137	160	1,38
11	2004	2,57	145	148	122	172	1,41
12	2005	2,69	149	135	123	168	1,53
13	2006	2,16	124	147	129	165	1,01
14	2007	2,24	127	153	125	170	1,34
15	2008	2,2	100	162	137	164	1,23
16	2009	2,05	142	169	131	159	0,52
17	2010	1	109	121	122	140	0,18
18	2011	2,49	142	139	92	165	0,78
19	2012	1,88	149	128	117	173	0,79
20	2013	1,46	140	133	120	198	0,69
21	2014	1,45	136	166	109	169	0,75
22	2015	2,17	134	171	121	163	0,77
23	2016	2,09	106	157	127	178	0,69
24	2017	2,19	144	173	121	171	0,98
25	2018	2,33	117	149	116	180	0,5
Максимальное		2,97	149	173	139	286	1,65
Среднее		2,09	133,56	147,36	122,16	171,2	0,92
Минимальное		1	100	119	92	130	0,18

Где: Ур – урожайность фактическая, т/га; N – содержание легкогидролизуемого азота, мг/кг почвы; P – содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы; K – содержание обменного калия, мг/кг почвы; Pв – продуктивная влага в метровом слое почвы в день посева, мм; ГТК – Гидротермический коэффициент увлажнения.

Первый шаг исследования состоит в применение классического подхода, который предполагает проведения парной корреляции и оценки их коэффициентов. Результаты парного корреляционного анализа представлены в таблице 2

Таблица 2 – Коэффициенты парной корреляции

	Ур	N	P	K	Pв	ГТК
Ур	1	0,39	0,35	0,17	0,08	0,70
N	0,39	1	0,003	-0,23	0,18	0,37
P	0,35	0,003	1	0,34	-0,23	0,31
K	0,17	-0,23	0,34	1	-0,25	0,22
Pв	0,08	0,18	-0,23	-0,25	1	-0,07
ГТК	0,70	0,37	0,31	0,22	-0,07	1

По таблице видно, что коэффициенты между урожайностью и влияющими на нее факторами варьируются от 0,08 (Рв) до 0,7 (ГТК). Значимые коэффициенты корреляции с урожайностью имеют факторы: ГТК (0,70), N (0,39), P (0,35), остальные факторы имеют незначимые коэффициенты. Следовательно, для построения математической модели рекомендуется выбрать только три фактора ГТК, N, P, а остальные два фактора удалить из модели. В результате вся информация о содержании обменного калия в почве и продуктивной влаги в почве в день посева теряется. Таким образом, выдвинутые ранее условия не выполняются. Поэтому для решения данной проблемы был применен метод главных компонент, который позволил преобразовать исходные данные в новом формате. Полученные новые данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы и преобразованные выходные данные

№	Годы	Ур	ГК1	ГК2	ГК3	ГК4	ГК5
1	1994	2,56	0,3672	-1,5391	-0,4167	0,1406	-1,3578
2	1995	1,89	-2,2576	-0,6602	-0,893	0,1102	-0,0714
3	1996	1,97	-3,2226	-1,3793	2,8312	-0,1469	0,1749
4	1997	2,97	0,6953	-0,5607	0,1793	1,6375	0,9704
5	1998	1,14	-1,2886	1,9667	-0,0567	0,9371	-0,0849
6	1999	1,4	0,2995	1,372	-1,0439	0,3571	0,691
7	2000	2,02	0,9359	-0,7451	-0,8475	0,5476	-0,3448
8	2001	2,41	0,7389	0,1413	0,6935	0,007	0,3395
9	2002	2,46	1,2701	-0,3565	0,2303	-0,2113	0,4161
10	2003	2,35	2,2346	-1,0296	0,2996	-0,0213	0,508
11	2004	2,57	0,4954	-1,3246	-0,1324	0,404	-0,3217
12	2005	2,69	0,2867	-1,5792	-0,3621	1,2005	-0,347
13	2006	2,16	0,5737	0,5692	0,281	0,3961	-0,2662
14	2007	2,24	0,8457	-0,2361	0,282	0,1921	-0,8418
15	2008	2,2	1,8523	1,576	1,1469	0,1501	-1,2884
16	2009	2,05	0,8983	0,3549	-0,0247	-0,8741	1,5115
17	2010	1	-1,1444	2,8367	-0,7858	0,7068	0,12
18	2011	2,49	-1,9473	-0,7051	-1,717	-1,0075	-0,6801

19	2012	1,88	-1,1602	-0,6235	-0,5902	0,6188	0,6062
20	2013	1,46	-1,2962	-0,25	0,4878	0,2664	0,4862
21	2014	1,45	-0,2217	-0,1988	-0,565	-1,5959	-0,0857
22	2015	2,17	0,6939	0,1499	-0,1562	-1,2549	0,3253
23	2016	2,09	0,3241	1,7399	0,9485	-0,5661	-0,5834
24	2017	2,19	0,831	-0,7741	-0,0535	-1,1836	0,4044
25	2018	2,33	-0,804	1,2555	0,2646	-0,8102	-0,2802

По данным таблицы 3 был проведен множественный регрессионный анализ. В результате были получены коэффициенты, по которым построена математическая модель. Построенная математическая модель в виде уравнения регрессии имеет следующий вид:

$$Y = -0,8168 + 0,24166 * \hat{A}E1 - 0,356 * \hat{A}E2 + 0,03404 * \hat{A}E3 + \\ + 0,29524 * \hat{A}E4 - 0,7051 * \hat{A}E5$$

Это уравнение представляет собой модель прогнозирования урожайности яровой пшеницы по содержанию в почве легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия, а также продуктивной влаги в метровом слое почвы в день посева и гидротермическому коэффициенту увлажнения.

Таким образом, нами была разработана прогнозирующая математическая модель с включением в нее всех исходных факторов. Уменьшена размерность исходной матрицы.

Литература

1. Ибяттов, Р. И. Анализ факторов, влияющих на урожайность яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Республики Татарстан, методом главных компонент / Р. И. Ибяттов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 31-36.
2. Шайхутдинов Ф. Ш. Продуктивность пшеницы полбы сорта руно при различных уровнях минерального питания, нормы высева и глубины заделки семян в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 4-2(47). – С. 62-66.
3. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибяттов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4(51). – С. 103- 108.
4. Новикова С. В. Нейросетевые подходы к поиску латентных связей в многомерных данных / С. В. Новикова, Р. И. Ибяттов, А. А. Валиев, Э. Ш.

Кремлева // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2014. – № 6(65). – С. 128-131.

5. Calculation of making doses of fertilizers under planned yield of spring wheat using an artificial neural network / A. A. Valiev, R. I. Ibyatov, S. V. Novikova, N. G. Kiseleva // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00120.

6. Agrobiological basis of wheat yield formation *Dicoccum Schrank* (spelt) in the ancestral domain of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, I. Serzhanov, A. Serzhanova [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00072.

7. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2021): Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00164.

8. Результаты численного расчета движения зерна в пневмомеханическом шелушителе / Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Ю. Х. Шогенов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 5. – С. 60-65.

9. Ибяттов, Р. И. Численный расчет фильтрования суспензии неньютоновского поведения в намывных фильтрах / Р. И. Ибяттов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № S2(66). – С. 68-73.

10. Ибяттов, Р. И. О моделировании случайных процессов в агропромышленном комплексе / Р. И. Ибяттов, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 50-55.

11. Метод расчета траектории движения зерна в пневмомеханическом шелушителе / Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Ю. Х. Шогенов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 6. – С. 64-67.

12. Моделирование траектории движения зерна по рабочим органам пневмомеханического шелушителя / Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 4. – С. 73-76.

13. Киселева, Н. Г. Моделирование объемов стволов лесных культур сосны / Н. Г. Киселева // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань,

06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 416-419.

14. Киселева, Н. Г. Особенности обучения иностранных учащихся на предвузовском этапе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 419-424.

15. Киселева, Н. Г. Роль и место производственной практики в формировании студентов / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, Е. Р. Газизов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 202-205.

16. Киселева, Н. Г. Роботизация в сельском хозяйстве / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 224-230.

17. Киселева, Н. Г. Цифровое земледелие в агробизнесе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-237.

18. Зиннатуллина, А. Н. Численное моделирование фильтрации воды в вертикальной скважине / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибятков // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 7. – С. 87-90.

19. Зиннатуллина, А. Н. Численное моделирование процесса распространения загрязнения под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Е. Г. Шешуков // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 257-259.

20. Давлиев, И. И. Механическая характеристика электродвигателя / И. И. Давлиев, Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н.,

профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 37-43.

21. Рахматуллина, Р. Г. Определение момента инерции маховика / Р. Г. Рахматуллина, А. Н. Зиннатуллина, И. А. Исхаков // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 96-102.

22. Зиннатуллина, А. Н. Моделирование процесса загрязнения при фильтрации воды под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибяттов // Математическое моделирование. – 2014. – Т. 26. – № 10. – С. 120-126.

© *Валиев А.А.*, 2022

УДК: 331.453

Нуртдинова Алия Тахировна

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

nurtdinova_aliyaaa@mail.ru

Макаров Давид Моррисович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

cicerongamer@gmail.com

Макарова Ольга Ивановна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

olga_180472@mail.ru

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ МАЛЯРА НА СУДОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗАВОДЕ

Аннотация. В данной статье рассматриваются вредные условия труда маляра на судостроительном, а также разработка мероприятия по защите рабочих от вредных и опасных производственных факторов.

Ключевые слова: судостроительные предприятия, анализ условий труда, профзаболевания, шумы, вредные вещества, загрязнённый воздух, токсины, средства индивидуальной защиты, вибрации, вентиляция воздуха, освещение, химические факторы, классификация условий труда, требования безопасности труда, несчастные случаи.

Aliya T. Nurtdinova

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

nurtdinova_aliyaaa@mail.ru

David M. Makarov

Student

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

cicerongamer@gmail.com

Olga I. Makarova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

olga_180472@mail.ru

ANALYSIS OF DANGEROUS AND HARMFUL INDUSTRIAL FACTORS AT THE WORKPLACE OF A PAINTER AT SHIPBUILDING PLANT

Abstract. This article discusses the harmful working conditions of a painter at a shipbuilding industry, as well as the development of measures to protect workers from harmful and dangerous production factors.

Key words: shipbuilding enterprises, analysis of working conditions, occupational diseases, noise, harmful substances, polluted air, toxins, personal protective equipment, vibrations, air ventilation, lighting, chemical factors, classification of working conditions, labor safety requirements, accidents.

Судостроительные предприятия — это места повышенной опасности, и при выполнении какой-либо работы, задачи, от работников требуется: повышенное внимание, отчет своим действиям и, конечно, соблюдение всех правил безопасности, ведь любая, даже незначительная, на первый взгляд, оплошность, может закончиться плохо. В ходе проведения анализа рабочего места маляра на судостроительном заводе, были выявлены следующие вредные условия: плохая вентиляция воздуха, загрязненный воздух рабочего места, токсичные выделения, высокий уровень шума и вибрации от рабочих инструментов, недостаточное освещение на рабочем месте [1,2,3].

Самый главный производственный фактор в работе маляра — это воздействие токсичных веществ, выделение которых происходит при работе с красками и прочими лакокрасочными материалами. Их можно не только вдохнуть, они, токсины, могут проникнуть через кожу и глаза. Последствия могут быть краткосрочными и длительными. Также по ГОСТ 12.1.005 – 76 установлены предельные нормы концентрации токсических веществ в воздухе. По степени воздействия на организм человека, вредные вещества делятся на 4 класса и исходя из протоколов судостроительных предприятий, где при анализе рабочего места маляра, основным вредным фактором является химические реагенты, то, условия труда маляра относятся ко 2 группе 3 класса вредности [4,5,6].

Для снижения риска появления профзаболеваний необходимо принять следующие меры:

- проводить контроль за обеспечением рабочих мест требуемыми нормативами естественного и искусственного освещения, не загромождать световые проемы, периодически протирать все окна и светильники;
- обеспечивать очищение воздушной среды от различных токсинов и нормализацию параметров микроклимата;
- для предотвращения попадания, негативно влияющих, веществ в органы дыхания и для предотвращения вредных воздействий, при работе использовать защитные маски;
- контролировать работу вытяжной вентиляции и периодически проводить технический осмотр;

- периодически проводить медицинские обследования персонала, соблюдать правила личной гигиены;
- организовывать технические перерывы [7,8,9,10].

Для начала работы, прежде всего, надо провести инструктаж, убедиться в том, что средства индивидуальной защиты (СИЗ) в хорошем состоянии, проверить состояние инструментов, а также, убедиться в том, что на рабочем месте, исправна вентиляция, также все средства индивидуальной защиты должны быть изготовлены по ГОСТу [11,12,13].

При распылении краски или других составов, маляры должны носить маски, которые полностью закрывают лицо, комбинезоны с капюшоном, защищающие тело, и перчатки, которые устойчивы к воздействию различных веществ. Рабочим в окрасочных цехах выдается спецодежда, без специальной одежды работать не разрешается. В соответствии с постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 16.12.1997 года № 63 вся спецодежда и СИЗ выдаются бесплатно [14,15,16].

Выдаваемые СИЗ при работе в лакокрасочных цехах:

1. Костюм для защиты от общих загрязнений;
2. Головной убор;
3. Ботинки;
5. Перчатки;
6. Очки защитные;
7. Респиратор РМП-62.

Вентиляция – это самое важное при работе с лакокрасочными материалами и от неё зависит здоровье рабочего. Главная задача вентиляции является удаление загрязнённого и горячего воздуха из рабочего помещения и подача очищенного воздуха [17,18,19].

Для более эффективной работы вентиляции нужно на стадии проектирования рабочего места были учтены следующие санитарно-гигиенические требования:

1. Количество приточного воздуха должно соответствовать количеству удаляемого;
2. Система вентиляции должна поддерживать комфортную температуру в рабочей зоне;
3. Система вентиляции должна работать в пределах нормы допустимого шума.

Ведь стоит понимать, что без хорошо отлаженной работы вентиляции, в воздухе будет скапливаться большое количество токсинов и вредных веществ и они могут вызывать разные профессиональные заболевания, начиная от бронхита и заканчивая поражением центральной нервной системы.

Не стоит также забывать и про освещение рабочего места, ведь освещение, один из важнейших аспектов, при работе маляра. При установки искусственного освещения надо полагаться на ГОСТ Р 55710-

2013 [20]. Работа маляра, в основном, происходит в закрытых помещениях, где источником освещения являются различные лампы. Есть три вида используемых ламп:

- Лампы накаливания;
- Люминисцентные лампы;
- Газозарядные лампы.

Не стоит забывать также про размещение освещения, ибо лампы должны обеспечивать равномерную, по всей площади рабочей зоны, освещенность. Как уже было сказано, освещенность должна работать равномерно, во время всей проводимой работы и не должна опускаться ниже нормы, но при этом, есть разные причины снижения освещения, такие как: загрязняются лампы, ухудшаются световые и пропускающие свойства, загрязняются стены, потолки, пол. Также не стоит забывать про срок годности ламп, их также стоит заменять по мере выхода из строя.

Ещё одним из распространённых вредных факторов является шум. Для начала, что такое шум? Шум - это беспорядочный по частоте и силе звук, действующий на человека неблагоприятно, а также мешающий ему работать. Работая в шумном помещении, выполнять поставленные задачи будет труднее, чем выполнение в более-менее тихом помещении. Шум влияет на чувствительность зрения, тем самым понижая сосредоточенность, а также вызывает головные боли. Предел нормы шума равен 76 дБ и при последующем его увеличении до 95 дБ будет снижать физическую работоспособность 20-22%, а умственную на 40%.

Шум при работе в покрасочной камере довольно частая проблема, решение которой, требует обязательного решения, ибо из-за высокого уровня шума, работа в помещении может стать невозможной и могут быть негативные последствия в виде головной боли.

Основными источниками шума, в покрасочных камерах, являются:

- Компрессорное оборудование;
- Шум вентиляции;
- Пневматический инструмент.

Для устранения каждой из перечисленных видов шумов требуется индивидуальный подход и хорошее понимание проблемы. Компрессорное оборудование нужно ставить подальше, от места работы. Вентиляцию, при монтаже, нужно хорошо отрегулировать, чтобы при последующей работе она не мешала работе.

Не стоит забывать про вибрацию, ведь маляр работает с пневматическим инструментом. Но чем так вредна продолжительная работа с вибрирующим инструментом? Продолжительная работа с такими инструментами отрицательно воздействует на сосудистую и нервные системы. При долгой работе с вибрирующими инструментами, рабочие могут подвергаться так называемой «вибрационной болезнью». Она проявляется в головных болях, головокружении, раздражительности.

К работе с вибрирующими инструментами допускаются лица, достигшие совершеннолетия, прошедшие полное медицинское обследование, имеющие соответствующую квалификацию, а также сдавшие технический минимум по правилам безопасности выполнения работ. К работе с вибрирующим инструментом, не допускаются лица, страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями, заболеваниями опорно-двигательной системы. Также, работа с вибрирующим инструментом не должна превышать 2/3 всего рабочего дня. Обеденный перерыв должен быть не менее 40 минут и каждые 2 часа, во время всего рабочего дня, у рабочего должен быть перерыв на 15 минут.

В данной статье были проанализированы основные вредные производственные фактора маляра и из вышесказанного можно понять, что соблюдение всех правил безопасности при работе с инструментами, всех норм издаваемого шума, норм работы освещения, вентиляции можно добиться комфортных условий в рабочей зоне и добиться лучшего результата рабочих.

Литература

1. Гатин, А. А. Методы контроля и мониторинга опасных и вредных факторов производственной среды / А. А. Гатин, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 100-106. – EDN OCLEXY.
2. Гимаева, К. Р. Охрана труда при работе в офисных помещениях / К. Р. Гимаева, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 123-129. – EDN OVNHRK.
3. Бушуев, А. В. Разработка мероприятий по снижению риска аварий на опасных производственных объектах / А. В. Бушуев, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 9-15. – EDN KTJEIJ.
4. Макаров, Д. М. Особенности трудовой деятельности женщин и подростков / Д. М. Макаров, О. И. Макарова, Ф. Ф. Яруллин // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической

конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 291-299.

5. Макаров, Д. М. Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте аппаратчика нефтеперерабатывающего предприятия / Д. М. Макаров, А. А. Ярхамова, О. И. Макарова // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 541-548.

6. Джораев, Н. Б. Методика контроля вредных веществ в воздухе / Н. Б. Джораев, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 163-169.

7. Самигуллин, А. Н. Пожарная безопасность зданий и сооружений / А. Н. Самигуллин, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 468-473.

8. Исмагилов, Д. Р. Требования пожарной безопасности при постройке зданий и сооружений / Д. Р. Исмагилов, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 205-210.

9. Аладашвили, И. К. Улучшение экологических показателей бензиновых силовых агрегатов / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 170-174.

10. Аладашвили, И. К. Улучшение экологических показателей дизельных силовых агрегатов / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. –

Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 174-178.

11. Гарифуллина, И. А. Влияние вредных производственных факторов при работе со стеклопластиком / И. А. Гарифуллина, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 390-395.

12. Юмаева, Л. С. Влияние тяжелых металлов на работника керамической промышленности / Л. С. Юмаева, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 457-461.

13. Гимаева, К. Р. Особенности проведения обучения и инструктажей по охране труда для разных категорий работников / К. Р. Гимаева, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 395-399.

14. Бадрутдинов, А. К. Оценка состояния охраны труда, показатели по охране труда / А. К. Бадрутдинов, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 382-386.

15. Садрутдинов, Д. И. Совершенствование системы управления охраной труда / Д. И. Садрутдинов, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции,

Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 343-347.

16. Исмаилова, И. А. Негативное влияние вредных выбросов на человека / И. А. Исмаилова, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 331-335.

17. Самигуллин, Н. И. Современные технологии систем вентиляции и кондиционирования воздуха производственных помещений / Н. И. Самигуллин, И. Н. Гаязиев, О. И. Макарова, Ф. Ф. Яруллин // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 11–12 апреля 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 172-174

18. Макарова, О. И. Специальная оценка условий труда / О. И. Макарова, И. А. Пашин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 192-196.

19. Аладашвили, И. К. Сажеобразование при эксплуатации дизельного силового агрегата / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова, Ф. Ф. Яруллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 83-87. – DOI 10.12737/article_5d3e16a5a33a65.96468956.

20. Макарова, О. И. Разработка системы освещения в производственных помещениях / О. И. Макарова, В. Р. Гильмуллин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 184-188.

© Нуртдинова А.Т., Макаров Д. М., Макарова О.И., 2022

УДК 613.6

Сабирзянова Гулия Рамиловна*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*guliya201508@gmail.com**Макаров Давид Моррисович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*cicerongamer@gmail.com**Макарова Ольга Ивановна***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*olga_180472@mail.ru**НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ЧЕЛОВЕКА**

Аннотация. Содержание вредных выбросов в атмосфере на сегодняшний день является очень важной проблемой. В статье рассматривается влияние вредных веществ на здоровье человека и пути решения данной проблемы.

Ключевые слова: токсичные вещества, климатические условия, концентрация, утилизация отходов, газообразные ядохимикаты, здоровье, пылевидные ядохимикаты, пестициды, атмосфера, промышленные выбросы, выхлопные газы, экология.

Guliya R. Sabirzyanova*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*guliya201508@gmail.com**David M. Makarov***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*cicerongamer@gmail.com**Olga I. Makarova***Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*olga_180472@mail.ru**NEGATIVE IMPACT OF HARMFUL EMISSIONS ON HUMANS**

Abstract. The content of harmful emissions in the atmosphere today is a very important problem. The article discusses the impact of harmful substances on human health and ways to solve this problem.

Keywords: toxic substances, climatic conditions, concentration, waste disposal, gaseous pesticides, health, dusty pesticides, pesticides, atmosphere, industrial emissions, exhaust gases, ecology.

На сегодняшний день в мире существует большое количество различных выбросов, пагубно влияющих на организм человека. Большинство загрязнений преобладают в атмосфере. Важно не только количество загрязняющего вещества, но и его концентрация [1,2,3]. При загрязненной атмосфере падает иммунитет человека, а также возрастает склонность к онкологическим заболеваниям. При кратковременном контакте с вредным веществом, организму не наносится явного вреда. Из-за разнообразия токсичных веществ в промышленности, их концентрации различаются для каждого химиката [4,5,6]. Если уровень концентрации вещества в организме превышает норму, то начинается процесс сопротивляемости и адаптации к изменениям в окружающей среде. Последующее повышение концентраций загрязнения приводит к тому, что организм перестает адаптироваться и устранять токсичное вещество [7,8,9]. Если отравление организма ядовитыми химикатами будет производиться малыми дозами, но на протяжении долгого времени, то будет происходить процесс разрушения организма.

Влияние концентрации, разрушающей организм, может меняться из-за климатических условий. Поэтому, критическую норму вещества тяжело определить. Для этого необходимо проводить испытания во всех климатических условиях. Значение концентрации вредных соединений должно быть меньше, чем-то при котором в организме начинается процесс воспаления всех органов. Для определения опасности вещества для человека над ним проводят ряд экспериментов, в ходе которых определяют время, в течение которого человек может безопасно контактировать с ядохимикатами и у каждого организма будет свое восприятие, зависящее от иммунитета, а иммунитет, в свою очередь, зависит от таких факторов, как возраст, пол, состояние здоровья [10,11,12].

Раздражение происходит на менее пораженных участках тела, на более пораженных же происходит разрушение тканей. Химикат запускает цепочку химических реакций, в ходе которой происходит постепенное разрушение организма. Продолжительность этой цепочки от местного раздражения и до полного разрушения органов зависит от рода вещества, его происхождения, концентрации, а также от времени, при котором человек контактировал с этим ядохимикатом.

Различают следующие состояния ядохимикатов:

- газообразное (различные газы, разрушающие организм);
- жидкое (различные растворы и химические соединения в жидком виде);
- пылевидное (различные распылы порошков и жидкостей при работе с ними).

Жидкие ядохимикаты (например, электролит) при попадании на кожу вызывают местное раздражение и покраснение. В таком случае необходимо сразу промыть пораженный участок и обработать раствором. В случае бездействия может произойти ожог мягких тканей - в таком случае необходимо обратиться к врачу [13].

Газообразные ядохимикаты (например, аммиак) при попадании в организм человека через верхние дыхательные пути могут вызвать раздражение дыхательных путей и при больших концентрациях привести к онкологическим заболеваниям [14].

Пылевидные ядохимикаты (например, пестициды) при попадании в организм человека через дыхательные пути или на кожу могут вызвать различные раздражения, например, судороги, паралич дыхания и другие подобные реакции организма. Чтобы ядохимикат не произвел вышеперечисленного поражения – необходимо надевать специальный костюм при работе с ним [15,16].

Ядохимикаты могут носить как накопительный характер, так и поражать организм моментально. Частицы пыли особо крупного размера (от 2 микрон и выше) оседают в начале органов дыхания и не представляют какой-либо опасности для организма, так как выходят из слизистой при помощи чихания и кашля. Но при попадании таких частиц на слизистую глаза – такая частица может вызвать острое раздражение, а также и потерю зрения вовсе. Частицы меньшего размера попадают в организм, накапливаясь в нем. Что касается растворимых частиц – они выводятся из организма с жидкими питательными веществами [17].

Курение сигарет затрудняет выход крупных и мелких частиц из организма, поскольку при курении выделяются различные смолы и химические соединения, которые при попадании в организм сгущают слизистую дыхательных путей.

Действие газов может быть различно. Доказано, что одно и то же вещество при малых дозах будет стимулировать процесс распада организма, а при больших – замедлять этот процесс.

Промышленные выбросы (например, выброс сточных вод, выброс опасных газов, утилизация шин и другие) медленно убивают организм человека. На сегодняшний день у нас в стране существует масса предприятий, на которых осуществляется выброс опасных для человека веществ, вследствие этого большая часть населения начинает переносить хронические заболевания. Необходимо осуществлять должный контроль за этими предприятиями, чтобы снизить данные выбросы и улучшить экологию страны [18-22].

Выхлопные газы также пагубно влияют на организм человека. Если посмотреть статистику, то можно увидеть, что отношение производства автомобилей в 21 веке по отношению к количеству автомобилей в 20 веке увеличилось в 1.5 раза.

Утилизация отходов играет большую роль в области экологии. Необходимо правильно утилизировать отходы (например, батарейки), чтобы снижать затраты ядохимикатов на производство новых устройств, а именно создавать специальные пункты сбора и делать какие-либо привилегии людям, которые правильно утилизируют отходы, помогая экологии.

Подводя итог можно сказать, что вокруг нас существует множество источников, выделяющих опасные для человека вещества. К примеру, если взять различные производства, то можно устанавливать различные фильтры для очистки воды и воздуха, а лучше использовать очищенную воду несколько раз. Так мы снизим загрязнение в атмосферу и останемся с чистой водой. Для сокращения вредных выбросов в атмосферу можно использовать взаимозаменяемые органические вещества вместо ядохимикатов. Необходимо правильно утилизировать отходы и снижать потребность на производство новых устройств, а также создавать штрафные санкции, чтобы у людей появилось желание перерабатывать отходы. Если же взять автомобили, то технологии на сегодняшний день тоже ушли вперед и можно сменить автомобиль, работающий на ДВС, на автомобиль, работающий на электродвигателе. Также в наше время широко распространена вырубка лесов, это является острой проблемой в области экологии. Стоит беречь деревья, поскольку дерево – это тоже некий фильтр, очищающий атмосферу. Таким образом, человеку стоит бережнее относиться к экологии для сохранения собственной жизни.

Хочется сказать, что главной причиной появления экологических проблем является человек и его негативные действия в сторону природы. Эгоистическое отношение человека приводит ко всем этим проблемам. Все эти дела, совершаемые людьми для удовлетворения своих потребностей и достижения целей, причиняют огромный ущерб в первую очередь не к окружающей среде, а своему дому! Но все это можно исправить и только сами люди могут это сделать, нужно только желание и упорный труд. Планета Земля — это наш дом где жили наши предки, живем мы сами и будут жить наши дети. Она дала нам шанс, возможность и все нужные компоненты чтобы благоприятно существовать. В ответ ей давайте же сделаем все возможное, отблагодарим ее. Ведь мы же хотим, чтобы у наших детей был хороший дом, и они сами были здоровы!

Литература

1. Джораев, Н. Б. Методика контроля вредных веществ в воздухе / Н. Б. Джораев, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 163-169.

2. Павлова, А. С. Экологическая безопасность, качество среды и качество жизни населения / А. С. Павлова, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 448-452.
3. Исмаилова, И. А. Негативное влияние вредных выбросов на человека / И. А. Исмаилова, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 331-335.
4. Аладашвили, И. К. Современное состояние проблемы токсичности дизелей в сельском хозяйстве / И. К. Аладашвили, М. А. Зарубина, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 30-35.
5. Гарифуллина, И. А. Влияние вредных производственных факторов при работе со стеклопластиком / И. А. Гарифуллина, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 390-395.
6. Аладашвили, И. К. Улучшение экологических показателей дизельных силовых агрегатов / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 174-178.
7. Аладашвили, И. К. Улучшение экологических показателей бензиновых силовых агрегатов / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического

сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 170-174.

8. Макаров, Д. М. Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте аппаратчика нефтеперерабатывающего предприятия / Д. М. Макаров, А. А. Ярхамова, О. И. Макарова // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 541-548.

9. Гатин, А. А. Методы контроля и мониторинга опасных и вредных факторов производственной среды / А. А. Гатин, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 100-106. – EDN OCLEXY.

10. Гимаева, К. Р. Охрана труда при работе в офисных помещениях / К. Р. Гимаева, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 123-129. – EDN OVNRK.

11. Макаров, Д. М. Особенности трудовой деятельности женщин и подростков / Д. М. Макаров, О. И. Макарова, Ф. Ф. Яруллин // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 291-299.

12. Гимадеев, А. М. Гигиена труда при производстве молока и молочных продуктов / А. М. Гимадеев, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 141-147.

13. Аладашвили, И. К. Жидкостные нейтрализаторы / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова, Ф. Ф. Яруллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 314-318.

14. Кириллов, Е. В. Меры предотвращения аварийных ситуаций с участием сжиженного природного газа / Е. В. Кириллов, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 335-339.
15. Макарова, О. И. Влияние основной обработки почвы и удобрений на продуктивность растений в звене севооборота в условиях Республики Татарстан: специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Макарова Ольга Ивановна. – Казань, 2010. – 171 с.
16. Мухаметзянова, З. Р. Комплексная безопасность АЗС / З. Р. Мухаметзянова, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 241-247. – EDN YLMSVQ.
17. Юмаева, Л. С. Влияние тяжелых металлов на работника керамической промышленности / Л. С. Юмаева, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 457-461.
18. Бадрутдинов, А. К. Оценка состояния охраны труда, показатели по охране труда / А. К. Бадрутдинов, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 382-386.
19. Бушуев, А. В. Разработка мероприятий по снижению риска аварий на опасных производственных объектах / А. В. Бушуев, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. –

Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 9-15. – EDN KTJEIJ.

20. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

21. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

22. Макаров, Д. М. Обеспечение пожарной безопасности АЗС / Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 212-218. – EDN QVTAYX.

© Сабирзянова Г.Р. Макаров Д. М., Макарова О.И., 2022

УДК 331.45

Сабирзянова Гулия Рамиловна*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*guliya201508@gmail.com**Макаров Давид Моррисович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*cicerongamer@gmail.com**Макарова Ольга Ивановна***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*olga_180472@mail.ru

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье был проведен анализ оценки систем производственной безопасности и охраны труда на современных предприятиях. В написании научной работы участвовала группа студентов и специалисты в исследуемой области. Полученные результаты выявили наиболее значимые показатели, при соблюдении которых возможно повысить эффективность деятельности и уровень успешности любого предприятия в нашей стране, так и предложить к изучению для последующего применения зарубежным специалистам.

Ключевые слова: Производственная безопасность, анализ, охрана труда, транспорт, частота травматизма, инспекция труда, косвенный тип, организация труда, трудовые условия, тяжесть травматизма, опасность, безопасность жизнедеятельности, производственная сфера, средства защиты, прямой тип, оценка эффективности.

Guliya R. Sabirzyanova*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*guliya201508@gmail.com**David M. Makarov***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*cicerongamer@gmail.com**Olga I. Makarova***Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*olga_180472@mail.ru

ASSESSMENT AND ANALYSIS OF INDUSTRIAL SAFETY

Annotation. The article analyzes the evaluation of industrial safety and labor protection systems at modern enterprises. A group of students and specialists in the field of research participated in the writing of the scientific work. The obtained results revealed the most significant indicators, under which it is possible to increase the efficiency and level of success of any enterprise in our country, and to offer for study for subsequent application to foreign specialists. **Key words:** Industrial safety, analysis, labor protection, transport, frequency of injuries, labor inspection, indirect type, labor organization, working conditions, severity of injuries, danger, life safety, industrial sphere, protective equipment, direct type, efficiency assessment.

Актуальность темы статьи связана с тем, что в современных условиях активного экономического развития в нашей стране, развитие производственной сферы основным требованием во всех предприятиях является рациональная организация труда персонала и производственной безопасности персонала. На первый план выступает организация эффективных условий труда персонала с целью повышения их работоспособности и сохранения здоровья работников, а также создание условий по производственной безопасности [1,2,3,4]. Затраты на организацию безопасности трудовой деятельности персонала составляют около одной трети от бюджета предприятия.

Люди, которые работают в производственной сфере, ежеминутно подвергаются опасностям и всевозможным воздействиям с внешней стороны мира. Опасность может поджидать человека и в быту, и в транспорте, во время отдыха и при любых других жизненных обстоятельствах [5,6,7]. Каждый час в новостях мелькают заголовки о случившихся несчастных случаях, авария на дорогах и производствах, катастрофах или стихийных бедствиях, которые неизбежно влекут за собой не только материальный ущерб, но и смерти людей [8]. Если говорить о причинах возникновения таких случаев, на ум всегда приходит невезение или стечение обстоятельств, которое невозможно объяснить научным образом. Но никто не задумывается о том, что первопричинами случившихся бед являются элементарные правила безопасности, которыми часто пренебрегают, тоже самое касается и средств защиты при работе с вредными факторами производства [9,10,11].

Организация производственной безопасности на предприятии является одним из основных процессов, ведь от нее зависит жизнь и здоровье работников, нанятых для деятельности на предприятие.

Несмотря на то, что современное производство оснащено новейшими технологиями и новыми оборудованьями, до сих пор на многих предприятиях количество аварий и несчастных случаев не идет к снижению, а также прирост профессиональных заболеваний у рабочих остается на прежнем высоком и опасном для жизни уровне. Поэтому

необходимо проводить оценку системы производственной безопасности и охраны труда на предприятии [12,13,14]. Для оценки эффективности системы производственной безопасности на предприятии используются определенные показатели. Для того, чтобы получить реальную информацию о состоянии производственной безопасности на предприятии, необходимо проводить глубокий полноценный анализ специальных коэффициентов. Использование таких показателей, как частота и тяжесть травматизма не помогут исследовать реальную оценку системы безопасности на предприятии. Поэтому необходимо использовать более информативные коэффициенты, позволяющие провести оценку эффективности системы производственной безопасности на предприятии [15,16,17,18].

Мы рекомендуем показатели оценки эффективности производственной безопасности делить на прямые и косвенные, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели для оценки эффективности производственной безопасности на предприятии

Показатели прямого типа	Показатели косвенного типа
Несчастные случаи на производстве	Предписания от инспекции труда
Нетрудоспособные рабочие дни из-за несчастных случаев	Обнаруженные нарушения правил безопасности
Заболевания «по профессии»	Несчастные случаи из-за «личной неосторожности»
Средняя численность работников	Травмы всех степеней тяжести, приобретенные вследствие рабочих действий
Работники, трудящиеся при вредных и опасных условиях труда	

Представленные в таблице 1 показатели необходимо анализировать за определенный период времени для более гибкой оценки системы производственной безопасности на предприятии. Наиболее оптимальным периодом для анализа будет один год. При необходимости сравнения лучшим решением будет использование аналогичных показателей за пару предыдущих лет.

Основой для оценки производственной безопасности на

предприятию являются прямые показатели. А показатели косвенного типа рекомендуется использовать для того, чтобы вносить определенные ремарки для более полного в сфере информации и более гибкого анализа системы безопасности в организации или на предприятии.

Основой всех показателей, с помощью которого можно и нужно проводить оценку производственной безопасности на предприятии, является количество несчастных случаев на производстве.

Вторым по важности показателем прямого типа является количество нетрудоспособных дней в связи с возникновением несчастных случаев на производстве. Показатель этого типа вносит ясность о численности травматизма на предприятии в определенный промежуток времени, а также говорит об уровне тяжести полученных травм на производстве работниками и сообщает о периоде времени, необходимом для восстановления от возникших травм на производстве.

Одним из самых сложных при оценивании показателей производственной безопасности является показатель количества заболеваний “по профессии” из-за присущему данному показателю долгосрочного характера. С помощью данного показателя проводится оценка безопасности труда на производстве в течение долгого количества времени, а именно тридцати и даже сорока лет, учитывая при этом весь стаж работника в труде. Поэтому мы считаем, что данный показатель недостаточно точно подходит при оценке производственной безопасности на предприятии.

Важным показателем также является показатель, которому необходим глубокий анализ при проведении оценки безопасности на производстве на предприятии, является анализ среднесписочной численности работников на предприятии в течение определенного периода. Данный показатель необходимо принимать в учет при анализе данных между отличающимися предприятиями.

Производственно-обусловленную и профессиональную заболеваемость на предприятии полно и глубоко раскрывает коэффициент числа работников, которые заняты рабочей деятельностью в наиболее опасных и вредных условиях труда. Этот показатель чаще всего не подвержен снижению с течением времени или при других условиях в силу своей производственной специфики отрасли предприятия.

Так как производственный травматизм работников на предприятии полностью и только зависит от условий в трудовой деятельности, то для того, чтобы провести оценку уровня травмированности работников на предприятии рекомендуется использовать коэффициент поправочного типа [19].

Под условиями производственной безопасности труда мы понимаем факторы организации производственного процесса на предприятии, которые оказывают непосредственное и прямое влияние на

работоспособность и здоровое самочувствие работников. Основными составляющими условий труда являются применяемое в производственном процессе оборудование, сырье, предметы труда, средства охраны и защиты труда работников, рациональная организация рабочих мест, отвечающая современным требованиям и нормативам, состояние производственных помещений, от которых зависит состояние микроклимата на предприятии. Для каждого производства и каждого предприятия условия труда являются специфичными и индивидуальными [20-22].

Под тяжестью труда следует понимать уровень сложности трудового процесса, который оказывает непосредственное влияние на весь организм человека, и в первую очередь, на опорно-двигательный аппарат, дыхательную, сердечно-сосудистую систему. От уровня тяжести труда зависит уровень эффективности трудовой деятельности работника.

Таким образом, от организации эффективных условий и безопасности труда, своевременного проведения инструктажей по охране труда, напрямую зависит здоровье человека, его работоспособность в рабочих условиях на предприятиях, а значит и уровень рентабельности, успешности и конкурентоспособности любого современного предприятия в нашей стране.

Литература

1. Гатин, А. А. Методы контроля и мониторинга опасных и вредных факторов производственной среды / А. А. Гатин, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 100-106. – EDN OCLEXY.
2. Гимаева, К. Р. Охрана труда при работе в офисных помещениях / К. Р. Гимаева, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 123-129. – EDN OVNHRK.
3. Бушуев, А. В. Разработка мероприятий по снижению риска аварий на опасных производственных объектах / А. В. Бушуев, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022

года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 9-15. – EDN KTJEIJ.

4. Гатин, А. А. Разработка мероприятий по снижению уровня вибрации на промышленной площадке / А. А. Гатин, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 107-113. – EDN HYBHGZ.

5. Макаров, Д. М. Обеспечение пожарной безопасности АЗС / Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 212-218. – EDN QVTAYX.

6. Мухаметзянова, З. Р. Комплексная безопасность АЗС / З. Р. Мухаметзянова, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 241-247. – EDN YLMSVQ.

7. Юмаева, Л. С. Влияние тяжелых металлов на работника керамической промышленности / Л. С. Юмаева, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 457-461.

8. Мухаметзянова, З. Р. Обеспечение безопасности дорожного движения / З. Р. Мухаметзянова, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 339-343.

9. Гарифуллина, И. А. Влияние вредных производственных факторов при работе со стеклопластиком / И. А. Гарифуллина, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ,

профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 390-395.

10. Юмаева, Л. С. Влияние тяжелых металлов на работника керамической промышленности / Л. С. Юмаева, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 457-461.

11. Павлова, А. С. Электрическое сопротивление тела человека / А. С. Павлова, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 453-457.

12. Исмагилов, Д. Р. Требования пожарной безопасности при постройке зданий и сооружений / Д. Р. Исмагилов, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 205-210.

13. Самигуллин, А. Н. Пожарная безопасность зданий и сооружений / А. Н. Самигуллин, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 468-473.

14. Макаров, Д. М. Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте аппаратчика нефтеперерабатывающего предприятия / Д. М. Макаров, А. А. Ярхамова, О. И. Макарова // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 541-548.

15. Джораев, Н. Б. Методика контроля вредных веществ в воздухе / Н. Б.

Джораев, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 163-169.

16. Гимадеев, А. М. Гигиена труда при производстве молока и молочных продуктов / А. М. Гимадеев, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 141-147.

17. Иванников, А. С. Проведение сертификации производственных объектов на соответствие требованиям охраны труда / А. С. Иванников, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 404-408.

18. Бушуев, А. В. Оценка и анализ вредного воздействия вибрации для человека, способы защиты от вибрации / А. В. Бушуев, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 386-390.

19. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

20. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

21. Бадрутдинов, А. К. Оценка состояния охраны труда, показатели по охране труда / А. К. Бадрутдинов, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской

(национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 382-386.

22. Гимаева, К. Р. Особенности проведения обучения и инструктажей по охране труда для разных категорий работников / К. Р. Гимаева, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 395-399.

© Сабирзянова Г.Р. Макаров Д. М., Макарова О.И., 2022

УДК 631

Сабирзянова Гулия Рамиловна*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*guliya201508@gmail.com**Макаров Давид Моррисович***Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*cicerongamer@gmail.com**Макарова Ольга Ивановна***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, Казань*olga_180472@mail.ru

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Аннотация. В реалиях современного мира очень остро стоит вопрос сохранения экологического благополучия и сохранения окружающей среды. В данной статье рассматриваются экологические проблемы, связанные с сельским хозяйством, причины их возникновения, меры профилактики и способы их устранения.

Ключевые слова: Экологические проблемы, специальная оценка, растениеводство, охрана труда, эрозия почв, инструктажи, химические вещества, сертификация, животноводство, техника безопасности, загрязнение водоемов.

Guliya R. Sabirzyanova*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*guliya201508@gmail.com**David M. Makarov***Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*cicerongamer@gmail.com**Olga I. Makarova***Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*olga_180472@mail.ru

AGRICULTURE AND ITS ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Abstract. In the realities of the modern world, the issue of maintaining ecological well-being and preserving the environment is very acute. This article

discusses environmental problems associated with agriculture, their causes, prevention measures and ways to eliminate them.

Keywords: Environmental problems, special assessment, crop production, labor protection, soil erosion, briefings, chemicals, certification, animal husbandry, safety, water pollution.

Тема этой статьи остаётся очень важной и касается прямого воздействия загрязнения на здоровье и жизнь людей в целом. В настоящее время очень остро стоит вопрос сохранения экологического благополучия и сохранения окружающей среды. В последние десятилетия резко ухудшились территориальные аспекты природопользования, ухудшилась среда для деятельности человека, обострились экологические проблемы. Современные экологические и экономические условия складываются в катастрофической ситуации как с точки зрения количественных, так и качественных характеристик населения.

В двухтысячных годах промышленные предприятия Татарстана выбросили в окружающую среду сотни тысяч тонн загрязняющих природу веществ. Уровень вредных веществ в РТ составляет примерно 42,2%, а это намного ниже среднего уровня загрязнения по России - 76,7%.

В нескольких городах Республики Татарстан наблюдается отрицательная склонность к росту выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от промышленных компаний и автомобилей. Тепловые электростанции и автомобили вносят самый большой вклад в загрязнение воздуха в городах. Регулярные наблюдения за загрязнением атмосферы в городах Казань, Нижнекамск, Набережные Челны приводят нас к выводу о том, что уровень загрязнения окружающей среды превышает уровень нормы. Достаточно плохая ситуация сложилась в Набережных Челнах, где, как говорят, увеличивается загрязнение воздуха в связи с большим количеством заводов и высоким ростом промышленности.

Максимальную лепту в загрязнение атмосферы на земле Республики Татарстан вносят комплексы: машиностроительные и транспортные, химические и нефтехимические, теплоэнергетические. Одной из проблем загрязнения окружающей среды является загрязнения водных объектов. Загрязнение воды – серьезный природный вопрос, даже инновационные методы очищения никак не могут решить эту проблему полностью. Данная проблема может привести к тяжким последствиям, так как в отсутствии воды ни один организм не способен уцелеть.

Качество воды небольших рек республики характеризуется равно как «умеренно загрязненная» также «загрязненная». Засорение небольших рек во многом обуславливается рассеянными ключами, а

уровень засорения находится в зависимости с изменчивостью гидрометеорологических условий.

Аграрный сектор является одним из главных причин загрязнения естественных водоемов и находящийся под землей гидрофитных резервов. Аграрное производство постоянно применяет химические и органические удобрения, но кроме того пестициды и гербициды [1,2,3]. Токсичные и навозные элементы, оказавшись в грунте, стекают в колодцы и водопроводные системы. Очистительные постройки со старыми мощностями никак не могут справиться с растущими масштабами засорения. С половины минувшего века применение химических удобрений в основе азота, калия также фосфора увеличилось в 10 раз, применение пестицидов в 35 раз. Каждый год фермерские хозяйства вносят в почву 2,5 млн. тонн органических удобрений, прибывающих с овцеводческих ферм. С целью увеличения размеров продукта фермеры начали использовать медикаменты, гормональные вещества и стимуляторы роста.

Угроза загрязнение сельскохозяйственными водами естественных водоемов исходит их разных источников. Более ключевые из них:

- проникновение ядохимикатов с поля в почву и грунтовые воды;
- в следствии круговорота воды совершается выпадение погодных осадков, которое включает огромное количество токсичных сочетаний (кислотные также щелочные ливни);
- сбрасывание в реки и водоемы фекалий с овцеводческих ферм и ферм крупнорогатого скота, приводит к засорению воды небезопасными микроорганизмами [4,5];
- проникновение в воду химических удобрений, ядохимикатов, недогоревших остатков дизельных и бензиновых агрегатов по причине издержек в период транспортировки [6,7,8];
- смывание с грунта химических сочетаний из-за орошения и полива [9,10,11].

Неразумное управление хозяйством каждый год увеличивает масштаб нанесения вреда природным ресурсам. Природная обстановка усугубляется с каждым годом, в связи с этим страдают люди с сельской местности. Увеличение онкологических, аллергических болезней, токсических поражений и внутренних органов является результатом халатного отношения к водным ресурсам земли.

Сельскохозяйственное производство считается главным потребителем водных ресурсов, так как усиленно применяется с целью орошения территорий. Засушливый сезон порождает потребность полива с целью извлечения урожая овощей и злаковых культур. Полив приводит к вымыванию минеральных элементов с грунта, которые стекают в естественные водоемы. Возрастающая минерализация водных ресурсов приводит к их непригодности для проведения мелиоративных мероприятий.

Выходом из сложившейся ситуации считается введение современных способов полива растений:

1. капельный;
2. аэрозольный;
3. орошение с тонкодисперсным смачиванием.

Современные методы предоставляют возможность в 50% уменьшить потребление воды также исключить размывания плодородного покрова грунта с дальнейшим поступлением его в реку [12].

Процесс ухудшения качеств воды в естественных водоемах из-за засорения продуктами жизнедеятельности людей, также аграрного изготовления именуется эвтрофикацией. Пагубный процесс в минувшие годы развивается стремительными темпами, в следствии чего совершается:

- наполнение воды минеральными и органическими элементами (более пагубна высокая концентрация фосфора и азота);
- чрезмерное увеличение сине-зеленых водорослей, ряски, водной растительности;
- сокращение концентрации воздуха порождает гибель флоры и фауны водоема.

Загрязнение водоема приводит к пересыханию русла рек также обращения озер в заболоченные территории. Вода становится целиком непригодной для питья, даже после очистки. Плавание в таких местах запрещается, так как способно послужить причиной к инфекционным заболеваниям с опасными микроорганизмами и отравлению ядовитыми элементами.

Способы борьбы с засорением водных ресурсов в сельском хозяйстве.

Загрязнение подземных и наземных вод аграрным хозяйством – серьёзная проблема, грозящая природоохранному балансу. Увеличение объемов земледелия и животноводства потребует введения срочных мер по охране пресных вод.

Справиться с загрязнением помогут следующие меры:

- налоговые привилегии для хозяйств, использующих природоохранное земледелие;
- формирование буферных полос около фермерских хозяйств;
- введения лимита к применению пестицидов и гербицидов в аграрном хозяйстве;
- разведение устойчивых к вредителям сортов;
- применение естественных способов охраны растений;
- переработка остатков овцеводческих ферм.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что сохранность природных ресурсов, водоемов целиком и полностью зависит от человека, от того, как он относится к природе, какой образ жизни ведет. Так же не маловажно поведение человека на работе,

соблюдение гигиены труда на рабочем месте, соблюдение правил по охране труда [13,14,15]. А для этого необходимо провести соответствующее обучение по охране труда, инструктажи по соблюдению техники безопасности и производственной безопасности, так же провести специальную оценку условий труда и сертификацию производственных объектов на соответствие требованиям по охране труда [16,17,18]. Разработать мероприятия по улучшению условий труда по каждому виду трудовой деятельности [19-22].

Одной из основных приоритетных задач следует считать постоянное совершенствование экологического законодательства Республики Татарстан в отношении обращения с отходами, скорейшее принятие законодательных и правовых актов, регулирующих деятельность в области экологически безопасного обращения с отходами.

Литература

1. Павлова, А. С. Экологическая безопасность, качество среды и качество жизни населения / А. С. Павлова, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 448-452.
2. Аладашвили, И. К. Современное состояние проблемы токсичности дизелей в сельском хозяйстве / И. К. Аладашвили, М. А. Зарубина, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 15–16 мая 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 30-35.
3. Макарова, О. И. Влияние основной обработки почвы и удобрений на продуктивность растений в звене севооборота в условиях Республики Татарстан: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Макарова Ольга Ивановна. – Казань, 2010. – 171 с.
4. Гимадеев, А. М. Гигиена труда при производстве молока и молочных продуктов / А. М. Гимадеев, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля

2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 141-147.

5. Исмаилова, И. А. Негативное влияние вредных выбросов на человека / И. А. Исмаилова, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 331-335.

6. Аладашвили, И. К. Улучшение экологических показателей бензиновых силовых агрегатов / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 170-174.

7. Аладашвили, И. К. Улучшение экологических показателей дизельных силовых агрегатов / И. К. Аладашвили, О. И. Макарова // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 174-178.

8. Джораев, Н. Б. Методика контроля вредных веществ в воздухе / Н. Б. Джораев, О. И. Макарова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 163-169.

9. Гатин, А. А. Методы контроля и мониторинга опасных и вредных факторов производственной среды / А. А. Гатин, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 100-106. – EDN OCLEXY.

10. Макарова, О. И. Влияние основной обработки почвы и удобрений на продуктивность растений в звене севооборота в условиях Республики Татарстан: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Макарова Ольга Ивановна. – Йошкар-Ола, 2010. – 24 с.

11. Таланов, И. П. Влияние приёмов основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур в звене севооборота / И. П. Таланов, М. Р. Ахметзянов, О. И. Макарова, И. И. Ярмиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 3(13). – С. 115-117.
12. Харисова, Р. Р. Обеззараживание и очистка сточных вод / Р. Р. Харисова, О. И. Макарова, Ф. Ф. Яруллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 376-379.
13. Гимаева, К. Р. Охрана труда при работе в офисных помещениях / К. Р. Гимаева, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 123-129. – EDN OVNRK.
14. Макаров, Д. М. Особенности трудовой деятельности женщин и подростков / Д. М. Макаров, О. И. Макарова, Ф. Ф. Яруллин // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева, Казань - Ижевск, 23–24 сентября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 291-299.
15. Гимаева, К. Р. Особенности проведения обучения и инструктажей по охране труда для разных категорий работников / К. Р. Гимаева, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 395-399.
16. Иванников, А. С. Проведение сертификации производственных объектов на соответствие требованиям охраны труда / А. С. Иванников, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 404-408.

17. Бадрутдинов, А. К. Оценка состояния охраны труда, показатели по охране труда / А. К. Бадрутдинов, О. И. Макарова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 382-386.
18. Садрутдинов, Д. И. Совершенствование системы управления охраной труда / Д. И. Садрутдинов, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 343-347.
19. Макарова, О. И. Специальная оценка условий труда / О. И. Макарова, И. А. Пашин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса, Казань, 07–08 июня 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 192-196.
20. Бушуев, А. В. Разработка мероприятий по снижению риска аварий на опасных производственных объектах / А. В. Бушуев, Д. М. Макаров, О. И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды 2-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Ю.И. Матяшина, Казань, 24–25 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 9-15. – EDN KTJEIJ.
21. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.
22. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

УДК 658.5

Ахмедшина Аделия Ильдаровна*Студент**Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail: adelia333@mail.ru***Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич***Доктор экономических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail: fem59@mail.ru*

РОЛЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Аннотация. Цель данной статьи заключается в изучении роли социально-экономической диагностики предприятий в процессе принятия управленческих решений в условиях интеграции и глобализации. Предметом исследования являются принципы управления предприятиями на национальном и международном уровнях. Также были исследованы и выявлены проблемы взаимодействия организаций с международными партнерами из-за расхождений в принципах управления. Установлено, что главные компании международных рынков принимают решения об установлении сотрудничества на основе диагностических заключений, которые формируются такими известными международными рейтинговыми агентствами, как Moody's, Standard & Poor's, Fitch. В результате исследования была разработана единая методика диагностики финансового состояния фирм, которую можно использовать предприятиям различных стран. Исходя из данной методики предполагается выделять такие финансовые показатели как, рентабельность, ликвидность, финансовая независимость и деловая активность. Также в связи с этим разделением были выявлены четыре статуса состояния предприятий: безрисковый статус, статус дестабилизации, докризисный статус, статус технического дефолта и статус фактического дефолта. Актуальность и польза данного исследования заключается в том, чтобы дать возможность бизнес-структурам разных стран внедрять единые диагностические процедуры и, таким образом, работать единой информационной базой при принятии управленческих решений об установлении или расширении сотрудничества.

Ключевые слова: социально-экономическая диагностика, показатели, финансовое состояние, внешнеэкономическая деятельность, управленческие решения.

Akhmedshina Adelia Ildarovna*Student*

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
e-mail: adelia333@mail.ru
Mukhametgaliev Farit Nurgalievich
Doctor of Economics, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
e-mail: fem59@mail.ru

THE ROLE OF SOCIO-ECONOMIC DIAGNOSTICS IN THE ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM

Annotation. The purpose of this article is to study the role of socio-economic diagnostics of enterprises in the process of making managerial decisions in the context of integration and globalization. The subject of the study is the principles of enterprise management at the national and international levels. Problems of interaction of organizations with international partners due to discrepancies in management principles were also investigated and identified. It has been established that the main companies of international markets make decisions on establishing cooperation on the basis of diagnostic conclusions formed by such well-known international rating agencies as Moody's, Standard & Poor's, Fitch. As a result of the research, a unified methodology for diagnosing the financial condition of firms has been developed, which can be used by enterprises in various countries. Based on this methodology, it is supposed to allocate such financial indicators as profitability, liquidity, financial independence and business activity. Also, in connection with this division, four statuses of the state of enterprises were identified: risk-free status, destabilization status, pre-crisis status, technical default status and actual default status. The relevance and usefulness of this study is to enable business structures from different countries to implement common diagnostic procedures and, thus, to work with a single information base when making management decisions about establishing or expanding cooperation.

Keywords: socio-economic diagnostics, indicators, financial condition, foreign economic activity, management decisions.

В современном мире значительно возрастает значение социально-экономической диагностики на всех уровнях национальной и международной экономики. Наблюдается активизация внешнеторгового сотрудничества между хозяйствующими субъектами разных стран мира. В контексте стран, которые находятся на пути к европейской интеграции, социально-экономическая диагностика является мощным информационным инструментом принятия обоснованных решений для выхода на европейские рынки, налаживания сотрудничества с зарубежными партнерами, повышения конкурентоспособности,

инвестиционной привлекательности и обеспечения поступательного развития [1,2,3].

Следует отметить, что существуют различия в диагностических технологиях и инструментах, используемых отечественными и зарубежными субъектами, а также несогласованность и неадаптация к международным стандартам отечественных диагностических методик. Это вызывает множество проблем, связанных с формированием различных диагностических заключений, интерпретацией результатов диагностики и возникновением недопонимания между разными партнерами, что усложняет и препятствует эффективному сотрудничеству, снижает заинтересованность контрагентов во взаимодействии [4,5,6].

Социально-экономическая диагностика является неотъемлемым атрибутом системы управления любого уровня, поскольку она направлена на обеспечение информационной поддержки и принятия управленческих решений в приоритетных областях макро-, мезо- и микросреды. Информационная цель социально-экономической диагностики состоит в подготовке надежного, объективного, актуального, комплексного и обоснованного информационного обеспечения процесса управления на различных уровнях национальной и международной экономики.

На основе рассмотрения реалий развития национальной экономики и современных проблем бизнес-структур было установлено, что наиболее приоритетными направлениями социально-экономической диагностики в национальном пространстве являются финансовое состояние предприятий, их неплатежеспособность и угроза банкротства, кредитоспособность и инвестиционная привлекательность [7]. Эффективная и обоснованная социально-экономическая диагностика по приоритетным сферам позволит восстановить деятельность неплатежеспособных, но экономически жизнеспособных бизнес-структур, избежать их необратимой ликвидации, расширить доступ субъектов предпринимательства к внутренним и иностранным кредитным ресурсам, заинтересовать национальных и иностранных инвесторов в развитие бизнеса и т.д. [8,9,10].

Социально-экономическая диагностика характеризуется многоадресным назначением, поскольку ее результаты могут быть успешно использованы государственными и местными органами власти при принятии решений международного, национального и местного характера, направленных на развитие национальной экономики и ее бизнеса в частности, а также интенсификацию международных отношений; потенциальные инвесторы при выборе привлекательных объектов инвестиций; финансово-кредитные учреждения при принятии решений о кредитовании заемщиков; консалтинговые и аудиторские агентства при формулировании комплексных или частичных заключений

о состоянии диагностируемых объектов; договаривающиеся стороны при выборе новых партнеров или расширении сотрудничества; хозяйствующие субъекты в процессе своей текущей деятельности для решения различных проблем и обеспечения эффективного функционирования на рынке. Финансовая диагностика является неотъемлемой частью различных комплексных диагностических задач, связанных с оценкой угрозы банкротства, неплатежеспособности, кредитоспособности, инвестиционной привлекательности, развития предприятия [11,12,13].

Результаты изучения зарубежной диагностической практики показывают, что ведущие игроки международных рынков при налаживании сотрудничества в основном ориентируются на результаты диагностики признанных международных рейтинговых агентств, таких как Moody's, Standard & Poor's, Fitch. Эти агентства постоянно формируют кредитные рейтинги для различных организаций со всего мира, которые в основном используются инвесторами, финансовыми посредниками, эмитентами, компаниями и финансовыми институтами. На основе изучения различных методов рейтинговой диагностики представителей бизнеса из разных секторов экономики определены ключевые факторы, по которым специалисты Moody's Corporation присваивают компаниям кредитные рейтинги: объем дохода предприятия; бизнес-профиль ее деятельности; прибыльность; платежеспособность; финансовая политика руководства [14,15,16].

Более половины факторов относятся к финансовой деятельности предприятия. Коэффициент рентабельности оценивается посредством определения таких показателей, как рентабельность продаж продукции, стандартное отклонение рентабельности продаж продукции за пять лет и рентабельность активов. Коэффициент платежеспособности хозяйствующего субъекта формируется из показателей, характеризующих структуру капитала, уровень покрытия долга и процентных расходов, денежный поток. Фактор финансовой политики оценивает уровень стабильности и консерватизма финансового менеджмента и управления рисками, стабильность динамики показателей предприятия в условиях различных внешних факторов, защиту прав кредиторов и собственников, кредитную историю и т.д. [17,18,19].

Методология кредитного рейтинга Standard & Poor's включает оценку профиля бизнес- и финансовых рисков, а также других параметров деятельности предприятия. Профиль бизнес-рисков определяется на основе оценки соотношения потенциальных рисков и возможностей получения прибыли для конкретного хозяйствующего субъекта в рыночных условиях с учетом отраслевых и общественных рисков, а также конкурентных преимуществ и слабых сторон предприятия. Профиль финансовых рисков оценивается качеством управленческих решений,

принимаемых менеджерами в контексте профиля бизнес-рисков предприятия и толерантности к финансовым рискам, включая управленческие решения относительно источников финансирования и структуры баланса, а также денежных потоков, генерируемых компанией в отношении к финансовым обязательствам. Ключевыми финансовыми показателями в рамках такой диагностики являются соотношение денежного потока и долговой нагрузки, структура капитала, финансовая политика, ликвидность [20].

Методология диагностики кредитного рейтингового агентства Fitch основана на учете ключевых рейтинговых факторов, таких как отраслевой риск, операционная среда, профиль компании, стратегия управления и корпоративное управление, структура группы компаний, финансовый профиль]. Что касается финансового профиля бизнес-структуры, денежные потоки оцениваются на основе их учета, доходов и платежеспособности. Структура капитала предприятия определяется уровнем финансовой зависимости от внешних источников финансирования. Финансовая гибкость компании измеряется ее способностью погашать свои долговые обязательства и справляться с периодами нестабильности без ухудшения кредитного качества. Кроме того, финансовая гибкость определяется такими факторами, как уровень взаимоотношений с банками, способность перераспределять активы и координировать планы капитальных вложений, доступ к кредитным и фондовым рынкам и т.д. [21,22].

Как известно, на современном этапе индикаторная база для диагностики финансового состояния бизнес-структур достаточно широка и насчитывает несколько сотен финансовых показателей от узкоспециализированных до интегральных. В то же время есть группы показателей, которые наиболее полно характеризуют финансовое состояние предприятия, в частности: прибыльность, ликвидность, финансовая независимость и деловая активность [23].

На основе изучения международного и отечественного опыта финансовой диагностики в теоретическом, практическом и нормативном аспектах предлагается выделять следующие виды финансового состояния хозяйствующих субъектов: безрисковый статус, статус дестабилизации, предкризисный статус, статус технического дефолта, статус фактического дефолта [24].

Безрисковый статус демонстрирует положительные показатели по прибыльности, ликвидности, финансовой независимости предприятия, что свидетельствует об отсутствии каких-либо признаков угрозы банкротства в ближайшем будущем. Причиной диагностики неплатежеспособности предприятия является незначительное отклонение в сфере общей ликвидности и деловой активности, которые на данном этапе не оказывают негативного влияния на финансовые параметры деятельности и устойчивость предприятия.

Статус дестабилизации отражает первые слабые сигналы потенциальной неплатежеспособности предприятия, что подтверждается определенными негативными тенденциями в некоторых сферах финансового состояния; в частности, это касается либо финансовых показателей, либо снижения деловой активности, либо незначительных отклонений в общей ликвидности.

Докризисное состояние представляет значительные проблемы в сферах финансовых показателей, независимости, деловой активности, а при наличии негативных тенденций в динамике наблюдается частичное ухудшение ликвидности, что свидетельствует о том, что компания идет к банкротству.

Статус технического дефолта отражает снижение или отсутствие финансовых показателей, ухудшение ликвидности, формирование финансовой зависимости и ненадлежащую деловую активность, что указывает на наличие очевидных “технических” признаков банкротства. Однако, выйти из такой ситуации на предприятии возможно на основе реализации комплекса обоснованных оздоровительных мер финансово-экономического, производственно-технического, организационного и социального характера, направленных на восстановление платежеспособности, прибыльности, структурного равновесия капитала и конкурентоспособности.

В современных условиях международное сотрудничество, в том числе между хозяйствующими субъектами, важно для любой страны. Установление эффективных отношений с иностранными контрагентами основывается, прежде всего, на единой, объективной и согласованной с международными стандартами информационной базе, которая является результатом целенаправленной диагностики. В современных условиях происходит существенное смещение акцентов в целевом приоритете и масштабах диагностики предприятий. Речь идет об обновлении оценки важнейших параметров и направлений функционирования бизнес-структур, где прослеживаются существенные проблемы их деятельности, а также перспективные возможности развития, возникающие из предпочтений интеграции и глобализации. На основе изучения международного опыта диагностики установлено, что финансовая составляющая является приоритетной и сопровождает большинство сложных диагностических задач, связанных с оценкой платежеспособности, угроз банкротства, кредитоспособности, инвестиционной привлекательности, конкурентоспособности и развития предприятия. Разработанная методика должна обеспечить унификацию диагностических процедур для принятия управленческих решений субъектами из разных стран.

Литература

1. Агропромышленный комплекс в системе реализации доктрины продовольственной безопасности / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова, А. С. Лукин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 11(221). – С. 322-327.
2. Organizational and economic mechanism of improving the efficiency of grain production at the regional level / A. R. Battalova, O. A. Ignatjeva, F. N. Mukhametgaliev, L. F. Sitdikova // International Journal on Emerging Technologies. – 2019. – Vol. 10. – No 2. – P. 112-116.
3. Мухаметгалиев, Ф. Н. Проблемы инновационного развития сельского хозяйства в условиях предстоящего вступления России во Всемирную торговую организацию / Ф. Н. Мухаметгалиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 48-51.
4. Issues on increasing efficiency of agricultural business in the Republic of Tatarstan / A. R. Battalova, F. N. Mukhametgaliev, F. F. Mukhametgalieva, L. F. Sitdikova // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019. – Vol. 7. – No Special Issue. – P. 930-934.
5. Мухаметгалиев, Ф. Н. Экономический механизм функционирования подразделений сельскохозяйственных предприятий / Ф. Н. Мухаметгалиев, Ф. Н. Авхадиев. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2000. – 190 с.
6. Зиганшин, Б. Г. Совершенствование методики оценки земель на основе результатов паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 6. – С. 42-45.
7. Приоритеты развития агропромышленного комплекса и задачи аграрной науки и образования / А. Р. Валиев, Р. М. Низамов, Р. И. Сафин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 97-107
8. Основные направления совершенствования системы агролизинга / А. Р. Валиев, Ф. Н. Мухаметгалиев, Р. К. Ситдилов, Ф. Ф. Хурамшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 10-13.
9. Мухаметгалиев, Ф. Н. Формирование и функционирование экономического механизма хозяйствования в организациях аграрной сферы / диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич. – Саратов, 2002. – 409 с.
10. Ситдикова, Л. Ф. Проблемы повышения конкурентоспособности региональной сельской экономики / Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – № 9(219). – С. 166-169.
11. Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова, Ф. Н. Авхадиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 117-122.

12. Export potential of the regional grain sector / F. Mukhametgaliev, L. Sitdikova, F. Mukhametgalieva, A. Battalova // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00114.

13. Development of integration processes in the agricultural sector / F. Mukhametgaliev, L. Sitdikova, F. Mukhametgalieva, A. Battalova // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00116.

14. Structural changes in the rural economy / L. Sitdikova, F. Mukhametgalieva, F. Mukhametgaliev, A. Zh. Bukharbayeva // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00115.

15. Особенности современной Российской аграрной политики / А. С. Лукин, Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова, Ф. Ф. Мухаметгалиева // Финансовый бизнес. – 2021. – № 5(215). – С. 65-67.

16. Авхадиев, Ф. Н. Повышение устойчивости производства зерна (на материалах Республики Татарстан) / Ф. Н. Авхадиев, Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 104-108.

17. Экономическая эффективность использования биологических препаратов в технологии возделывания многолетних трав / М. М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин, А. С. Лукин, Ф. Н. Мухаметгалиев // Финансовый бизнес. – 2021. – № 3(213). – С. 183-187

18. Гайнутдинов, И. Г. Состояние и особенности развития животноводческих отраслей в России и за рубежом / И. Г. Гайнутдинов, Ф. Н. Мухаметгалиев, Ф. Н. Авхадиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 86-95.

19. Особенности технического перевооружения субъектов аграрного бизнеса / Ф. Н. Мухаметгалиев, А. С. Лукин, Ф. Н. Авхадиев [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 12(222). – С. 391-397.

20. Проблемы повышения эффективности кормопроизводства и обеспечения сбалансированности кормления животных / Ф. Н. Мухаметгалиев, А. С. Лукин, И. Ш. Мадышев, И. Ш. Мадышева // Финансовый бизнес. – 2021. – № 5(215). – С. 162-165.

21. Economic problems of russia's grain complex competitiveness system in the world market / A. R. Battalova, R. S. Tikhvatullin, F. N. Mukhametgaliev [et al.] // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2021. – Vol. 13. – No 12. – P. 4475-4479.

22. Зависимость эффективности аграрного бизнеса от внешних и внутренних факторов (на примере Республики Татарстан) / И. Г. Гайнутдинов, Н.Д. Александрова, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 108-113.

23. Организационно-экономические проблемы развития аграрного сектора экономики / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, А.С. Лукин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 7(217). – С. 62-66.

24. Современные тенденции и особенности развития аграрного бизнеса / Ф. Н. Мухаметгалиев, А. С. Лукин, Л. Ф. Ситдикова [и др.] // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 2. – С. 66-72.

© Ахмедшина А.И., Мухаметгалиев Ф.Н., 2022

УДК 631.152.3

Батталова Алия Рустамовна*Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*bataru@mail.ru**Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич***Доктор экономических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*fem59@mail.ru**Лукин Андрей Сергеевич***Кандидат экономических наук, доцент,**Кировский филиал РАНХ и ГС, г. Киров.*luhin-andrey@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТОРЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРИБЫЛИ В АГРАРНОЙ СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. Статья посвящена анализу современных факторов формирования размеров прибыли в аграрном секторе экономики с учетом особенностей действия хозяйственного механизма субъектов аграрного бизнеса в рамках смешанной экономической системы. В ней рассматриваются основные группы факторов получения прибыли, связанных с использованием собственного капитала и труда предпринимателя, с рисками организации и ведения аграрной предпринимательской деятельности, с формированием дифференциальной прибыли, анализируются предпосылки, условия формирования прибыли при регулировании и оптимизации трансформационных и транзакционных издержек сельхозтовропроизводителей, определены основные принципы принятия инвестиционных решений субъектами аграрного рынка, сделан вывод о необходимости обеспечения эластичности предложения на рынках готовой продукции сельского хозяйства и материально-технических факторов производства.

Ключевые слова: прибыль, экономическая система, факторы получения прибыли, издержки производства, аграрный рынок, предпринимательство, инвестиции.

Battalova Aliya Rustamovna*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*bataru@mail.ru**Mukhametgaliev Farit Nurgaliyevich***Doctor of Economics, Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*fem59@mail.ru

Lukin Andrey Sergeyevich
*Candidate of Economics, Associate Professor,
Kirov branch of Russian Academy of National Economy
and Public Administration, Kirov, Russia
.lukin-andrey@mail.ru*

MODERN FACTORS OF PROFIT IN AGRARIAN SPHERE OF ECONOMY

Abstract. The article is devoted to the analysis of modern factors of profit formation in the agrarian sector of economy taking into account the peculiarities of the economic mechanism of agrarian business subjects within the mixed economic system. The article studies basic groups of profit making factors linked to the use of own capital and entrepreneurial work, risks of organizing and carrying out agrarian entrepreneurial activity, formation of differential profit, analyzes prerequisites, conditions of profit making while regulating and optimizing transformation and transaction costs of agricultural producers, defines basic principles of making investment decisions by the subjects of the agrarian market and draws a conclusion about the necessity to provide the sufficient level of profit.

Key words: profit, economic system, profit factors, production costs, agrarian market, entrepreneurship, investments.

В условиях современной смешанной модели экономической системы существуют три группы факторов, определяющих получения прибыли сельскохозяйственными товаропроизводителями. В первом случае они представляют собой доход или добавочную стоимость в виде вознаграждения за использование собственного капитала и труда предпринимателя. Эту часть прибыли довольно легко прогнозировать в процессе планирования производства как показатели фондоотдачи и производительности труда. В этом случае вознаграждение за использование собственного капитала и труда, как минимум, должно соответствовать альтернативным издержкам [1,2,3]. Во-втором случае прибыль можно получить за счет активного анализа и использования группы факторов риска, как вознаграждением за риск организации и ведения аграрной предпринимательской деятельности. В отличие от наемных работников, получающих заработную плату или доход в соответствии с контрактом или трудовым договором, доход предпринимателя в аграрном бизнесе можно определить только в конце периода производства или завершения года [4,5,6]. Для предпринимателя прибыль является остаточным доходом после завершения всех финансовых операций и платежей по долгам перед государством и кредиторами. Предприниматель не может предсказать с уверенностью, каким будет фактический размер прибыли. По этой

причине, при планировании нужно также учитывать риск получения более низкого дохода, чем предприниматель ожидает и на который он надеется. В условиях рыночной экономики предприниматель должен получить вознаграждение за то, что он берет на себя этот риск. Если бы сумма прибыли, которую предприниматель получает сверх нормального вознаграждения за собственный капитал и труд была бы низкой после оплаты всех налогов, то вряд ли предприниматели стали бы осуществлять связанные с рисками инвестиции [7,8,9]. В третьем случае рассматриваются факторы, формирующие дифференциальную прибыль, которая возникает в результате того, что предприниматель может производить товар более эффективно, чем другие производители, или занял особую нишу на рынке и может выставлять более высокие цены, чем его конкуренты. В экономической теории такая прибыль получила название пионерской прибыли или прибыль первой поставки, которую получает предприниматель, внедривший раньше своих конкурентов новую технологию или поставивший на рынок новый товар первым. В этом случае закономерностью является то, что такой дифференциальный доход со временем уменьшается под воздействием механизма рыночной конкуренции в силу обогащения рынка аналогичным товаром [10,11,12]. Совсем другая ситуация обстоит с первым типом прибыли, вознаграждением за собственный капитал и труд. Ее следует отнести к издержкам производства (в форме альтернативных издержек), по этой причине она учитывается при расчете средних издержек предпринимателя. Отсюда следует, что, в случае долгосрочного функционирования в системе рыночного механизма, прибыль состоит в основном из прибыли предпринимателя в форме нормального процента на вложенный капитал, нормального вознаграждения за труд, а также компенсации рисков. Поскольку риск при производстве различных товаров также разный, то и прибыль будет разной.

В современных условиях хозяйствования формирование размеров прибыли имеет большое значение для понимания принципов функционирования субъектов аграрного рынка. Если прибыль превышает среднюю доходность вложенного капитала (включая вознаграждение за предпринимательский риск), это свидетельствует о правильности ранее принятых инвестиционных решений. Таким образом, прибыль прошлых периодов служит оценкой прошлой предпринимательской деятельности. Ожидаемая прибыль используется в качестве критерия выбора инвестиционных объектов [13,14,15]. Поэтому в условиях функционирования сельских товаропроизводителей с позиции организации предпринимательской деятельности прибыль на уровне выше среднего может оцениваться, как положительное явление с точки зрения экономики в целом. Она доказывает, что инвестиции осуществлялись в тех областях, где имел место существенный дефицит. Доходы на уровне ниже среднего или убытки могут быть результатом

принятых неправильных инвестиционных вложений и сигнализируют о необходимости принятия оперативных управленческих решений для исправления положения. Предприниматели, аграрной сферы, принимающие неправильные решения, могут быть наказаны потерей собственного капитала. Таким образом, на уровне отдельного предприятия создается стимул для постоянного анализа результатов деятельности с учетом издержек, для изучения информации для принятия ориентированных на будущее решений.

Из принципа функционирования рыночного механизма следует, что прибыль ниже среднего между секторами или отдельными предприятиями может иметь место только в том случае, если при принятии инвестиционных решений субъекты экономической деятельности исходят из ожиданий, которые не соответствуют реальному положению вещей. Соответственно, если аграрные предприятия готовы инвестировать в собственный бизнес, то можно предположить, что они имеют положительные ожидания касательно прибыли. И эти ожидания, как правило, опираются на результаты их прошлой хозяйственной деятельности [16,17,18].

В экономике сельскохозяйственных предприятий размеры прибыли затрагивают фактор оптимального размера бизнеса, что связано с разделением издержек производства определенного товара на два вида. С одной стороны, можно говорить о трансформационных издержках. Эти издержки возникают при физическом преобразовании продукции; они представляют собой собственные издержки производства предпринимателя. С другой стороны, при производстве товара также возникают трансакционные издержки. Эти издержки возникают в результате трансакций между экономическими субъектами. Они, в свою очередь, могут подразделяться на внешние и внутренние, или на трансакционные издержки предприятия и рыночные трансакционные издержки. Оба вида трансакционных издержек имеют большое значение для оптимального размера предприятия. Внутренние трансакционные издержки возникают на сельскохозяйственных предприятиях, в первую очередь, вследствие необходимости контроля за работниками. Хотя работники предприятия, в соответствии с трудовыми договорами, обязуются выполнять определенный объем работ и не наносить ущерб имуществу предпринимателя, однако, ввиду особенностей сельскохозяйственного производства, контроль за отдачей работников связан с относительно высокими издержками и проверить его эффективность возможно далеко не всегда [19*,20,21]. К этому следует добавить, что на крупных сельскохозяйственных предприятиях может существовать значительный риск воровства. По этой причине существует вероятность, что внутренние трансакционные издержки будут увеличиваться вместе с увеличением количества наемных работников. В отличие от внутренних, динамика внешних трансакционных издержек

будет другой. Как известно, крупные предприятия с большими объемами продаж могут получать более высокие цены, а также платить более низкую цену за закупаемые средства производства. Увеличение или, соответственно, снижение цены становится возможным в силу того, что, с одной стороны, для продавца или партнера на рынке снижаются физические издержки при транспортировке, а также при хранении и реализации. С другой стороны, по той причине, руководители крупных предприятий имеют больше стимулов искать самого экономически выгодного для них партнера по рынку. Издержки на поиск в расчете на проданную или, соответственно, закупленную единицу продукции для больших предприятий ниже, чем для малых. При этом рыночная цена в краткосрочной перспективе может быть ниже средних общих издержек предприятия; однако она должна как минимум соответствовать средним переменным издержкам предельного производителя. Поэтому в краткосрочной перспективе рыночная цена в диапазоне между долгосрочным и краткосрочным нижними пределами цены не определяется однозначно издержками. По этой причине, в краткосрочной перспективе для ценообразования спрос может быть важнее, чем издержки производства. Однако в долгосрочной перспективе, рыночная цена должна покрывать средние общие издержки предельного производителя. В этом случае, при расширении производства можно увеличить использование каждого фактора, при условии неизменных цен на факторы производства. В связи с этим, при адаптации механизма хозяйствования к современным условиям средние общие издержки производства не увеличиваются. Поскольку в аграрном секторе земля, как фактор производства, доступна в ограниченном количестве, то увеличение объемов производства может сопровождаться ростом минимальных средних издержек [22,23,24]. С другой стороны, вследствие увеличения объемов производства путем использования новых технологий, можно также наблюдать и снижение средних общих издержек.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что в современных условиях функционирования аграрного бизнеса на формирование размеров прибыли влияют множество факторов, определяющих закономерность изменения цены на продукцию не только за счет изменения объема использования материально-технических ресурсов производства, но и за счет изменения уровня зависимости от эластичности предложения на рынок готовой продукции сельского хозяйства и наличия эластичного предложения на рынке факторов производства, а также за счет правильности принятых инвестиционных решений, формирования наиболее эффективных направлений предпринимательской деятельности, оптимизации трансформационных и транзакционных издержек.

Литература

1. Хафизов, Д. Ф. Некоторые проблемы формирования предпринимательской среды в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 101-102. – EDN NBJORZ.
2. Особенности малого агробизнеса и проблемы его развития на современном этапе / Л. В. Михайлова, Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 126-129. – EDN WAKNBZ
3. Особенности развития регионального сельского хозяйства в современных условиях / А. Р. Валиев, Ф. Н. Авхадиев, И. Г. Гайнутдинов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 3(67). – С. 144-153. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-144-153. – EDN LHBUCP.
4. К вопросу о сущности и особенностях кооперативного предпринимательства в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. Р. Шамсутдинова, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 147-154. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-147-154. – EDN JQSC TT
5. Современные тенденции и особенности развития аграрного бизнеса / А. С. Лукин, Л. Ф. Ситдикова, А.К. Субаева [и др.] // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 2. – С. 66-72. – EDN LOLRXL.
6. Поддержка бизнеса на селе: реальность и перспективы / Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин, Л.Ф. Ситдикова [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 388-391. – EDN JLHHRR
7. Стратегия развития продовольственного самообеспечения Российской Федерации в условиях современной санкционной политики / Л. В. Михайлова, А. С. Лукин, В.А. Тарасов [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 6(228). – С. 71-76. – EDN WLVYRZ
8. Sitdikova L. Export potential of the regional grain sector / L. Sitdikova, // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–

30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00114. – DOI 10.1051/bioconf/20202700114. – EDN AQAYLW.

9. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan / M. M. Khismatullin, M. M. Khismatullin, F. N. Avkhadiyev [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00080. – DOI DOI:10.1051/bioconf/20213700080. – EDN OJLZCH.

10. Мухаметгалиев, Ф. Н. Формирование и функционирование экономического механизма хозяйствования в организациях аграрной сферы: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич. – Саратов, 2002. – 409 с.

11. Bukharbayeva, A. Zh. Structural changes in the rural economy / A. Zh. Bukharbayeva // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00115. – DOI 10.1051/bioconf/20202700115. – EDN OPMMUO.

12. Ситдикова, Л. Ф. Проблемы повышения конкурентоспособности региональной сельской экономики / Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – № 9(219). – С. 166-169. – EDN AYAYRW.

13. Мухаметгалиев, Ф. Н. Проблемы сущности и структуры экономического механизма хозяйствования в АПК / Ф. Н. Мухаметгалиев // Экономика и финансы. – 2004. – № 6. – С. 24. – EDN HYPPXR.

14. Ситдикова, Л. Ф. Структурные изменения категорий хозяйств в сельской экономике / Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – № 7(217). – С. 166-170. – EDN JQVZKZ.

15. Tukhvatullin, R. S. Economic problems of russia's grain complex competitiveness system in the world market / R. S. Tukhvatullin, // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2021. – Vol. 13. – No 12. – P. 4475-4479. – EDN BDOPYM.

16. Авхадиев, Ф. Н. Повышение устойчивости производства зерна (на материалах Республики Татарстан) / Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 104-108. – DOI 10.12737/article_592fc86c9e0ae1.14332306. – EDN YPLNHT.

17. Зависимость эффективности аграрного бизнеса от внешних и внутренних факторов (на примере Республики Татарстан) / И. Г. Гайнутдинов, Ф.Н. Авхадиев, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник

Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 108-113. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-108-113. – EDN UKVYED.

18. Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова, Ф. Н. Авхадиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 117-122. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-117-122. – EDN PJUZDD.

19. Battalova A. Development of integration processes in the agricultural sector / A. Battalova, L. Sitdikova // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00116. – DOI 10.1051/bioconf/20202700116. – EDN FPQRJU.

20. Субаева, А. К. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями / А. К. Субаева, И. Л. Ибниев // Бизнес. Образование. Право. – 2021. – № 1(54). – С. 67-71. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.54.159. – EDN PMSNAO.

21. К вопросу развития и экономической эффективности орошаемого земледелия / М. М. Хисматуллин, А.С. Лукин, М. Хисматуллин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 3(225). – С. 68-73. – EDN GJDHIJ.

22. Зиганшин, Б. Г. Оценка земель по результатам паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 17-19. – EDN YQRJSF.

23. Гайнутдинов, И. Г. Вопросы обоснования минимального размера выделяемых земельных участков / И. Г. Гайнутдинов, Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2021. – № 4. – С. 16-21. – EDN DEBQTP.

24. Зиганшин, Б. Г. Совершенствование методики оценки земель на основе результатов паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 6. – С. 42-45. – EDN ZBMMRR.

© Батталова А.Р., Мухаметгалиев Ф.Н., Лукин А.С., 2022

УДК 331.103.226

Мельников Борис Николаевич

Студент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Melborrus@mail.ru

Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич

Доктор экономических наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет, Казань

e-mail: fem59@mail.ru

МОТИВАЦИЯ РАБОТНИКОВ АГРАРНОГО БИЗНЕСА

Аннотация. Представленная статья посвящена исследованию действия мотивационного механизма на работников аграрной сферы экономики, его роль в повышении трудовой активности персонала в процессе производства сельскохозяйственной продукции, раскрывает, особенности формирования системы мотивации труда и механизмов управления деятельностью работников, определяет необходимость совершенствования мотивационного механизма в аграрном секторе. В ней рассмотрены основные виды, проблемы, пути решения по повышению действенности механизма мотивации труда в субъектах аграрного бизнеса.

Ключевые слова: аграрный бизнес, мотивация, эффективность производства, управление, материальное стимулирование, оплата труда, натуральные формы поощрения

Melnikov Boris Nikolaevich

Melborrus@mail.ru

Mukhametgaliev Farit Nurgalievich

Doctor of Economics, Professor

e-mail: fem59@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

”

MOTIVATION OF EMPLOYEES IN THE AGRARIAN BUSINESS

Abstract. The presented article is devoted to the research of the influence of motivation mechanism on the workers of agrarian sector of economy, its role in increasing labor activity of personnel in the process of agricultural production, exposes the peculiarities of formation of labor motivation system and mechanisms of workers' activity control, determines the necessity of improving the motivation mechanism in agrarian sector. In the article the basic types, problems, ways of solution for increasing the efficiency

of labour motivation mechanism in the subjects of agrarian business are considered.

Keywords: agrarian business, motivation, production efficiency, management, material incentives, labor remuneration, in-kind incentives.

Усиление действенности мотивация в трудовых отношениях включает в себя формирование особого механизма, благодаря которому трудовая деятельность лиц, трудоустроенных в ту или иную сельскохозяйственную организацию приносила бы определенные, заранее продуманные результаты. Достижение этих целей возможно лишь при условии достаточного удовлетворения насущных потребностей персонала, что побуждало бы их к дальнейшей честной и усердной деятельности на благо своей организации и населенного пункта сельской местности. В аграрном бизнесе мотивационный механизм играет важную роль в повышении эффективности производства. Основную роль из всех видов поощрения за труд играет материальное стимулирование, которое зависит от усилий работников на рациональное использование ресурсов, экономии труда и средств, позволяющих получить качественную, конкурентоспособную продукцию [1,2,3].

Всё это обуславливает необходимость совершенствования системы мотивации и условий поощрения труда работников, занятых в аграрном бизнесе.

В сравнении со странами с лидирующими показателями развития агропродовольственной сферы российские производители отстают в уровне используемых технологий. В основе этого отставания лежит не низкий уровень знаний или квалификации наших работников, а прежде всего низкие качественные характеристики рабочих мест. Стимулирование инвестиций в создание высокопроизводительных рабочих мест является первоочередной задачей государственного регулирования. Важная роль в создании условий для повышения производительности труда отводится национальному проекту «Производительность труда», в рамках которого в качестве мер государственной поддержки компаниям-участникам в приоритетном порядке с 2020 года выделяются дополнительные льготные инвестиционные кредиты при условии создания новых рабочих мест в реализуемых проектах [4,5,6]. Необходимо также отметить, что в условиях негативных тенденций демографического развития и оттока населения в трудоспособном возрасте из сельской местности из-за дефицита рабочих мест важно создавать возможности для поддержания развития трудозатратных отраслей с невысоким уровнем производительности труда, продукцией которых домохозяйства населения традиционно обеспечивали собственные потребности, а её часть реализовывали (картофель, некоторые виды овощей и др.), принимая во внимания то, что эти отрасли не являются выгодными для крупных производителей при прежних уровнях цен и доходности. Важным

фактором реализации долгосрочных приоритетов устойчивого развития АПК является формирование эффективной модели материального стимулирования труда работников производственной сферы [7,8,9].

В наше время работники сельского хозяйства материально заинтересованы, поэтому большое значение имеет выполнение определенных функций, обязанностей, которые применяются в форме, а также системами оплаты труда, которые должны обеспечить такую же оплату за один и тот труд, поощрение, а также соответственно удовлетворения потребности рабочего персонала. Для материальной заинтересованности персонал, в системе оплаты труда, должна быть связь уровня заработной платы с итогом производства, при этом необходимо обеспечить оптимальное сочетание интересов между управляющим звеном и его подчиненных. Основной задачей механизмов мотивации в аграрном бизнесе является достижение поставленных целей и задач для повышения качества и увеличению количества выхода продукции [10,11,12].

Мотивационный механизм в аграрном бизнесе необходим, поскольку качество и количество продукции напрямую зависит от рабочей силы организации. Работники каждого предприятия, особенно аграрного сектора, стараются выполнять качественно работу только тогда, когда их труд поощряется, в связи с этим и необходим мотивационный механизм. Механизм мотивирования предполагает мероприятия по повышению производительности труда, а также, в целом, по повышению эффективности производства предприятия [13,14].

Каждый управляющий предприятия хочет улучшить результат производства прошлых лет, повысить урожайность и продуктивность, получить максимально больше прибыли, а поскольку выход продукции зависит от усилий и знаний его подчиненных, то ему необходимо воспользоваться механизмом мотивации труда. Стоит отметить, что и управляющий предприятием тоже должен быть материально заинтересован, это может оказать влияние на количество и качество проделанной работы, в связи с этим, необходимо привязать оплату труда управленца, к выполненному плану производимой продукции, что повлияет на производительность труда его подчиненных сотрудников [15,16,17].

Основными видами мотивации труда в сельском хозяйстве, как было уже сказано, материальная и социальная мотивация.

Под материальной мотивацией предполагаются:

- 1) Премии;
- 2) Бонусы;
- 3) Надбавка к окладу, например, надбавки за мастерство (классность), за стаж работы в данном хозяйстве.

Если работник хорошо справляется со своими должностными обязанностями, то для последующего стимулирования к работе, его нужно материально поощрить [18].

Под социальным мотивированием в аграрном бизнесе предполагают:

- 1) Помощь в найме и приобретения жилья;
- 2) Покрытие расходов на транспорт до места работы.

В условиях рыночных отношений, а также недостатка денежных средств, стоит расширить практику применения натуральной оплаты труда. Натуральная форма оплаты труда в сельскохозяйственных предприятиях-это часть заработной платы, получаемой в виде продукции собственного производства.

Применение натуральной оплаты труда в аграрном бизнесе обычно применяют в связи:

- 1) с финансовыми трудностями предприятия;
- 2) в связи с желанием работников, которые имеют личное подсобное хозяйство, приобрести продукцию по себестоимости, которую они смогут применить в своем подсобном хозяйстве [19].

В связи с этим, натуральная форма поощрения может частично заменить материальную форму поощрения, поскольку многие работники сельского хозяйства имеют домашнее личное подсобное хозяйство.

При натуральной форме поощрения предприятие будет иметь возможность:

- 1) продать излишки продукции своим рабочим по себестоимости;
- 2) выдавать излишки произведений продукции в виде премии;
- 3) выдавать произведенную продукцию в счет заработной платы.

Натуральные формы материального поощрения позволят широко применять продавать продукцию по договорным ценам за качественные выполнения важных поручений и работ, стоит учесть, что, при этом продукция включается в заработок работника для расчета среднего заработка при начислении отпуска, начисления пенсии и в других подобных случаях [20,21,22].

Таким образом, каждый управляющий предприятия в аграрном секторе, для улучшения производительности труда, должен пользоваться механизмами мотивации, для стимулирования своих сотрудников к труду.

Материальное стимулирование позволяет улучшать производительность труда в сельскохозяйственных предприятиях, концентрировать внимание на четко поставленные задачи и цели перед работниками, концентрировать внимание работников на выполнения своих обязанностей.

В условиях острой нехватки денежных средств, руководитель может поощрить своего работника натуральной формой поощрения. Благодаря мотивированию сотрудников к труду, предприятие может добиться

наилучших результатов, повысить производительность труда, улучшить качество выпускаемой продукции.

Стимулирование персонала позволяет улучшить финансовое состояние предприятия, что в дальнейшем позволит предприятию расширять свое производство и повысить свою конкурентоспособность на рынке.

Стоит учесть, что мотивировать необходимо не только самих работников, но и их руководителя, поскольку эффективность и качество производительности труда зависит от контроля за выполнение поставленных целей и задач.

Литература

1. Мухаметгалиев, Ф. Н. Аграрные реформы в Республике Татарстан: проблемы и решения / Ф. Н. Мухаметгалиев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2014. – № 3. – С. 3-9.
2. Sitdikova L. Structural changes in the rural economy / L. Sitdikova, A. Zh. Bukharbayeva // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00115. – DOI 10.1051/bioconf/20202700115. – EDN OPMUO.
3. .Файзрахманов, Д. И. Проблемы адаптации сельскохозяйственных организаций Республики Татарстан к условиям ВТО / Д. И. Файзрахманов, Ф. Н. Мухаметгалиев // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 2. – С. 64-68.
4. Лукин, А. С. Особенности современной Российской аграрной политики / А. С. Лукин, Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – № 5(215). – С. 65-67.
5. Лукин, А. С. Агропромышленный комплекс в системе реализации доктрины продовольственной безопасности / А. С. Лукин // Финансовый бизнес. – 2021. – № 11(221). – С. 322-327.
6. Поддержка бизнеса на селе: реальность и перспективы / Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин, Л.В. Михайлова [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 388-391. – EDN JLNHRR.
7. Мухаметгалиев, Ф. Н. Организация, нормирование и оплаты труда в сельском хозяйстве / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова. –

Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – 289 с. – ISBN 978-5-905201-77-6.

8. Мухаметгалиев, Ф. Н. Проблемы сущности и структуры экономического механизма хозяйствования в АПК / Ф. Н. Мухаметгалиев // Экономика и финансы. – 2004. – № 6. – С. 24. – EDN HYPPXR.

9. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 160-166. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-160-166. – EDN ZZFVCM.

10. Современное состояние и перспективы развития технической базы сельского хозяйства в условиях цифровой экономики / Ф. Ф. Садриева, Э. Ф. Амирова, Г.П. Захарова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 121-125. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-121-125

11. Organizational and economic mechanism of improving the efficiency of grain production at the regional level / A. R. Battalova, O. A. Ignatjeva, L. F. Sitdikova [et al.] // International Journal on Emerging Technologies. – 2019. – Vol. 10. – No 2. – P. 112-116.

12. К вопросу о сущности и особенностях кооперативного предпринимательства в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. Р. Шамсутдинова, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 147-154. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-147-154. – EDN JQSCTT

13. Авхадиев, Ф. Н. Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения / Ф. Н. Авхадиев, Н.М Асадуллин., И.Г., Гайнутдинов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 117-122. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-117-122.

14. Export potential of the regional grain sector / F. Mukhametgaliev, L. Sitdikova, A. Battalova [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00114. – DOI 10.1051/bioconf/20202700114

15. Development of integration processes in the agricultural sector / L. Sitdikova, A. Battalova [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00116. – DOI 10.1051/bioconf/20202700116.

16. Субаева, А. К. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями / А. К. Субаева, И. Л.

Ибниев // Бизнес. Образование. Право. – 2021. – № 1(54). – С. 67-71. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.54.159.

17. Зиганшин, Б. Г. Оценка земель по результатам паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 17-19. – EDN YQRJSF.

18. К вопросу развития и экономической эффективности орошаемого земледелия / М. М. Хисматуллин, А.С. Лукин, М. Хисматуллин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 3(225). – С. 68-73. – EDN GJDHIJ..

19. Справочник специалиста агропромышленного комплекса / Ф. Н. Авхадиев, И. Г. Гайнутдинов, Д.В. Сафина [и др.]. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. – 694 с.

20. Авхадиев, Ф. Н. Методические основы разработки бизнес-планов создания и развития малых форм хозяйствования в АПК / Ф. Н. Авхадиев. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2015. – 384 с. – ISBN 978-5-905201-17-2. – EDN QBONLF.

21. Файзова, А. Р. Особенности мотивации труда работников сельскохозяйственных предприятий / А. Р. Файзова // Вектор экономики. – 2018. – № 4(22). – С. 99. – EDN UOAJWY.

22. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan / M. M. Khismatullin, M. M. Khismatullin, F. N. Avkhadiev [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00080. – DOI DOI:10.1051/bioconf/20213700080. – EDN OJLZCH.

© Мельников Б.Н., Мухаметгалиев Ф.Н., 2022

УДК 338.43

Мельников Борис Николаевич*Студент**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань**Melborrus@mail.ru***Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич***Доктор экономических наук, профессор**fem59@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань*

ОСНОВЫ КОНКУРЕНТНОЙ БОРЬБЫ НА АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ РЫНКАХ

Аннотация. Целью статьи является выявление механизма конкурентной борьбы сельхозтоваропроизводителей на рынке агропродовольственных товаров. В статье рассматриваются механизмы ценообразования в аграрных рынках при совершенной конкуренции и особенности формирования издержек производства в сфере производства сельскохозяйственной продукции, анализированы предпосылки вытеснения из рынка эффективно работающими предприятиями менее эффективных участников аграрного бизнеса, сделан вывод, что в аграрном секторе, в отраслях производства, где основным фактором выступает земля, рентабельность и конкурентоспособность достигается за счет совершенствования технологического составляющего, высокой квалификации управленческого персонала и работников.

Ключевые слова: аграрные рынки, конкурентная борьба, ценообразование, издержки производства, ценообразование, субъекты аграрного бизнеса, агропродовольственная продукция.

Melnikov Boris Nikolaevich*Melborrus@mail.ru***Mukhametgaliev Farit Nurgaliyevich***Doctor of Economics, Professor**fem59@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan*

BASICS OF COMPETITION ON AGRIFOOD MARKETS

Abstract. The aim of the article is to reveal the mechanism of competitive struggle of agricultural producers on the market of agro-food products. The article considers the pricing mechanisms on the agrarian markets under the perfect competition and the peculiarities of formation of production costs in the sphere of agricultural production, analyzes the preconditions of displacement

of less effective participants of agrarian business from the market by effective enterprises, makes the conclusion that in the agrarian sector, in the branches of production where the land acts as the main factor, the profitability and competitiveness is reached due to the improvement of technological component, the high level of competitiveness of agricultural producers.

Key words: agrarian markets, competition, pricing, production costs, pricing, subjects of agrarian business, agro-food products.

Функционирование агропродовольственных рынков в большинстве стран с устоявшей рыночной экономикой в значительной степени регулируется и регламентируется государством. В связи с этим, при рассмотрении особенностей ценообразования на рынке, необходимо выяснить причины и формы государственного регулирования цен. В общем можно констатировать, что в мировой практике большинство аграрных рынков характеризуются такими признаками, как 1) полиполия, 2) неидеальные, 3) неорганизованные, 4) с ограниченным доступом, 5) регулируемые. Для раскрытия специфики процесса ценообразования в условиях такой обширной характеристики аграрных рынков необходимо разобраться процессом образования цен вначале в случае совершенного рынка и полиполии. Такой подход должен помочь пониманию сути рыночного ценообразования и, одновременно, послужить основой для сравнения с ценообразованием в реальных условиях [1,2,3].

Рынки с совершенной конкуренцией существуют при условии наличия как совершенного рынка, так и полиполии, и предполагают ситуацию равновесия на товарных рынках агропродовольствия и рынках материально-технических ресурсов производства. Понятие равновесия предполагает, что ожидания участников рынка оправдываются. Ни один из участников рынка не вынужден пересматривать свои планы. Соответственно, такая ситуация предусматривает, что достигнутые показатели соответствуют запланированным (ожидаемым) результатам [4,5,6]. Различают следующие виды равновесия:

- Микроэкономическое равновесие. В этом случае оправдываются ожидания отдельных субъектов (субъектов аграрного бизнеса и предприятий, обслуживающих аграрную сферу).

- Макроэкономическое равновесие. В этом случае оправдываются ожидания группы планирующих субъектов, например, тех же субъектов аграрного бизнеса и предприятий, обслуживающих аграрную сферу; однако при этом не обязательно должно соблюдаться условия равновесия для каждого отдельного планирующего субъекта.

- Общее равновесие. В этом случае оправдываются ожидания как группы в целом, так и каждого отдельного члена группы [7,8,9].

Таким образом, о рыночном равновесии можно говорить тогда, когда оправдываются ожидания всех поставщиков и покупателей. Такая ситуация может возникнуть в том случае, когда объем предложения равен

объему спроса. На первый взгляд, понятие рыночного равновесия может показаться несложным, однако необходимо сделать несколько поясняющих замечаний.

Рынок необходимо ограничивать как в пространстве, так и во времени. В повседневной практике это ограничение производится не всегда. Так, к примеру, часто идут дискуссии о неравновесии на аграрных рынках в странах с развитой рыночной экономикой, поскольку объем произведенной продукции при формировавшихся ценах превышает объем внутреннего спроса. Однако равенство этих объемов свидетельствует лишь о ситуации автаркии, т.е., уровне полного самообеспечения продовольственными товарами. Эта ситуация будет находиться в состоянии равновесия только в том случае, если было проведено соответствующее пространственное ограничение рассматриваемого рынка. Только в этом случае мы получим равновесные значения на пересечении кривых спроса и предложения в известном в экономической теории графика [10,11,12].. Однако, при свободном ценообразовании (т.е., при отсутствии пространственного ограничения внутреннего рынка), такие значения равновесия могут установиться только в порядке исключения. Поскольку цена на мировом рынке будет, как правило, отличаться от цены внутренних рынков, то государству будет необходимо принять внешнеторговые меры, направленные на ограничение внутреннего рынка от мирового. Без внешнеторговых мер (то есть, при свободном ценообразовании) рыночное равновесие будет определяться точкой пересечения кривой предложения внутри страны и кривой спроса на внутреннем рынке. Только в случае формирования цен на уровне мировых рынков объем предложения внутри страны может совпасть с объемом предложения всех отечественных производителей. При равновесии мировых и внутренних цен, внутри страны будет предлагаться как продукция отечественных, так и зарубежных производителей [13.14.15]. Исключения могут быть в том случае, если предложение зарубежных производителей при таких ценах могут нарушить это структурное равновесие. Такие предположения допустимы, если рассматривать относительно небольшую страну, вследствие чего спрос покупателей этой страны на мировом рынке не приводит к изменению цены. Поэтому, при свободном ценообразовании, параметрами равновесия будут цена и объем. Определение пространственных и временных границ рынков также играет немаловажную роль в оценке внешних нарушений равновесия. Например, если естественное колебание предложения имеет место только в пределах ограниченного региона, то результирующее колебание цены будет пропорционально активности региона осуществляющего торговлю с другими регионами [16.17.18]. Кроме того, колебание цены также сглаживается, если возможна временная взаимозависимость рынков. Польза от хорошего урожая не обязательно должна проявиться

только лишь в повышении потребления в текущем году. Благодаря развитию инфраструктуры по хранению продукции на складах и по переработке, ее можно распределить и на более длительный период. Из этого также следует, что спрос на сельскохозяйственную продукцию на уровне производителя нельзя вывести лишь на основании потребительского спроса для текущего потребления; при нарушении равновесия также необходимо учитывать мощности хранилищ для переходящего запаса и перерабатывающих предприятий. [19.20.21].

Общим правилом считается, что рыночная цена должна покрывать, как минимум, средние переменные издержки предельного производителя. Предельный производитель производит продукцию с максимальными издержками, но чье предложение все еще необходимо для того, чтобы удовлетворять спрос покупателей при текущей рыночной цене. Равновесная рыночная цена в краткосрочной перспективе может быть ниже средних общих издержек предприятия; однако она должна как минимум соответствовать средним переменным издержкам предельного производителя. Поэтому в краткосрочной перспективе рыночная цена в диапазоне между долгосрочным и краткосрочным нижними пределами цены не определяется однозначно издержками. По этой причине, в краткосрочной перспективе для ценообразования спрос может быть важнее, чем издержки производства. Однако в долгосрочной перспективе, рыночная цена должна покрывать средние общие издержки предельного производителя. Поэтому предприятия с высокими издержками производства будут вытесняться с рынка предприятиями с низкими издержками. Таким образом, механизм конкуренции приводит к тому, что более эффективно работающие предприятия расширяют производство, что способствует снижению цены и лишает менее эффективные предприятия возможности остаться на рынке. Одновременно с этим, механизм конкуренции приводит к тому, что, вследствие ухода с рынка менее эффективных предприятий, постепенно уменьшается разница между средними издержками оставшихся на рынке предприятий. Как следствие, действия отдельных предприятий приводят к тому, что в долгосрочном периоде под влиянием рыночного механизма средние общие издержки всех предприятий выравниваются, и средние общие издержки всех предприятий стремятся к минимальным средним общим издержкам [22.23.24].

На основании вышесказанного, можно отметить следующее. Если в долгосрочном периоде средние общие издержки предприятий одного экономического сектора различаются между собой, то это объясняется недостаточной мобильностью факторов производства. Различия в средних общих издержках предполагают различную окупаемость используемых на предприятиях факторов производства. При полной мобильности факторов это привело бы к перемещению факторов

производства и, тем самым, к выравниванию ресурсоотдачи факторов производства и средних издержек.

В аграрном секторе средние издержки различных предприятий в долгосрочном периоде могут значительно отличаться. Более эффективно работающие и стремящиеся к росту предприятия, особенно если производство зависит от земельного фактора, не могут расширять свое производство в желаемых масштабах, поскольку необходимый фактор производства «земля» существует в ограниченном количестве. По этой причине, ввиду ограниченных экспансивных возможностей, более эффективные предприятия не могут быстро вытеснить с рынка менее эффективные, как это происходит в других отраслях. Из этого можно сделать вывод, что в аграрном секторе, в сфере землезависимого производства, наличие ренты (прибыли предприятий), которая объясняется чрезвычайно высокой производительностью или квалификацией руководителей предприятия, будет более выраженным, чем в других отраслях. В сфере же земленезависимого производства (производство яиц, птицеводство, свиноводство) гораздо легче осуществить расширение производства. Практика также показывает, что производственные структуры в данном случае подвержены более сильным изменениям.

Литература

1. Особенности малого агробизнеса и проблемы его развития на современном этапе / Л. В. Михайлова, Ф. Н. Мухаметгалиев, Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 126-129. – EDN WAKNBZ
2. Хафизов, Д. Ф. Некоторые проблемы формирования предпринимательской среды в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 101-102. – EDN NBJORZ.
3. Современные тенденции и особенности развития аграрного бизнеса / А. С. Лукин, Л. Ф. Ситдикова, А.К. Субаева [и др.] // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 2. – С. 66-72. – EDN LOLRXL.
4. Стратегия развития продовольственного самообеспечения Российской Федерации в условиях современной санкционной политики / Л. В. Михайлова, А. С. Лукин, В.А. Тарасов [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 6(228). – С. 71-76. – EDN WLVYRZ
5. Sitdikova L. Export potential of the regional grain sector / L. Sitdikova, A. Battalova // International Scientific-Practical Conference

“Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00114. – DOI 10.1051/bioconf/20202700114. – EDN AQAYLW.

6. К вопросу о сущности и особенностях кооперативного предпринимательства в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. Р. Шамсутдинова, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 147-154. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-147-154. – EDN JQSCTT

7. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan / M. M. Khismatullin, M. M. Khismatullin, F. N. Avkhadiev [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00080. – DOI DOI:10.1051/bioconf/20213700080. – EDN OJLZCH.

8. Sitdikova L. Structural changes in the rural economy / L. Sitdikova, A. Zh. Bukharbayeva // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00115. – DOI 10.1051/bioconf/20202700115. – EDN OPMMUO.

9. Ситдикова, Л. Ф. Проблемы повышения конкурентоспособности региональной сельской экономики / Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – № 9(219). – С. 166-169. – EDN AYAYRW.

10. Мухаметгалиев, Ф. Н. Проблемы сущности и структуры экономического механизма хозяйствования в АПК / Ф. Н. Мухаметгалиев // Экономика и финансы. – 2004. – № 6. – С. 24. – EDN HYPXRX.

11. Поддержка бизнеса на селе: реальность и перспективы / Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин, Л.Ф. Ситдикова [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 388-391. – EDN JLHHRR

12. Ситдикова, Л. Ф. Структурные изменения категорий хозяйств в сельской экономике / Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – №

7(217). – С. 166-170. – EDN JQVZKZ.

13. Battalova, A. R. Economic problems of russia's grain complex competitiveness system in the world market / A. R. Battalova, R. S. Tukhvatullin // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2021. – Vol. 13. – No 12. – P. 4475-4479. – EDN BDOPYM.

14. Авхадиев, Ф. Н. Повышение устойчивости производства зерна (на материалах Республики Татарстан) / Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 104-108. – DOI 10.12737/article_592fc86c9e0ae1.14332306. – EDN YPLNHT.

15. Зависимость эффективности аграрного бизнеса от внешних и внутренних факторов (на примере Республики Татарстан) / И. Г. Гайнутдинов, Ф.Н. Авхадиев, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 108-113. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-108-113. – EDN UKVYED.

16. Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова, Ф. Н. Авхадиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 117-122. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-117-122. – EDN PJUZDD.

17. Minnehametova, I. M. Conditions and Factors of Development of Agricultural Consumer Cooperatives / I. M. Minnehametova, L. F. Gafiullina, M. M. Khismatullin // Cooperation and Sustainable Development: Conference proceedings, Moscow, 15–16 декабря 2020 года. Vol. 245. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. – P. 1241-1248. – DOI 10.1007/978-3-030-77000-6_144. – EDN XHKKBF

18. Battalova A. Development of integration processes in the agricultural sector / A. Battalova, L. Sitdikova // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00116. – DOI 10.1051/bioconf/20202700116. – EDN FPQRJU.

19. Субаева, А. К. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями / А. К. Субаева, Ф. Н. Мухаметгалиев, И. Л. Ибниев // Бизнес. Образование. Право. – 2021. – № 1(54). – С. 67-71. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.54.159. – EDN PMSNAO.

20. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 160-166. – DOI

10.12737/2073-0462-2021-160-166. – EDN ZZFVCM.

21. К вопросу развития и экономической эффективности орошаемого земледелия / М. М. Хисматуллин, А.С. Лукин, М. Хисматуллин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 3(225). – С. 68-73. – EDN GJDHIJ.

22. Хисматуллин, М. М. Продуктивность и динамика плодородия полей орошения при применении навозных стоков животноводческих комплексов в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин // Плодородие. – 2022. – № 2(125). – С. 62-67. – DOI 10.25680/S19948603.2022.125.15. – EDN DMBUMD.

23. Зиганшин, Б. Г. Оценка земель по результатам паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 17-19. – EDN YQRJSF.

24. Гайнутдинов, И. Г. Вопросы обоснования минимального размера выделяемых земельных участков / И. Г. Гайнутдинов, Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2021. – № 4. – С. 16-21. – EDN DEBQTP.

© Мельников Б.Н., Мухаметгалиев Ф.Н., 2022

УДК [331.103.32](#)

Миннуллин Рустам Ильясович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

minnrus@mail.ru

Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич

Доктор экономических наук, профессор

fem59@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА В АГРАРНОМ БИЗНЕСЕ

Аннотация: Представленная статья посвящена изучению организационно-экономических основ эффективного использования персонала в аграрном бизнесе на основе оптимизации использования трудовых ресурсов. В ней рассмотрены особенности использования трудовых ресурсов в аграрном секторе, проблемы и пути повышения эффективности использования персонала в сельскохозяйственных предприятиях, а также рассмотрена значимость квалификации персонала и оптимизации использования трудовых ресурсов, сделан вывод, что для эффективного использования трудовых ресурсов субъектам аграрного бизнеса необходимо регулярно совершенствовать базу знаний своего персонала путем проведения тренингов, обучения, повышения квалификации, с учетом постоянных информационных и технологических изменений.

Ключевые слова: аграрный бизнес, управление персоналом, эффективность, экономическая эффективность, эффективность использования персонала, управление человеческими ресурсами.

Minnullin Rustam Ilyasovich

minnrus@mail.ru

Mukhametgaliev Farit Nurgalievich

Doctor of Economics, Professor

fem59@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

BASICS OF EFFECTIVE USE OF PERSONNEL IN AGRARIAN BUSINESS

Abstract: The presented article is devoted to the study of organizational-economic foundations of effective use of personnel in agrarian business on the basis of optimization of labor resources use. In it features of use of labor resources in agrarian sector, problems and ways of increase of efficiency of

use of the personnel in the agricultural enterprises are considered, and also the importance of qualification of the personnel and optimization of use of labor resources is considered, the conclusion that for efficient use of labor resources the subjects of agrarian business should regularly improve the knowledge base of the personnel by carrying out trainings, education, raise of qualification, considering constant information and

Key words: agrarian business, personnel management, efficiency, economic efficiency, personnel efficiency, human resource management.

Эффективность человеческой деятельности напрямую зависит от людей, участвующих в какой-либо сфере деятельности. В наше время идет процесс глобализации, а также процесс технологического прогресса, отмечается быстрый рост объема информационных потоков, а также предъявляются новые требования к использованию трудовых ресурсов, в связи с этим есть потребность в постоянном изучении оптимизации труда в сельском хозяйстве [1,2,3].

Повышение эффективности производства способствуют повышению эффективности производства не только в сельскохозяйственных предприятиях, но и в совершенно других отраслях производства. Повышение эффективности производства возможно благодаря обеспеченности необходимыми трудовыми ресурсами, рациональности их использования, а также достижения высокого уровня производительности труда [4,5,6].

В любые времена, повышение эффективности использования трудовых ресурсов, была и будет актуальной темой. Значимость данной проблемы обусловлена тем, что эффективность работы предприятия зависит от квалификации кадров и их профессиональных навыков.

Оптимизация трудовых ресурсов в сельскохозяйственных предприятиях, является одной из главных целей предприятия, ведь оптимизация позволяет предприятию развиваться в современных условиях развития предприятия [7,8,9].

Для оптимизации труда, следует учесть и особенности использовании трудовых ресурсов.

Особенности использования трудовых ресурсов в аграрном секторе:

- 1) Эффективность труда зависит от природных и климатических условий;
- 2) Широкая специализация, универсальность труда;
- 3) Работа в сельском хозяйстве носит сезонный характер;
- 4) Труд данной сферы тяжел и мало привлекательный;
- 5) Работники трудятся, как и в самом производстве, так и в производстве личноподсобных хозяйствах;
- 6) Низкий уровень механизации трудовых процессов.

Информационная и технологическая наука не стоит на месте, с каждым днем изобретаются и совершенствуются новые технические и

технологические навыки, которые позволяют улучшить скорость и производительность труда, при минимальных затратах [10,11,12].

Чем лучше обучен трудовой персонал, тем более эффективен и продуктивен их труд, поэтому для того чтобы усовершенствовать их продуктивность, есть необходимость постоянно их обучать, учить каким-либо знаниям, которые позволят затрачивать человеческий труд меньше, при этом получать от него больше. Исходя из вышесказанного, трудовой персонал необходимо, по мере необходимости, проводить обучение, повышать квалификацию сотрудников. Регулярное повышение квалификации работников необходимо в связи с тем, что наука не стоит на месте, изменяется информационная среда, технологии для производства. Трудовые ресурсы должны быть уведомлены в изменениях системы информации, изменения технологического процесса, с целью того, чтобы производство развивалось и совершенствовалось, а также оптимизировать производительность труда. Профессиональные навыки позволяют повысить производительность труда, обеспечивая этим наибольший выход качественной и конкурентоспособной продукции [13,14,15].

Управление персоналом должно быть логически продуманной, работа между отделами и сотрудниками должна быть слаженной. Если все это не учесть, сельскохозяйственное предприятие может приобрести следующие проблемы:

- убытки на фоне потерь, например, если в растениеводстве не соблюдать технологическую карту по возделыванию определенной культуры, предприятие может понести потери из-за того, что вовремя не успели убрать урожай с поля;

- снижения качества продукции, например, в животноводстве, если не соблюдать санитарно-гигиенические нормы, то это может отразиться на качестве молока;

- отсутствие интересов сотрудников к развитию производства, то есть работник будет делать все не стараясь, невнимательно, где сможет допустить ошибки в своих действиях;

- риск к банкротству, то есть полное закрытия сельскохозяйственного предприятия.

Все эти проблемы могут привести к материальным, финансовым потерям и в целом к закрытию предприятия [16,17,18].

Низкая эффективность управления работников занятых в сельском хозяйстве, прежде всего, обусловлена в связи с тем что:

- 1) Основной упор ставится на универсальных работников, пренебрежение чего ведет к отсутствию интереса к процессу производства;

- 2) Идет постоянная текучка персонала. Это обуславливается тем, что некоторые сельскохозяйственные предприятия выплачивает заработную плату своим сотрудникам с большими задержками;

3) Отсутствует взаимосвязь между отделами и подразделениями;

4) Отсутствие контроля и сплоченности между персоналом и отделами в целом, не соблюдение должностных полномочий и инструкций [19,20].

Для оптимизации использования ресурсов рабочей силы, руководитель предприятия должен, прежде всего, думать о: грамотной и четкой постановки задач и целей, которое должно касаться как для структурных подразделений, так и отдельно для сотрудников; контроле за выполнением должностных инструкций своих подчиненных; о повышении квалификации работников, в сельском хозяйстве особо важную роль играют агрономы, зоотехники, бригадиры, то есть от тех, от кого зависит качество продукции, благодаря правильному уходу за растениями и животными.

Сотрудники любого предприятия должны быть хорошо обучены, поэтому схема обучения, помимо отраслевых знаний, должна в себя включать:

- 1) Первичный инструктаж на рабочем месте;
- 2) Изучение должностных инструкций;
- 3) Адаптацию на рабочем месте, при помощи режима наставничества;
- 4) Постоянное обучение кадров, повышение их квалификации [21].

Стоит отметить, что для эффективности трудовых ресурсов важную роль играет мотивация труда, как всем давно известно, ни чего так не мотивирует человека как материальное поощрение. Для повышения производительности труда, управленец должен заинтересовать свою рабочую трудовую силу, например, за сделанный план, за повышенную продуктивность выплатить премию работнику, что в последующем будет его мотивировать на качественное и продуктивное выполнение работы [22].

Каждый работник сельскохозяйственного направления материально заинтересован, но бывают случаи, что у предприятия нет финансовой возможность материально поощрить своего сотрудника, в связи с этим, руководство предприятия может воспользоваться натуральными формами поощрения. Мотивирование сотрудников, сможет позволить предприятию функционировать интенсивнее, получать больше качественной и конкурентоспособной продукции [23-25].

Таким образом, для оптимизации использования трудовой силы необходима грамотная и четкая постановка задач перед работниками, конкретное распределение обязанностей между работниками, а также строгий контроль над выполнением работ. Каждый сотрудник должен знать и четко выполнять свои должностные обязанности, а для этого необходимо провести вводный инструктаж, дать возможность новому сотруднику адаптироваться в новом коллективе в режиме наставничества

более опытных, уже обученных сотрудников и строго контролировать весь ход действий персонала на производстве. Если каждый сотрудник будет знать и правильно выполнять свою работу по должностными инструкциям, производство продукции станет слаженной, брака в производстве будет меньше, при этом контролируя деятельность сотрудника не заинтересованным в достижении наилучшего производственного результата, управляющее звено. Стоит отметить, что для оптимизации трудовых ресурсов необходимо рассмотреть и мотивацию работников, которая позволяет повысить производительность и труда, что и оптимизирует использование трудовых ресурсов.

Для оптимизации использования трудовых ресурсов, организации необходимо регулярно совершенствовать базу знаний своего персонала, проводя тренинги, обучение, повышение квалификации, с учетом постоянных информационных и технологических изменений. Благодаря этому, персонал будет более опытен в своей работе, изучит пути работы с более быстрой отдачей, при этом не вредя произведенному продукту, при этом повышая его качество и конкурентоспособность его на рынке.

Оптимизация трудовых ресурсов позволит предприятию производить больше качественной продукции, реализовать и получать больше прибыли. За счет грамотного распределения человеческих ресурсов возможно сократить расходы и повысить эффективность ведения сельскохозяйственного бизнеса. Благодаря оптимизации трудовых ресурсов, можно добиться наилучших результатов во всех фирмах, компаниях, организациях и предприятиях не зависимо от отрасли производства.

Литература

1. Мухаметгалиев, Ф. Н. Организация, нормирование и оплаты труда в сельском хозяйстве / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – 289 с. – ISBN 978-5-905201-77-6.
2. Лукин, А. С. Агропромышленный комплекс в системе реализации доктрины продовольственной безопасности / А. С. Лукин // Финансовый бизнес. – 2021. – № 11(221). – С. 322-327.
3. К вопросу о сущности и особенностях кооперативного предпринимательства в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. Р. Шамсутдинова, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 147-154. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-147-154. – EDN JQSC TT.
4. Поддержка бизнеса на селе: реальность и перспективы / Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин, Л.В. Михайлова [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань:

Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 388-391. – EDN JLHHR.

5. Sitdikova L. Structural changes in the rural economy / L. Sitdikova, A. Zh. Bukharbayeva // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00115. – DOI 10.1051/bioconf/20202700115. – EDN OPMMUO.

6. .Файзрахманов, Д. И. Проблемы адаптации сельскохозяйственных организаций Республики Татарстан к условиям ВТО / Д. И. Файзрахманов, Ф. Н. Мухаметгалиев // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 2. – С. 64-68.

7. Лукин, А. С. Особенности современной Российской аграрной политики / А. С. Лукин, Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – № 5(215). – С. 65-67.

8. Export potential of the regional grain sector / F. Mukhametgaliev, L. Sitdikova, A. Battalova [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00114. – DOI 10.1051/bioconf/20202700114.

9. Мухаметгалиев, Ф. Н. Проблемы сущности и структуры экономического механизма хозяйствования в АПК / Ф. Н. Мухаметгалиев // Экономика и финансы. – 2004. – № 6. – С. 24. – EDN HYPXRX.

10. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 160-166. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-160-166. – EDN ZZFVCM.

11. Современное состояние и перспективы развития технической базы сельского хозяйства в условиях цифровой экономики / Ф. Ф. Садриева, Э. Ф. Амирова, Г.П. Захарова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 121-125. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-121-125

12. Мухаметгалиев, Ф. Н. Аграрные реформы в Республике Татарстан: проблемы и решения / Ф. Н. Мухаметгалиев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2014. – № 3. – С. 3-9

13. Organizational and economic mechanism of improving the efficiency of grain production at the regional level / A. R. Battalova, O. A. Ignatjeva, L. F.

Sitdikova [et al.] // International Journal on Emerging Technologies. – 2019. – Vol. 10. – No 2. – P. 112-116.

14. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan / M. M. Khismatullin, M. M. Khismatullin, F. N. Avkhadiyev [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00080. – DOI DOI:10.1051/bioconf/20213700080. – EDN OJLZCH.

15. Авхадиев, Ф. Н. Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения / Ф. Н. Авхадиев, Н.М Асадуллин., И.Г., Гайнутдинов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 117-122. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-117-122.

16. Development of integration processes in the agricultural sector / L. Sitdikova, A. Battalova [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00116. – DOI 10.1051/bioconf/20202700116.

17. Субаева, А. К. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями / А. К. Субаева, И. Л. Ибниев // Бизнес. Образование. Право. – 2021. – № 1(54). – С. 67-71. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.54.159.

18. Зиганшин, Б. Г. Оценка земель по результатам паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 17-19. – EDN YQRJSF.

19. К вопросу развития и экономической эффективности орошаемого земледелия / М. М. Хисматуллин, А.С. Лукин, М. Хисматуллин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 3(225). – С. 68-73. – EDN GJDHIJ.

20. Справочник специалиста агропромышленного комплекса / Ф. Н. Авхадиев, И. Г. Гайнутдинов, Д.В. Сафина [и др.]. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. – 694 с.

21. Авхадиев, Ф. Н. Методические основы разработки бизнес-планов создания и развития малых форм хозяйствования в АПК / Ф. Н. Авхадиев. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – 384 с. – ISBN 978-5-905201-17-2. – EDN QBONLF.

22. Файзова, А. Р. Особенности мотивации труда работников сельскохозяйственных предприятий / А. Р. Файзова // Вектор экономики. – 2018. – № 4(22). – С. 99. – EDN UOAJWY.

23. Tendency of investment economy formation / A. R. Battalova, R. S. Tukhvatullin, F. N. Mukhametgaliev [et al.] // International Journal of Criminology and Sociology. – 2020. – Vol. 9. – P. 2572-2578. – DOI 10.6000/1929-4409.2020.09.316.

24. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

25. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

© Миннуллин Р.И., Мухаметгалиев Ф.Н., 2022

УДК 338.43

Миннуллин Рустам Ильясович

Студент

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

minnrus@mail.ru

Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич

Доктор экономических наук, профессор

fem59@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

КЛАССИФИКАЦИЯ АГРАРНЫХ РЫНКОВ И ПРОЦЕСС ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. Статья посвящена изучению организационно-экономических основ формирования агропродовольственных рынков по классификационным признакам. В ней рассматриваются классификационные формы аграрных рынков по предметным (продуктовым), количественным, качественным признакам, анализируются предпосылки, условия их формирования и функционирования, определены особенности влияния классификационных форм аграрных рынков на ценообразование на агропродовольственную продукцию и на рыночные механизмы формирования цен на материально-технические факторы сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: аграрные рынки, классификационные признаки, ценообразование, агропродовольственная продукция, материально-технические факторы.

Minnullin Rustam Ilyasovich

minnrus@mail.ru

Mukhametgaliev Farit Nurgalievich

Doctor of Economics, Professor

fem59@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

CLASSIFICATION OF AGRARIAN MARKETS AND PRICE SETTING PROCESS

Abstract. The article is devoted to the study of organizational and economic foundations of the formation of agrifood markets by classification features. In it classification forms of agrarian markets on subject (product), quantitative, qualitative signs are considered, preconditions, conditions of their formation and functioning are analyzed, features of influence of classification forms of agrarian markets on pricing of agrifood products and on market

mechanisms of pricing of material and technical factors of agricultural production are determined.

Key words: agrarian markets, classification signs, pricing, agrifoods, material and technical factors.

Развитие сельского хозяйства и продовольственное обеспечение населения продуктами питания в условиях импортозамещения и жестких санкционных ограничений со стороны недружественных стран зависит от формирования ценовых соотношений на агропродовольственную продукцию и стоимости факторов сельскохозяйственного производства. Цены на агропродовольственную продукцию, как и цены на другие рыночные товары и материально-технические факторы производства, являются результатом взаимодействия таких процессов, как спрос и предложение[1,2,3]. Под рынком при этом следует понимать совокупность отношений между хозяйствующими субъектами, которые предлагают товар, и субъектами, желающими этот товар приобрести. В абстрактном понимании, под рынком мы понимаем соответствующую систему комбинаций разного уровня предложения и спроса. Цена, как результат взаимодействия различных рыночных факторов, наряду с другими рыночными механизмами, определяется и классификационной структурой рынка. В научной литературе по аграрным рынкам приводится классификация рынков по соответствующим функционированию рынков признакам. В связи с этим необходимо рассмотреть возможную в сегодняшних условиях классификацию аграрных рынков [4,5,6].

В практике реализации агропродовольственной продукции рынки могут формироваться и классифицироваться, в основном, по предметным (продуктовым), количественным, качественным признакам. В то же время однозначный критерий, который определил бы четкие разграничения между различными рынками, отсутствует. Выделение соответствующего рынка и рассмотрение квалификационных признаков рынков зависит от позиции рассматриваемой проблемы [7,8,9].

Классификация рынков по предметному признаку предусматривает разделение их по видам рыночной продукции, но в этом случае вступает в силу особенности аграрного производства и наличие широкого ассортимента сельскохозяйственной продукции. Например, при рассмотрении рынка по предметному признаку можно рассматривать рынок пшеницы в целом или анализировать путем дифференциации на фуражную и продовольственную пшеницы, разделить на твердые и мягкие сорта в зависимости от продуктового предназначения сырья [10,11,12].

Классификация рынков по количественному признаку основывается на количественной характеристике количественных характеристик участников рынка с позиций спроса и предложения, которая приведена в таблице 1. [13].

Таблица 1 – Классификация рынков по количественному признаку

Участники рынка	Покупатели (спрос)			
Поставщики (предложение)	Количественные характеристики	много	несколько	один
	много	Полиполия	Олигопсония	Монопсония
	несколько	Олигополия	Билатеральная (двусторонняя) олигополия	Ограниченная монопсония
	один	Монополия	Ограниченная монополия	Билатеральная (двусторонняя) монополия

Таблица составлена по классическому сценарию составления схем рыночных форм по принципу разделения участников рынка по обобщающим характеристикам «много - несколько – один». В экономической литературе встречаются разные комбинации этих трех признаков на стороне предложения и спроса в итоге дают разные рыночные структуры. Эта схема не позволяет однозначно классифицировать рынки, поскольку разграничение, особенно между «много» и «несколько», неизбежно остается более или менее произвольным. Поэтому, какое количество участников рынка будет предельным для той или иной рыночной формы, зависит от уровня конкурентной борьбы на продовольственном рынке. При ценообразовании на агропродовольственную продукцию на аграрных рынках, в большинстве случаев, следует исходить из такой рыночной структуры, как полиполия. На рынке присутствует большое количество поставщиков – сельскохозяйственных товаропроизводителей и покупателей в лице посредников или непосредственных потребителей [14,15,16].

По качественным характеристикам выделяются следующие классификации:

- совершенные и несовершенные рынки,
- организованные и неорганизованные рынки,
- рынки с ограниченным и неограниченным доступом,
- свободные и регулируемые рынки.

Совершенные и несовершенные рынки (идеальные конструкции рынка) формируются в том случае, если одновременно выполняются пять условий. Первое, полная однородность товаров, когда товары должны рассматриваться поставщиками и покупателями как полностью равнозначные и, следовательно, полностью взаимозаменяемые. Второе, полное отсутствие личных предпочтений. Например, решение о покупке

определенного товара не должно приниматься по причине особого отношения продавца и покупателя. Третье, полное отсутствие пространственной дифференциации, т.е., отсутствие территориальных (географических) различий между отдельными поставщиками и покупателями. Это означает, что идеальные рынки являются «точечными» рынками, т.е., пространственная характеристика рынка не принимается во внимание. Четвертое, полное отсутствие временной дифференциации, т.е. отсутствие временных разрывов по срокам поставки и покупки между отдельными поставщиками и покупателями. Из этого условия следует, что один и тот же товар может быть поставлен всеми продавцами возможным покупателям в одно и то же время (время поставки у всех поставщиков должно быть одинаковым). Пятое, полная прозрачность рынка, т.е., все поставщики и покупатели должны владеть полной информацией касательно текущего состояния рынка, а также его будущего развития. Первые четыре условия объединяют в одно – так называемое условие гомогенности (однородности). Поэтому условия можно сформулировать короче: совершенные рынки характеризуются гомогенностью (однородностью) и прозрачностью. Если не выполняется условие прозрачности, но выполняется условие однородности рынка, то говорят о временно несовершенных рынках [17,18,19].

Очевидно, что в реальной жизни совершенные рынки могут существовать только при условии очень узкого определения рынка по предметным, пространственным и временным признакам (элементарный рынок). Конечно же, в таком случае объект исследования, как правило, в большинстве случаев будет слишком ограниченным. По этой причине, разделение рынков по качественному признаку на совершенные и несовершенные прежде всего используется для рассмотрения и понимания особенностей формирования рыночных цен. О несовершенных рынках говорят, если не выполняется одно из пяти условий. Само собой разумеется, что классификация на совершенные и несовершенные рынки не несет в себе положительной или отрицательной оценки [20,21,22].

Организованный рынок имеет место в том случае, если на определенном рынке ценообразование осуществляется по установленным правилам и/или специальными институтами (биржи, торги, аукционы). Во всех других случаях речь идет о неорганизованных рынках.

В сфере агропродовольственных рынков бывают рынки с ограниченным или неограниченным доступом. Доступ к отдельным рынкам может быть ограничен такими правовыми нормами, как разрешение на ведение определенного вида деятельности, подтверждение наличия соответствующей квалификации или экономическими условиями. В сфере аграрного бизнеса доступ на рынок для потенциальных производителей формально свободный, однако, в

действительности, ввиду ограниченности площади земель сельскохозяйственного назначения, а также наличие ограничений в земельном законодательстве, фактически он является ограниченным. В животноводстве рынок также является ограниченным с позиции наличия производственных помещений и законодательных положений по их размещению, соблюдая экологических норм и требований. [23-26]. Все это оказывает значительное влияние на ценообразование, особенно, что касается влияния рыночных механизмов на рынке материально-технических факторов сельскохозяйственного производства. В экологическом сельском хозяйстве присутствует еще больше законодательных ограничений, сельхозтоваропроизводители имеют право предлагать на продажу экологически чистую продукцию только при условии наличия соответствующей лицензии.

Формирование и функционирование свободных и регулируемых рынки зависит от степени вмешательства государства в регулирование рыночных механизмов. В том случае, когда цена формируется исключительно на основании взаимных соглашений и принятых решений участников рынка, можно говорить о свободном рынке. Если же государство непосредственно вмешивается в процесс рыночного ценообразования, то говорят о регулируемом (регламентируемом государством) рынке.

Литература

1. Стратегия развития продовольственного самообеспечения Российской Федерации в условиях современной санкционной политики / Л. В. Михайлова, А. С. Лукин, В.А.Тарасов [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 6(228). – С. 71-76. – EDN WLVYRZ
2. Современные тенденции и особенности развития аграрного бизнеса / А. С. Лукин, Л. Ф. Ситдикова, А.К. Субаева [и др.] // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 2. – С. 66-72. – EDN LOLRXL.
3. Особенности малого агробизнеса и проблемы его развития на современном этапе / Л. В. Михайлова, Ф. Н. Мухаметгалиев, Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики : Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 126-129. – EDN WAKNBZ
4. Авхадиев, Ф. Н. Повышение устойчивости производства зерна (на материалах Республики Татарстан) / Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 104-108. – DOI 10.12737/article_592fc86c9e0ae1.14332306. – EDN YPLNHT.
5. Sitdikova L. Export potential of the regional grain sector / L.

Sitdikova, A. Battalova // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00114. – DOI 10.1051/bioconf/20202700114. – EDN AQAYLW.

6. Поддержка бизнеса на селе: реальность и перспективы / Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин, Л.Ф. Ситдикова [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации : Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 388-391. – EDN JLHHR.

7. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 160-166. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-160-166. – EDN ZZFVCM.

8. К вопросу о сущности и особенностях кооперативного предпринимательства в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. Р. Шамсутдинова, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 147-154. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-147-154. – EDN JQSCTT.

9. К вопросу развития и экономической эффективности орошаемого земледелия / М. М. Хисматуллин, А.С. Лукин, М. Хисматуллин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2022. – № 3(225). – С. 68-73. – EDN GJDHIJ.

10. Хафизов, Д. Ф. Некоторые проблемы формирования предпринимательской среды в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 101-102. – EDN NBJORZ.

11. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan / M. M. Khismatullin, M. M. Khismatullin, F. N. Avkhadiev [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00080. – DOI DOI:10.1051/bioconf/20213700080. – EDN OJLZCH.

12. Хисматуллин, М. М. Продуктивность и динамика плодородия

полей орошения при применении навозных стоков животноводческих комплексов в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин // Плодородие. – 2022. – № 2(125). – С. 62-67. – DOI 10.25680/S19948603.2022.125.15. – EDN DMBUMD.

13. Sitdikova L. Structural changes in the rural economy / L. Sitdikova, A. Zh. Bukharbayeva // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00115. – DOI 10.1051/bioconf/20202700115. – EDN OPMUO.

14. Субаева, А. К. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями / А. К. Субаева, Ф. Н. Мухаметгалиев, И. Л. Ибниев // Бизнес. Образование. Право. – 2021. – № 1(54). – С. 67-71. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.54.159. – EDN PMSNAO.

15. Minnehametova, I. M. Conditions and Factors of Development of Agricultural Consumer Cooperatives / I. M. Minnehametova, L. F. Gafiullina, M. M. Khismatullin // Cooperation and Sustainable Development : Conference proceedings, Moscow, 15–16 декабря 2020 года. Vol. 245. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. – P. 1241-1248. – DOI 10.1007/978-3-030-77000-6_144. – EDN XHKKBF.

16. Амирова, Э. Ф. Современное состояние и проблемы развития технической базы сельского хозяйства / Э. Ф. Амирова, Ф. Ф. Садриева // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры : Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 841-850. – EDN NUOOCY.

17. Мухаметгалиев, Ф. Н. Проблемы сущности и структуры экономического механизма хозяйствования в АПК / Ф. Н. Мухаметгалиев // Экономика и финансы. – 2004. – № 6. – С. 24. – EDN HYPPXR.

18. Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова, Ф. Н. Авхадиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 117-122. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-117-122. – EDN PJUZDD.

19. Зиганшин, Б. Г. Оценка земель по результатам паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 17-19. – EDN YQRJSF.

20. Battalova A. Development of integration processes in the agricultural sector / A. Battalova, L. Sitdikova // International Scientific-Practical

Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00116. – DOI 10.1051/bioconf/20202700116. – EDN FPQRJU.

21. Экономическая эффективность использования биологических препаратов в технологии возделывания многолетних трав / М. М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин, А. С. Лукин // Финансовый бизнес. – 2021. – № 3(213). – С. 183-187. – EDN VMQKTS.

22. Battalova, A. R. Economic problems of russia's grain complex competitiveness system in the world market / A. R. Battalova, R. S. Tikhvatullin // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2021. – Vol. 13. – No 12. – P. 4475-4479. – EDN BDOPYM.

23. Гайнутдинов, И. Г. Вопросы обоснования минимального размера выделяемых земельных участков / И. Г. Гайнутдинов, Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2021. – № 4. – С. 16-21. – EDN DEBQTP.

24. Зависимость эффективности аграрного бизнеса от внешних и внутренних факторов (на примере Республики Татарстан) / И. Г. Гайнутдинов, Ф.Н. Авхадиев, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 108-113. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-108-113. – EDN UKVYED.

25. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

26. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

УДК 633.854.78

Мулинов Игорь Юрьевич*Магистр**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань**timfanil@mail.ru***Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич***Доктор экономических наук, профессор**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань**fem59@mail.ru***Лукин Андрей Сергеевич***Кандидат экономических наук, доцент,**Кировский филиал РАНХ и ГС, г. Киров.**lukin-andrey@mail.ru*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНИКА

Аннотация. В условиях импортозамещения обеспечение населения подсолнечным маслом высокого качества по доступным основной массе потребителей является важнейшей задачей агропродовольственного комплекса страны. В статье рассматриваются организационно-экономические проблемы эффективности производства подсолнечника, методы рациональной организации возделывания масличных культур на основе совершенствования направлений экономии энергетических затрат, использования биологических особенностей культуры, повышения уровня научной организации и производительности труда, определены основные проблемы формирования высоких показателей эффективности производства подсолнечника, обозначены пути их решения.

Ключевые слова: подсолнечник, производство, факторы, энергетические затраты, экономия, направление, научная организация труда. экономическая эффективность.

Mulinov Igor Yuryevich*timfanil@mail.ru***Mukhametgaliev Farit Nurgalievich***Doctor of Economics, Professor**fem59@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Lukin Andrey Sergeyevich***Candidate of Economics, Associate Professor,**Kirov branch of Russian Academy of National Economy**and Public Administration, Kirov, Russia**.lukin-andrey@mail.ru*

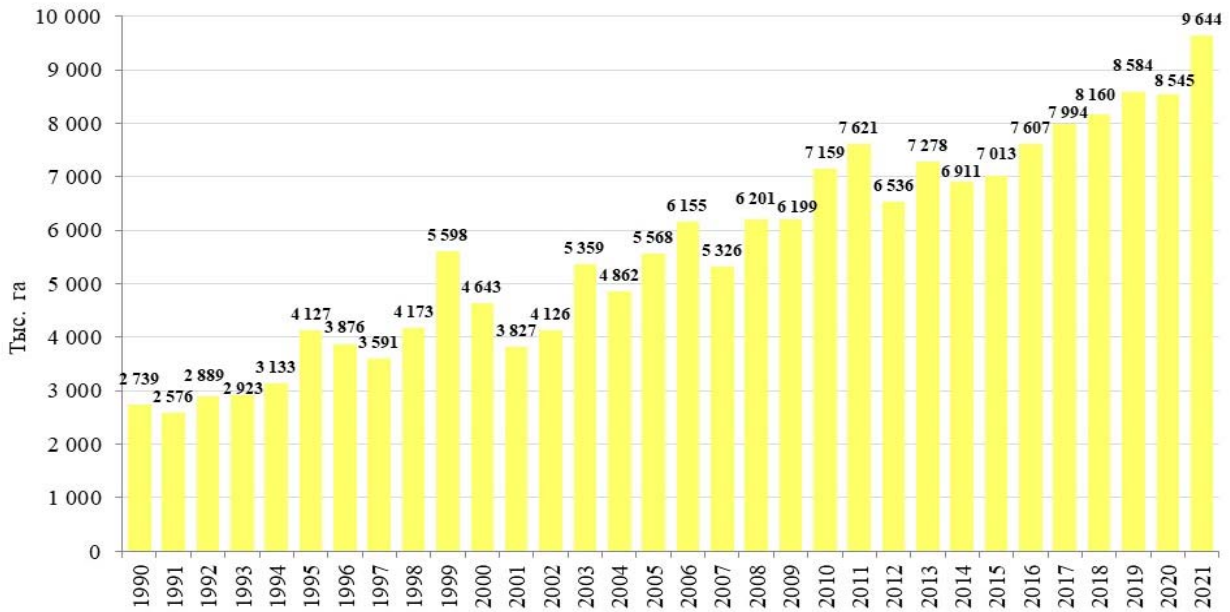
THE MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF SUNFLOWER PRODUCTION

Abstract. In the conditions of import substitution, providing the population with high quality sunflower oil at affordable prices for the bulk of consumers is the most important task of the agro-food complex of the country. The article deals with the organizational and economic problems of sunflower production effectiveness, the methods of rational organization of sunflower cultivation on the basis of improving the directions of energy saving, using the biological peculiarities of the crop, increasing the level of scientific organization and labour productivity. The main problems of sunflower production effectiveness are identified, the ways of solving them are marked.

Keywords: sunflower, production, factors, energy costs, saving, direction, scientific organization of labor. economic efficiency.

Достижение высоких показателей экономической эффективности является основной целью рыночного механизма хозяйствования субъектов аграрного бизнеса, так как эти показатели являются необходимой основой объективного планирования и оценки предпринимательской деятельности в аграрной сфере экономики, образования и использования специальных фондов, связанных с доходами и затратами отдельных этапов бизнес-процессов. Одним из основных показателей, характеризующих эффективность организации бизнеса выступает сумма полученной прибыли, как увеличения оборотного капитала, обновления материально-технических ресурсов, обеспечения расширенного воспроизводства и социального развития предприятия. [1,2,3]. Весь смысл организации и ведения предпринимательской деятельности заключается в достижении положительных динамически возрастающих финансовых результатов. В конечном счете показатель суммы полученной прибыли наиболее полно отражает эффективность производства, объем и качество выпускаемой продукции, состояние производительности труда и уровень себестоимости, как мерило совокупности комплекса финансовых отношений, складывающихся на стадиях образования, распределения и использовании вновь созданной стоимости [4.5.6].

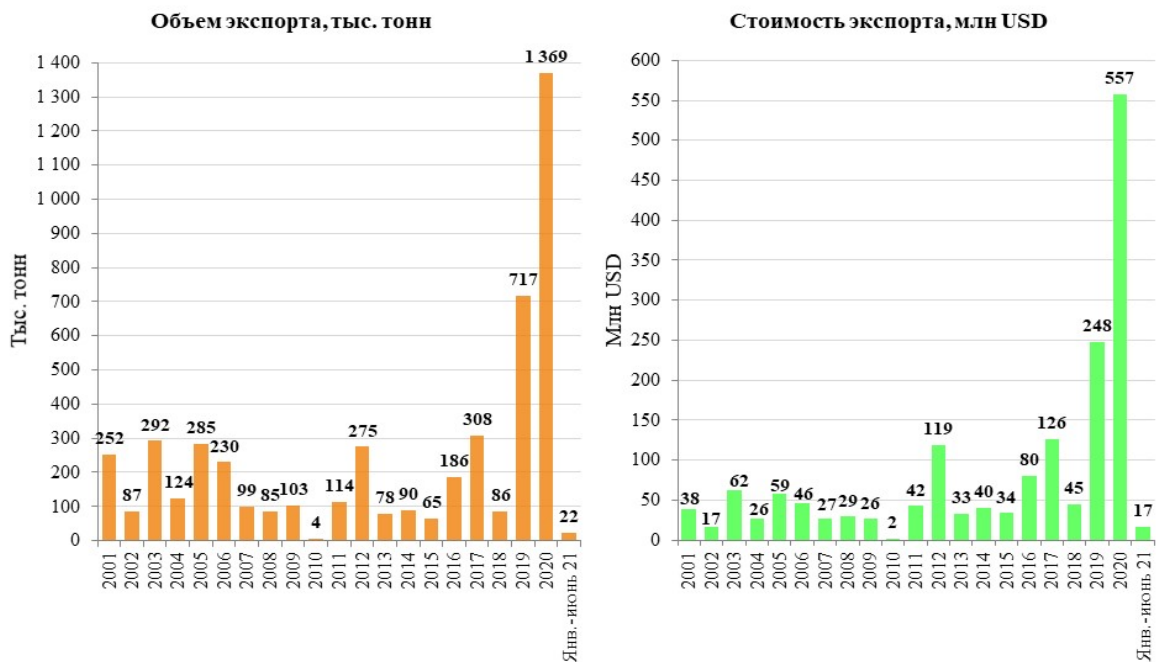
Для того, чтобы говорить об эффективности, необходимо обеспечить производство определенного объема продукции. Объемные показатели развития производства подсолнечника характеризуется величиной посевных площадей и объемом реализации продукции на внешние продовольственные рынки.



Источник: Росстат

Рисунок 1 – Посевная площадь подсолнечника в Российской Федерации в 1990-2021 гг., тыс. га [7].

Исходя из данных рисунка 1 можно отметить, что в период с 2014 года по 2020 посевная площадь имела тенденцию роста. Наибольшая засеянная площадь подсолнечником была в 2021 году и составила 9644 тыс. га. Можно сделать вывод о том, что в стране на увеличение объемов производства уделяется особое внимание, о чем свидетельствует факт устойчивого расширения посевных площадей. За тридцать лет она увеличилась в 3,5 раза.



Источник: ВТО, ФТС РФ

Рисунок 1 – Экспорт семян подсолнечника из России – долгосрочные тенденции, тыс. тонн [7].

Из рисунка 1, стоит отметить 2020 год, так как он является самым результативным среди остальных годов и объем экспорта составил 1369 тыс. тонн. Наименьший объем был 2010 году – 4 тыс. тонны. Данный показатель можно обусловить тем, что в 2010 году по всей России стояла аномальная жара, следовательно, в сельском хозяйстве наблюдалась рекордно низкая урожайность. В конечном счете можно констатировать, что экспортный потенциал отрасли по производству подсолнечника уверенно повышается

Как же можно охарактеризовать эффективность производства в сельском хозяйстве? Само понятие «эффективность» можно охарактеризовать, как цель производства. Она отображает все эффекты от применения различных средств, которые находятся на предприятии. Если предприятие будет увеличивать эффективность, то оно будет получать больше продукции на единицу затраченных ресурсов.

Существует множество факторов, которые будут влиять на экономическую эффективность сельскохозяйственное производство (к примеру: природные факторы, экономические факторы и т.п.) Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства обусловлена своими критериями и показателями. К примеру, главным критерием в экономической эффективности сельскохозяйственного производства является повышение урожайности сельскохозяйственных продуктов с единицы земли, при наименьших затратах на трудовые и денежные ресурсы [8,9,10].

В современном мире, один из главных пунктов по улучшению экономической эффективности выращивания семян подсолнечника – это внедрение современных методов организации и оплаты труда. Когда на предприятии присутствуют высококвалифицированные работники, которые уделяют особое внимание к соблюдению всех компонентов интенсивной технологии, и благодаря таким действиям предприятие способно получить высокий доход от своей продукции [11,12].

Проблема экономии энергетических ресурсов в аграрном бизнесе также присутствует и по сей день. Специалистам необходимо вести учет затраченной энергии. Данный учет необходим для того, чтобы найти такое звено в производстве, которое больше всех потребляет энергию, и сформировать план, по которому предприятие начнет экономить энергетические затраты [13,14].

Если проанализировать используемую технологию возделывания подсолнечника в Республике Татарстан, как отмечаю многие эксперты, то можно выделить в структуре общих энергозатрат «наиболее затраченные оборотные средства на топливо, затем на химизацию (пестициды и минеральные(органические) удобрения)). Наименьшую долю

затраченных оборотных средств на производство подсолнечника приходится на основные средства, уборка урожая и послеуборочная доработка семян» [14,15,16].

Основными направлениями снижения материально-денежных затрат являются рациональное использование последних достижений научно-технического прогресса по оптимизации энергетических затрат при возделывании отдельных видов сельскохозяйственных культур. Сюда относятся весь комплекс современных технико-энергетических, технологических, естественно-биологических и организационно-экономических разработок науки и достижений передовой практики направления. В современных условиях особое внимание уделяется освоению рациональных технологических приемов выполнения отдельных стадий производственного процесса, куда относятся технология минимальной обработки почвы («NoTill»), оптимизация сроков и норм внесения минеральных удобрений, химических средств обработки полей на основе цифровизации отдельных участков и полей землепользования субъектов аграрного бизнеса, рационализация схемы движения агрегатов и комбинации выполняемых технологических операций. Несомненно, все эти мероприятия направлены и способствуют значительному сокращению расходов топлива, удобрений, ядохимикатов и других материально-технических ресурсов. Что же касается технико-энергетических и организационно-экономических направлений сокращения затрат, то здесь следует усилить работу по рациональной комплектации силовой и рабочей сельскохозяйственной техники, повысить загрузку использования техники в течение всего года или вегетационного периода, устранить непроизводительные передвижения и простои агрегатов, разработать оптимальные маршруты движения агрегатов по полям и участкам хозяйства, научить исполнителей работать по направлениям рационального использования техники, проведения своевременных техуходов и техобслуживаний, регулировки технологических параметров машин и оборудования, увеличения ширины захвата агрегата, [17,18,19].

Наряду с этим к совершенствованию организационно-экономического направления по уменьшению энергетических затрат следует отнести проведение мероприятий по изучению выполнения трудовых процессов и нормированию труда, по учет, анализу и рационализации трудовых процессов. Для этого необходимо установить нормативы расхода топлива и электроэнергии на выполнение отдельных технологических процессов в хозяйстве. Также в производственных участках хозяйства требуется разработка и реализация рациональной системы управления электропотреблением [20,21,22].

К биологическому направлению по уменьшению энергетических затрат можно отнести создание и внедрение в производство продукции высокоурожайных сортов и гибридов подсолнечника, которые получены

при помощи селекционного метода. Данные сорта подсолнечника легко адаптируются к интенсивной технологии, а также к климатическим условиям, устойчивые к различным вредителям и заболеваниям, скороспелые. Благодаря вышеперечисленным преимуществам, сельскохозяйственное предприятие сможет уменьшить энергетические затраты на послеуборочную доработку урожая [23,24].

Благодаря научной организации труда, современной технике и технологии можно увеличить рост производительности труда. Если сельскохозяйственное предприятие решается на то, чтобы выращивать подсолнечника, то самой лучшей из всех остальных форм организации труда будет являться механизированные звенья. В данном звене присутствует разделение и кооперация труда, присутствуют все необходимые организационные и технологические условия, которые способствуют повышению эффективности каждого работника.

Главным условием в повышении эффективности производства подсолнечника – это улучшение денежного стимулирования работников сельскохозяйственного предприятия. Необходимо выплачивать работникам стимулирующие выплаты (доплаты за высокую квалификацию, профессиональное мастерство и т.п.), а также повысить поощрение дохода с единицы площади.

Литература

1. Tendency of investment economy formation / A. R. Battalova, R. S. Tukhvatullin // International Journal of Criminology and Sociology. – 2020. – Vol. 9. – P. 252-2578. – DOI 10.6000/1929-4409.2020.09.316.
2. Organizational and economic mechanism of improving the efficiency of grain production at the regional level / A. R. Battalova, O. A. Ignatjeva // International Journal on Emerging Technologies. – 2019. – Vol. 10. – No 2. – P. 112-116.
3. Issues on increasing efficiency of agricultural business in the Republic of Tatarstan / A. R. Battalova, L. F. Sitdikova // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019. – Vol. 7. – No Special Issue. – P. 930-934.
4. Организационно-экономические основы технической модернизации аграрного бизнеса / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, А.С. Лукин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 6(216). – С. 171-175.
5. Хисматуллин, М. М. Экономическая эффективность использования биологических препаратов в технологии возделывания многолетних трав / М. М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин, А. С. Лукин // Финансовый бизнес. – 2021. – № 3(213). – С. 183-187.
6. Авхадиев, Ф. Н. Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения / Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 117-122. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-117-122.

7. Плуглов, А.Г. Российский рынок семян подсолнечника и продуктов их переработки - тенденции и прогнозы. Экспертно-аналитический центр агробизнеса, АБ-центр, 2021. Date Views 24.03.2022 www.ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-semyan-podsolnechnika-i-produktov-ih-pererabotki---tendencii-i-prognozy

8. Export potential of the regional grain sector / L. Sitdikova, A. Battalova // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00114. – DOI 10.1051/bioconf/20202700114.

9. Development of integration processes in the agricultural sector / F. Mukhametgaliev, A. Battalova // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00116. – DOI 10.1051/bioconf/20202700116.

10. Structural changes in the rural economy / L. Sitdikova, A. Zh. Bukharbayeva // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00115. – DOI 10.1051/bioconf/20202700115.

11. Лукин, А. С. Особенности современной Российской аграрной политики / А. С. Лукин, Л. Ф. Ситдикова // Финансовый бизнес. – 2021. – № 5(215). – С. 65-67.

12. Economic problems of russia's grain complex competitiveness system in the world market / A. R. Battalova, R. S. Tukhvatullin, // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2021. – Vol. 13. – No 12. – P. 4475-4479.

13. Лукин, А. С. Агропромышленный комплекс в системе реализации доктрины продовольственной безопасности / А. С. Лукин // Финансовый бизнес. – 2021. – № 11(221). – С. 322-327.

14. Авхадиев, Ф. Н. Особенности технического перевооружения субъектов аграрного бизнеса / Ф. Н. Авхадиев, А. С. Лукин // Финансовый бизнес. – 2021. – № 12(222). – С. 391-397.

15. Мухаметгалиев, Ф. Н. Исследование эффективности регионального зернопродуктового подкомплекса / Ф. Н. Мухаметгалиев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2021. – № 2. – С. 79-85.

16. Субаева, А. К. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями / А. К. Субаева, И. Л. Ибниев // Бизнес. Образование. Право. – 2021. – № 1(54). – С. 67-71. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.54.159.

17. Организационно-экономические проблемы развития аграрного сектора экономики / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, А.С. Лукин [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 7(217). – С. 62-66.

18. Гайнутдинов, И. Г. Вопросы совершенствования оборота земельных участков из состава земель сельскохозяйственного назначения / И. Г. Гайнутдинов, Ф. Н. Авхадиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 1(57). – С. 105-110. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-105-110.

19. К вопросу экономической эффективности цифровизации орошаемого земледелия / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, Л.В. Михайлова [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 9(219). – С. 156-160.

20. Роль агролизинга в технической модернизации аграрного производства / Ф. Н. Авхадиев, М. М. Хисматуллин, Л. В. Михайлова [и др.] // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2021. – № 4. – С. 9-15.

21. Вопросы обоснования минимального размера выделяемых земельных участков / И. Г. Гайнутдинов, Ф. Н. Авхадиев, Л. Ф. Ситдикова [и др.] // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2021. – № 4. – С. 16-21.

22. Зиганшин, Б. Г. Оценка земель по результатам паспортизации полей / Б. Г. Зиганшин, Л. Ф. Ситдикова // Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 17-19. – EDN YQRJSF.

23. Поддержка бизнеса на селе: реальность и перспективы / Ф. Н. Авхадиев, Н. М. Асадуллин, Л.Ф. Ситдикова [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 388-391. – EDN JLHRRR.

24. Мухаметгалиев, Ф. Н. Организация, нормирование и оплаты труда в сельском хозяйстве / Ф. Н. Мухаметгалиев, Л. Ф. Ситдикова. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – 289 с. – ISBN 978-5-905201-77-6.

© Мулинов И.Ю., Мухаметгалиев Ф.Н., Лукин А.С., 2022

УДК 631.86

Сафиоллин Фаик Набиевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань
 e-mail: faik1948@mail.ru

Хисматуллин Марс Мансурович

доктор сельскохозяйственных наук
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань
 e-mail: marsmansurovic@mail.ru

Хисматуллин Марсель Мансурович

доктор сельскохозяйственных наук, доцент
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань
 e-mail: marselmansurovic@mail.ru

Хафизов Дафик Фатыхович

доктор экономических наук, профессор
 Казанский кооперативный институт (филиал) АНО ОВО ЦРФ
 «Российский университет кооперации». Россия. Казань.
 e-mail: dafik1@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН (экономический аспект)

Аннотация. Статья посвящена вопросам экономической эффективности мелиорации в Республике Татарстан. Установлено, что 1,5% площади пашни на орошении обеспечивает производство 18,5% валовой продукции растениеводства республики, орошение многолетних культур на корма позволяет получать до четырех укосов, что служит надежной кормовой базой животноводства. Установлено, что имеющиеся водные ресурсы Республики Татарстан позволяют обеспечить орошение более 400 тыс. га. Предложены меры, позволяющие повысить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства, повысить почвенное плодородие на основе развития мелиорации.

Ключевые слова: экономическая эффективность, развитие мелиорации, плодородие почв.

Safiollin Faik Nabievich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
 Kazan State Agrarian University, Kazan.
 e-mail: faik1948@mail.ru

Khismatullin Mars Mansurovich

Doctor of Agricultural Sciences,
 Kazan State Agrarian University, Kazan
 e-mail: marsmansurovic@mail.ru

Khismatullin Marsel Mansurovich

*Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan
e-mail: marselmansurovic@mail.ru*

Xafizov Dafik Fatixovich

*Doctor of Economics, Professor. Kazan Cooperative Institute (branch)
of the "Russian University of Cooperation". Russia. Kazan
e-mail: dafik1@mail.ru*

THE MODERN STATUS OF MELIORATION DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN (ECONOMIC ASPECT)

Abstract. The article is devoted to the economic efficiency of land reclamation in the Republic of Tatarstan. It is established that 1.5% of arable land area under irrigation provides 18.5% of gross crop production of the republic, irrigation of perennial crops for fodder allows receiving up to four mowing, which serves as a reliable fodder base for cattle breeding. It is established that available water resources of the Republic of Tatarstan allow to provide irrigation for more than 400 thousand hectares. Measures allowing to increase economic efficiency of agricultural production and soil fertility on the basis of land reclamation development are proposed.

Key words: economic efficiency, melioration development, soil fertility.

Введение. Продовольственное обеспечение населения и продовольственная безопасность страны зависят не только от эффективности деятельности хозяйствующих субъектов на земле, но и от состояния факторов и степени интенсификации сельскохозяйственного производства [1, 2].

Исследования проводились с целью анализа современного состояния мелиорации и разработки научно-обоснованных и экономически эффективных предложений и рекомендаций для ее развития.

Одним из общепризнанных и эффективных способов повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства является мелиорация [3, 4, 5].

Проведенные исследования свидетельствуют, что экономически развитые страны мира вышли на 40-50% мелиорируемой пашни: так в США мелиорировано 40% пашни, в Китае - 54%, в Индии – 40 %, во Франции 25%, Германии - 42%, Англии, Турции и Израиле - более 85% мелиорированной пашни. В них выращивается около 80 % всей растениеводческой продукции мира, в мировом масштабе мелиорирована 17% сельхозугодий, с которых получают до 50% всей производимой сельхоз продукции [6, 7, 8].

Исследования по определению эффективности возделывания сельскохозяйственных культур проводили на базе КФХ Зайнуллин, Нижнекамского района, КФХ Давлетов, Мензелинского района, ООО

"Сервис-Агро", ООО «Кырлай», ООО Агрофирма «Игенче» Арского района, КФХ «МиннехановМ.И. Тукаевского района, ООО Агрофирма «Актаныш» Актанышского муниципальных районов Республики Татарстан.

Выше изложенные факторы способствовали признанию мелиорации в Республике Татарстан одним из приоритетных направлений развития, что подтолкнуло Правительство Республики Татарстан и Министерство сельского хозяйства и продовольствия более активному участию в реализации федеральных программ по развитию мелиорации таких как: «Развитие мелиоративного комплекса России»; Федеральные проект «Экспорт продукции АПК»; Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» [9, 10], и принятию республиканских государственных программ: по капитальному ремонту гидротехнических сооружений (ГТС), по бурению скважин, установка водонапорных башен, технического перевооружения объектов мелиорации, известкования кислых почв [12, 13, 14]. Итого за период реализации программ на развитие мелиоративной отрасли республики было привлечено более 8 млрд. рублей (табл. 1).

Таблица 1. Источники финансирования мелиоративных работ в Республике Татарстан за 2015-2022 годы.

Источник финансирования	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Всего за 7 лет	2022 план
Из бюджета РФ	168	108	240	228	240	331	260	1575	726
Из бюджета РТ	460	519	498	450	386	591	921	3825	380
Средства хозяйств	205	176	261	95	91	123	88	1039	541
ВСЕГО:	833	803	999	773	717	1045	1269	6439	1647

По результатам реализации республиканских мелиоративных программ за последние 10 лет в Татарстане построено и реконструировано более 450 плотин и сложных гидротехнических сооружений (ГТС) в которых аккумулируются более 109 млн. м³ воды, проложено более 300 км водопровода, что позволило дополнительно ввести в эксплуатацию 35 тыс. га орошаемых земель (более 6 тыс. га орошаемых земель введено в 2022 году), посажено лесополос 29,3 тыс. га (за 2011-2021 привлечено на лесомелиорацию 1 675 млн. рублей), защищено от эрозии 130 тыс. га сельхозземель [15, 16, 17].

На современном этапе развития мелиоративного хозяйства Республики Татарстан, имеющиеся водные ресурсы позволяют обеспечить орошение более 400 тыс. га.

Полевые опыты, направленные на исследование экономической эффективности оросительной мелиорации на базе КФХ Зайнуллин, Нижнекамского, КФХ Давлетов, Мензелинского, ООО "Сервис-Агро",

«Игенче» Арского муниципальных районов показали их высокую результативность (таблицы 3, 4, 5).

В структуре себестоимости полив занимает не более 10% затрат при возделывании картофеля и 20-25% при возделывании овощей.

Один рубль прямых затрат на поливе обеспечивает получение дополнительной продукции на сумму более 12 рублей при производстве зерновых и более 40 рублей при возделывании картофеля и овощей [18, 19, 20].

В КФХ Зайнуллин Нижнекамского района урожайность картофеля на поливе 300-500 ц/га, полив 3-4 раза за сезон увеличивает урожайность картофеля в 3 раза [18].

Таблица 2. Валовая продукция в тоннах и рублях от орошаемых земель, в т.ч. по видам продукции (2021г).

	Орошаемые площади ФГБУ, тыс.га	Валовой сбор продукции, тыс.тн	Валовой сбор продукции, млрд.руб
Картофель	5,0	175	1,7
Овощи	11,9	326	7,5
Зерновые культуры	2,8	14,1	0,14
Плодово-ягодные культуры	6,2	79,7	9,7
Кормовые культуры	12,0	60,2	0,38
Итого	37,9	655,0	19,4
Всего валовая продукция по растениеводству, млрд. руб	X	X	104,7
Доля, %	X	X	18,5

Таблица 3. Урожайность картофеля и овощей в КФХ «Давлетов» Мензелинский район

Культур а	Площа дь Всего	Площадь, в т.ч.		Урожайность, ц/га		Товарность, %	
		под полив ом	без полив а	под поливо м	без полива	под полив ом	без полив а
картофе ль ранний	90	88	2	210	70	95	37
картофе ль поздний	100	97	3	320- 350	110	75	30
морковь	60	58	2	610	64	94	15
свекла	60	56	4	300	95	83	54

При равных условиях организации и технологии производства картофеля только за счет орошения урожайность увеличивается на более чем 3 раза, а товарность 2,6 раза (табл. 3.).

Таблица 4. Эффективность орошения картофеля и овощей КФХ «МиннехановМ.И.»

Культура	Площадь Всего	В т.ч.		Урожайность, ц/га		Вал. сбор, тонн	Стоимость вал. прод., тыс. руб.
		под поливом	без полива	под поливом	без полива		
картофель	72	70	2	350-380	90	2520	63 000*
морковь	9	9	-	700-800		675	16 875**
свекла	9	9	-	500-650		510	12 000***

* - при стоимости картофеля 25 руб/кг, ** - при стоимости моркови 25 руб/кг, *** - при стоимости свеклы 20руб/кг

В КФХ «МиннехановМ.И.» Тукаевского района Республики Татарстан полив производился 15 раз, нормой 150-200 м³ /га. Затраты составили 667 тыс. руб. или 10,4 тыс. руб./га. Дополнительная продукция составила 1664 тонн картофеля х 25тыс. руб/т =41 600 тыс. руб. или 650 тыс. руб. /га. Чистый доход с 64 га картофеля (за минусом всех доп. затрат при товарности 80%) 31 800 тыс. руб. или 496 тыс. руб./га.

Государственная поддержка картофеля и овощей в 2022 г.

- Погектарная субсидия на картофель и овощи от 25тыс. руб. /га (базовая), до 40 тыс. руб /га при увеличении на 10%;
- на приобретение элитных семян картофеля компенсируется 50% затрат;
- на капитальный ремонт картофеле- и овощехранилищ возмещение–30% затрат;
- на разработку ПСД и строительство новых овоще-, картофеле- и плодохранилищ возмещение 50% затрат;
- на приобретение мелиоративной техники финансовое обеспечение 70% затрат.

Таблица 5. Эффективность орошения кукурузы в ООО Агрофирма «Игенче» Арского района

Культура	Кратность полива	Площадь, всего	Площадь, в т.ч.		Урожайность, ц/га	
			под поливом	без полива	под поливом	Без полива
Кукуруза (зел. масса)	9	673	64	589	380	125

Затраты на полив круговой ДМ, всего 522 тыс.руб., в том числе:

а) ГСМ на дождевальную машину и на насосную станцию: 770 л на 1 круг х 9 = 6930 л за сезон = 312 тыс. руб.

б) Фонд оплаты труда операторов оросительной системы 210 тыс. руб. за сезон (9 кратный полив).

Затраты на полив составили 522 тыс.руб. или 8,1 тыс.руб./га.

Дополнительная продукция составила 25,5 тонны х 2,5тыс.руб./т. х 64 га = 4 080 тыс.руб.или 63,7 тыс.руб./га.

Чистый доход с 64 га (за минусом всех доп. затрат) 3 356 тыс. руб. или 52,4 тыс. руб./га.

В целом, на сегодняшний день на орошаемые земли в Татарстане приходится 1,5 % площади пашни, на которой производится 18,5 % валовой продукции растениеводства республики (табл. 2). Это свидетельствует о высокой степени эффективности такого производства [21, 22, 23].

Однако, несмотря на высокую эффективность мелиорации в Республики Татарстан, объемы проделанных работ, реализацию федеральных целевых и региональных государственных программ, все же хозяйств, имеющих желание и возможности в них участвовать не много, силу высоких (иногда неподъемных для большинства хозяйств) затрат мелиоративных мероприятий, не совершенства нормативно-правового регулирования вопросов развития мелиоративного хозяйства [24, 25, 26].

Литература

1. К вопросу развития и экономической эффективности орошаемого земледелия / М.М. Хисматуллин, Ф.Н. Мухаметгалиев, М.М. Хисматуллин [и др.] // Финансовый бизнес. 2022. № 3 (225). С. 68-73.

2. Хисматуллин, М.М. Развитие противоэрозийной мелиорации в Республике Татарстан и ее эколого-экономическая эффективность / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3(118). С. 23-30.

3. Сафиоллин, Ф.Н. Система мелиоративного земледелия в Республике Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2015. – 318 с.

4. Валиев А.Р. Экономическая эффективность возделывания озимых зерновых культур на орошении / А.Р. Валиев, А.А. Лукманов, Р.Уллах. // Региональная экономика: теория и практика. 2022. Т. 20. № 9(504). С. 1719-1730.

5. Minnehametova, I. M. Conditions and Factors of Development of Agricultural Consumer Cooperatives / I. M. Minnehametova, L. F. Gafiullina, M. M. Khismatullin // Cooperation and Sustainable Development: Conference proceedings, Moscow, 15–16 декабря 2020 года. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. – P. 1241-1248.

6. Чекмарев П.А. Расширение видового набора многолетних трав - необходимое условие повышения эффективности поверхностного улучшения пойменных лугов / П. А. Чекмарев // Кормопроизводство. 2012. № 2. С. 10-12.

7. Лесотехническое обустройство территории оросительных систем Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева, С. Р. Сулейманов // Энергосберегающие технологии в ландшафтном земледелии: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию кафедры "Общее земледелие и землеустройство" и Дню российской науки, Пенза, 09 февраля 2016 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 351-355.

8. Шайтанов, О.Л. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана / О. Л. Шайтанов, Р. М. Низамов, Е. И. Захарова // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4(40). С. 102-112.

9. Валиев А.Р. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / А.Р. Валиев, А.В. Комиссаров, Р. Уллах // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 160-166.

10. Валиев А.Р. Противоэрозионная мелиорация в Республике Татарстан / А. Р. Валиев, Мухаметгалиев Ф.Н., Асадуллин Н.М., Уллах Р. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № S2(66). С. 47-54.

11. Хисматуллин, М. М. Агроэнергетическая и экономическая эффективность поверхностного улучшения пойменных лугов / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 120-122.

12. Низамов Р.М. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена / Р. М. Низамов, С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин, // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1(48). С. 38-40.

13. Миннуллин Г.С. Химический состав и питательность кормов из многолетних трав в зависимости от фона минерального питания и сроков их уборки / Г. С. Миннуллин, Л. Т. Вафина, Ф. Н. Сафиоллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 160-162.

14. Хисматуллин, М. М. Ресурсосберегающие приемы поверхностного улучшения пойменных лугов лесостепи Поволжья / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 123-125.

15. Агиева Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж.К. Диабанкана // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4(60). С. 5-9.

16. Миннуллин Г.С. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах

Республики Татарстан / Г.С. Миннуллин, С.В. Сочнева // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 29-33.

17. Хисматуллин, М.М. Практические приёмы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья / М.М. Хисматуллин, М.М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 12-18.

18. Хисматуллин, М.М. Достижения республики Татарстан в мелиорации / М. М. Хисматуллин // Сахар. 2016. № 11. С. 20-23.

19. Сафиоллин Ф.Н. Практические приёмы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья / Ф. Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 12-18.

20. Состояние мелиоративной отрасли в Республике Татарстан и основные пути её развития / А.М. Сабиров, Д.И. Файзрахманов, А.М. Залаков, А.Ш. Зарипов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 4(38). С. 10-15.

21. Сулейманов С.Р. Приоритеты целевой программы «Мелиорация земель в Республике Татарстан на 2014-2020 годы» / С.Р.Сулейманов // https://files.kazgau.ru/files/Science/Sborniki/aktual_nye_voprosy_overshenstvovaniya_tehnologii_proizvodstva_produkcii_sel_skogo_hozyajstva.pdf

22. Хисматуллин, М. М. Продуктивность и динамика плодородия полей орошения при применении навозных стоков животноводческих комплексов в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин // Плодородие. 2022. № 2(125). С. 62-67.

23. Хисматуллин, М. М. Мелиорация в Республике Татарстан: современное состояние, проблемы и перспективы / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, Р. Уллах // Региональная экономика: теория и практика. 2022. Т. 20. № 1(496). С. 168-185.

24. Зотов, А. А. Улучшение и использование природных сенокосов и пастбищ Среднего Поволжья / А. А. Зотов Казань: Зур Казан, 2014. – 267 с.

25. Khismatullin M.M., Mukhametgaliev F.N., Asadullin N.M., Avkhadiev F.N., Khismatullin M.M. and Ullah Raheem. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan. BIO Web of Conferences, –2021, vol. 37.

26. Хисматуллин, М. М. Цифровые технологии в орошаемом земледелии / М. М. Хисматуллин // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 2. С. 28-31.

(С) Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М., Хисматуллин М.М., Хафизов Д.Ф., 2022

ЛЕСНОЕ ДЕЛО И ЭКОЛОГИЯ

УДК 630.5

Глушко Сергей Геннадьевич

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

glushkosg@mail.ru

Калаева Анастасия Сергеевна

*Лаборант
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ЛЕСОУСТРОЙСТВА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ХОДА РОСТА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ

Аннотация. Исследования хода роста современных лесов достаточно актуальны. Для проведения таких исследований обычно использовались методики предложенные известным отечественным ученым Анучиным Н.П. Ход роста древостоев оценивался по итогам сплошной перечислительной таксации на пробных площадях. На кафедре таксации и экономики лесной отрасли Казанского государственного аграрного университета начиная с 2008 года, для оценки хода роста сосновых древостоев Республики Татарстан, использовались таксационные описания древостоев, взятые из материалов последнего лесоустройства. Данные описания выстраивались в соответствующие возрастные ряды. В частности, получены сведения о динамике роста сосняков основных типов леса произрастающих в различных участковых лесничествах Республики Татарстан. Использование материалов лесоустройства позволяет сформировать большую базу данных для целей математического моделирования хода роста древостоев и в целом лесных сукцессий.

Ключевые слова: тип леса, цифровые технологии, ход роста, сосновые древостой.

Sergey G. Glushko

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

glushkosg@mail.ru

Anastasia S. Kalaeva

*Laboratory assistant
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

EXPERIENCE IN USING MATERIALS OF THE DEVICE OF SCAFFOLDINGS IN STUDIES ON THE GROWTH OF PINE FORESTS

Annotation. Studies of the course of growth of modern forests are quite relevant. To conduct such studies, the methods proposed by the famous Russian scientist N.P. Anuchin were usually used. The course of growth of forest stands was assessed based on the results of a continuous enumerative valuation on trial plots. Since 2008, at the Department of Taxation and Economics of the Forest Industry of Kazan State Agrarian University, to assess the progress of growth of pine stands in the Republic of Tatarstan, taxation descriptions of forest stands taken from the materials of the last forest inventory have been used. These descriptions were lined up in the appropriate age series. In particular, information was obtained on the growth dynamics of pine forests of the main types of forests growing in various district forestries of the Republic of Tatarstan. The use of forest management materials makes it possible to form a large database for the purposes of mathematical modeling of the growth of forest stands and, in general, forest successions.

Key words: forest type, digital technologies, growth course, pine stands.

В лесах Республики Татарстан (РТ) большое значение имеют сосняки искусственного происхождения. Оценка хода роста сосновых древостоев, особенно искусственного происхождения, достаточно актуальна [1, 2, 3]. В Казанском государственном аграрном университете исследованиям сосновых лесов и происходящим в этих лесах сменам – лесным сукцессиям, всегда уделялось большое внимание [2, 3, 4].

Посадки сосны активно применяются как в целях лесовосстановления, так и в целях оптимизации сельскохозяйственного производства в условиях Республики Татарстан [5; и др.]

Наши исследования ведутся в сосняках Татарстана с 2008 года, при этом активно используются различные методические указания [6, 7; и др.], а также опыт исследований динамики лесов Н.П. Анучина [8], Т.А. Комаровой [9; и др.]. Для оценки хода роста древостоев сосны в массовом порядке привлекались материалы лесоустройства лесничеств, расположенных на территории Татарстана. Таксационные описания группировались по участковым лесничествам, типам леса, классам возраста. По классам возраста подсчитано общее количество выделов, выполнен расчёт основных таксационных показателей, таких как средний диаметр и высота главной породы (сосна), средняя полнота (абсолютная и относительная), средний запас древостоев.

Для расчёта таксационных показателей в древостоях с сосняками разных типов леса использованы таксационные описания лесов по лесничествам РТ, составленные лесоустроителями Казанского филиала ФГБУ «Рослесинфорг». Результаты исследований следующие:

Итого, в обследованных лесничествах лесоустройством был протаксирован 11885 участков (N, шт. таксационные выделы) сосняков разных типов. В том числе в культурах выявлено – 10796 участков (91%), и естественного происхождения – 1089 участков (9%) выделов.

Отмечено преобладание выделов с сосняками кустарниковыми (СК). Сосняков этого типа леса практически во всех обследованных лесничествах достаточно для выполнения статистической обработки данных, расчета средних таксационных показателей.

Результаты подсчёта выделов (N, шт.) по отдельным участковым лесничествам Предкамья РТ приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Распределение таксационных выделов с сосняками
(в культурах / естественного происхождения)
по типам леса в лесничествах Республики Татарстан

Лесничества	Количество выделов (N, шт.) по типам леса / ТЛУ							
	СЛМШ А1А2	СМШ А2В2	СЧ В3	СЕ С3	СК С2	СЛП С2	СЛЩ Д2	СКЛ Д1
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предкамский лесохозяйственный район РТ								
Ашитское	151/15	88/40	-	-	273/55	-	-	-
Илетьское			-	-	351/125	-	-	-
Сурнарское	-	-	-	10/-	260/-	355/-	39/-	18/3
Тукайское	-	-	-	5/-	355/1	211/-	248/-	-
Балтасинское	-	-	-	-	465/6	160/1	37/-	41/6
Кинерское	-	-	-	-	672/8	133/-	5/-	13/-
Килеевское	-	-	-	-	147/-	109/-	37/-	2/-
Кукморское	-	-	-	1/-	271/-	103/-	3/-	42/-
Мешевашское	-	-	-	6/-	75/1	427/-	4/-	-/2
Корсинское	-	-	-	-	57/2	43/-	87/-	7/-
Столбищенское	-	97/7	-	-	401/45	10/10	-	-
Высокогорское	-/4	85/48	-/3	9/-	398/228	47/6	-	8/19
Иске-казанское	-/20	2/3	-	9/2	200/170	4/-	48/-	1/8
Лаишевское	-	69/-	-	-	474/45	59/12	2/-	-
Пестречинское	-	261/22	-	-	607/93	39/2	139/-	4/2
Закамский лесохозяйственный район РТ								
Чувбродское	-	29/12	-/1	-	288/60	-	1/-	9/-
Базарно-матак.	-	-	-	-	102/-	-	9/-	-

Вместе с сосняками кустарниковыми (СК) были обследованы сосняки липовые (СЛП), лещиновые (СЛЩ), мшистые (СМШ), лишайниково-мшистые (СЛМЩ), кленовые (СКЛ) и все прочие.

По всем обследованным лесничествам, для всех типов леса, нами был выполнен расчёт показателей среднего диаметра (ср. Д, см), средней высоты (ср. Н, м), полноты абсолютной (ср. G, м²/га), полноты относительной (ср. Р), а также запаса древесины (ср. М, м³/га). Расчёт выполнялся по десятилетним периодам (дециям) для получения сведений о особенностях хода роста древостоев сосны. В Татарстане сосняки кустарниковые распространены в Предкамье, в данной связи

наибольшее практическое значение имеют сведения о динамике возрастных показателей данных сосняков (табл. 2).

Представленные в табл. 2 сведения (ТП, таксационные показатели) позволяют получить наглядное представление о возрастных изменениях в древостоях сосняков кустарниковых (в культурах) встречающихся на территории района наших исследований, в пределах Предкамья Республики Татарстан.

Таблица 2 - Таксационные показатели (ТП) древостоев сосняков кустарниковых (в культурах) в Предкамье Республики Татарстан

ТП	Возрастные группы, лет									
	молодняки				средневозр.		приспевающ.		спелые	
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N, шт.	28	114	119	121	97	49	38	21	10	5
ср.Н	4,75	6,33	12,00	15,62	18,31	21,00	23,16	24,42	25,50	26,20
ср.Д	5,36	7,47	13,49	16,62	18,51	22,13	25,16	26,29	29,60	31,20
ср.Р	0,70	0,741	0,790	0,795	0,797	0,714	0,684	0,719	0,630	0,480
ср.Г	13,6	16,37	23,38	26,70	29,07	28,19	28,42	30,53	27,72	21,41
ср.М	44,1	62,90	147,73	209,35	259,12	279,03	302,60	337,25	316,26	252,0

Максимальное количество выделов с сосняками кустарниковыми установлено в возрасте от 11 до 50 лет, это связано с высокими объёмами посадок сосны в последние полвека, а также низкой сохранностью культур сосны старших возрастов. По показателям своего роста сосняки кустарниковые демонстрируют ускоренный рост, вплоть до возраста 41-50 лет. Начиная с возрастного периода 51-60 лет отмечается снижение показателей полноты относительной (Р) и абсолютной (G), замедляется прирост по запасу стволовой древесины (М). после 60 лет существенно снижается прирост по высоте и диаметру. После 80 лет в культурах сосны отмечается снижение запаса [10; и др.].

Относительная полнота достигает своего максимума в возрасте 31-50 лет (0,797). Абсолютная полнота достигает максимума в возрасте 71-80 лет (30,530). Средний запас к 80 годам достигает 337, 25 куб. м./ га.

Расчёт средних таксационных показателей по приведённой выше методике позволил получить представление о типологическом составе, возрастной структуре, пространственном размещении и особенностях динамики основных таксационных показателей [11; и др.]. Сходная методика применялась рядом авторов в исследованиях древостоев лиственницы, произрастающих в условиях Татарстана [12, 13; и др.].

Закладка нескольких пробных площадей в пределах каждой хозяйственной группы возраста, по методике Анучина Н.П. позволяет отследить ход роста древостоев. Закладка сотен пробных площадей на

разных этапах пирогенной сукцессии с последующей их ревизией в течении 40 летних наблюдений, по Комаровой Т.А. позволяет выявить особенности исследуемых сукцессий [9]. В нашем случае, вместо нескольких десятков – сотен пробных площадей, предлагается задействовать характеристики древостоев многих сотен и тысяч таксационных участков – выделов [11]. Использование всех таксационных (лесоустроительных) описаний позволяет выполнить необходимый статистический расчет лесотаксационных показателей с получением вполне достоверных результатов. Лесоустроительные таксационные описания дают массовый материал, позволяющий сформировать большую базу данных (Big Data) для дальнейшего моделирования (оцифровки) серий биогеоценозов, восстановительно-возрастных рядов, этапов восстановления, различных вариантов развития лесных сукцессий. Математическая обработка лесоустроительного материала может стать основой исследования лесообразовательных процессов, происходящих в современных, по большей части производных, лесах.

Литература

1. Петрова, Г.А. Создание и эксплуатация ПЛСП сосны обыкновенной в ГКУ «Зеленодольское лесничество» / Г.А. Петрова, Н.М. Ятманова, И.К. Сингатуллин // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XIX Международной научно-технической конференции, Вологда, 07 декабря 2021 года / Отв. редактор С.М. Хамитова. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. – С. 92-96.
2. Сингатуллин, И.К. Анализ лесных культур, созданных по типу смешения кулисами в Республике Татарстан / И.К. Сингатуллин, Н.М. Ятманова, Р.А. Давлетшин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 318-324.
3. Сингатуллин, И.К. Сукцессионные процессы в лесах лесостепной зоны Республики Татарстан / И.К. Сингатуллин, З.Г. Хакимова, В.И. Чернов, Р.А. Давлетшин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 388-392.
4. The influence of climatic factors on the forest-steppe zone of the Republic of Tatarstan / Singatullin I., Khakimova Z., Chernov V., Davletshin R. BIO Web of Conferences. 2020. № 17. - С. 00037.

5. Галяутдинова, Г.Г. Опасные последствия применения синтетических пиретроидов в сельском хозяйстве РТ / Г.Г. Галяутдинова, В.И. Егоров, В.И. Босяков, М.В. Балымова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. – № 21. – С. 410-413.

6. Методические рекомендации по составлению таблиц хода роста древостоев. Пушкино, изд. ВНИИЛМ, 1975. - 36 с.

7. Программа и методика биогеоценологических исследований. / Под ред. В.Н. Сукачева, Н.В. Дылиса. М.: Наука, 1966. - 334 с.

8. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесная пром-сть, 1982. 552 с.

9. Комарова, Т.А. Послепожарные сукцессии в лесах Сихотэ-Алиня с участием *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. Методологические положения и методические подходы в их изучении / Т.А. Комарова, Н.Б. Прохоренко, С.Г. Глушко, Н.В. Терехина. - Санкт-Петербург: «Свое издательство», 2017. - 402 с.

10. Рунова, Е.М. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) посевом на территории Иркутской области / Е.М. Рунова, Л.А. Зародов. // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2014. № 38. С. 157–160.

11. Глушко, С.Г. Исследование хода роста сосновых лесов // Инновационное развитие агропромышленного комплекса. Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции. Том 76, часть 2 – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – С. 228-229.

12. Зарипов, И. Н. Структура и закономерности развития культур лиственницы сибирской в Республике Татарстан: Монография / И.Н. Зарипов, Ю.П. Демаков. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. – 160 с.

13. Галиуллин, И.Р. Интродукция лиственницы в условиях Республики Татарстан / И.Р. Галиуллин, С.Г. Глушко, А.С. Калаева // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Мат-лы XIX Международной научно-технической конференции (Вологда, 7 декабря 2021 г.). - Вологда: ВоГУ, 2021. – С. 20-23.

© Глушко С.Г., Калаева А.С., 2022

УДК 630.181

Сунгатуллин Рустем Хизбуллович

Генеральный директор ОАО «Трастовая компания «Татмелиорация»
info@tatmeleo.ru

Сабиров Айрат Мансурович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Казанский государственный аграрный университет, Казань
sabairat@mail.ru

Мусин Харис Гайнутдинович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Казанский государственный аграрный университет, Казань

Мирсияпов Наиль Ильясович

аспирант
 Казанский государственный аграрный университет, Казань

Тазиев Инсаф Рамилевич

аспирант
 Казанский государственный аграрный университет, Казань

НЕОБХОДИМОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛА «ПРОЕКТ ОСВОЕНИЯ ЛЕСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРУДА В САБИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»

Аннотация. При строительстве пруда на р. Казкаш в Сабинском муниципальном районе под затопление водами пруда попадали лесные угодья расположенные в пойме реки, ее водоохранной зоне. Основанием или разрешением на строительство пруда на указанном участке являются передача указанных лесных площадей в бессрочную аренду арендатору и разработка проекта освоения лесов согласно законодательства Российской Федерации.

Ключевые слова: проект освоения, лесной участок, квартал, выдел, защитные леса, эксплуатационные леса, пруд, водоохранная зона.

Rustem Khizbullovich Sungatullin

General Director of JSC "Trust Company "Tatmelioration"
info@tatmeleo.ru

Sabirov Ayrat Mansurovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
 Kazan State Agrarian University, Kazan
sabairat@mail.ru

Musin Haris Gainutdinovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
 Kazan State Agrarian University, Kazan
 Nail Ilyasovich Mirsiyapov

postgraduate student
Kazan State Agrarian University, Kazan
Taziev Insaf Ramilevich
postgraduate student
Kazan State Agrarian University, Kazan

THE NEED TO IMPLEMENT THE SECTION "FOREST DEVELOPMENT PROJECT DURING THE CONSTRUCTION OF A POND IN THE SABINSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN"

Annotation. During the construction of a pond on the Kazkash River in the Sabinsky municipal district, forest lands located in the floodplain of the river, its water protection zone, fell under the flooding of the pond waters. The basis or permit for the construction of a pond on the specified site is the transfer of the specified forest areas to an indefinite lease to the lessee and the development of a forest development project in accordance with the legislation of the Russian Federation.

Keywords: development project, forest area, quarter, exit, protective forests, operational forests, pond, water protection zone.

При строительстве пруда на р. Казкаш у с. Мартыново Сабинского муниципального района Республики Татарстан под затопление водами пруда попадают земли лесного фонда расположенные в пойме реки. Согласно Акта обследования лесные угодья расположены на квартале № 9 выделах 3, 9 и части выделов 6, 7, 10, 29 Сабабашского участкового лесничества ГКУ «Сабинское лесничество» Министерства лесного хозяйства Республики Татарстан [1, 2]. В связи с этим согласно законодательству Российской Федерации перед проектировщиками возникла необходимость разработки «Проекта освоения лесов».

Указанный проект разрабатывался в соответствии со статьей 88 Лесного кодекса Российской Федерации (Федеральный закон от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ) [3], Приказом Рослесхоза от 29 февраля 2012 года № 69 «Об утверждении состава проекта освоения лесов и порядка его разработки» (далее – Приказ Рослесхоза № 69) [4], и имеющимся в ГКУ «Сабинское лесничество» лесохозяйственного регламента.

Проект освоения лесов является документом, определяющим порядок освоения лесов в целях обеспечения их неистощительного, многоцелевого, рационального, непрерывного использования. Данный проект составлен на основании Распоряжения Кабинета Министров Республики Татарстан №285-р от 19.02.2021 г., акта приема-передачи лесного участка от 20.02.2021 г.

В разрабатываемом проекте были отражены следующие вопросы:

- сведения о лесном участке, расположенном в береговой части р. Казкаш с описанием характеристик основных показателей лесного фонда;

- о создании лесной инфраструктуры;
- о строительстве и эксплуатации объекта, не связанного с созданием лесной инфраструктуры;
- о проведении мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов;
- о проведении мероприятий по охране объектов животного мира и водных объектов;
- о некоторых моментах организации использования лесов;
- о картографическом представлении тематических лесных карт.

У эксплуатирующей пруд организации потребность в постоянном (бессрочного) пользовании лесным участком, находящимся в государственной или муниципальной собственности с возможностью безвозмездного пользования таким лесным участком, а также право аренды такого лесного участка возникла по основаниям и в порядке, которые предусмотрены гражданским законодательством, Земельным кодексом Российской Федерации, если иное не установлено Лесным Кодексом, другими федеральными законами.

Проект освоения лесов по объекту для хозяйствующего субъекта является действительным на период права пользования этим лесным участком, который направлен на обеспечение многоцелевого, рационального, непрерывного, не истощительного освоения лесов и их использования в соответствии с разрешенными видами.

Хозяйствующему субъекту, использующему лесной участок, которому был предоставлен в постоянное (бессрочное) пользование на основании Распоряжения Кабинета Министров Республики Татарстан №285-р от 19.02.2021г., находящийся на территории Сабабашского участкового лесничества, Сабинского лесничества в квартале 9, выделы 3, 9, части выделов 6, 7, 10, 29 эти участки предоставлены в целях использования лесов для строительства и эксплуатации пруда общей площадью 3,6286 га - ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Республике Татарстан».

Данный Проект разработан в границах предоставленного, в постоянное (бессрочное пользование) лесного участка, обозначенного в Акте приема-передачи от 20.02.2021 г.

В состав предоставленного в постоянное (бессрочное пользование) лесного участка был включен квартал 9, выделы 3, 9, части выделов 6, 7, 10, 29 Сабабашского участкового лесничества, Сабинского лесничества МЛХ РТ.

Анализ показателей лесного участка проведен по данным лесоустройства 2018 года в таблице 1. Год последнего лесоустройства в ГКУ «Сабинское лесничество» - 2018 г.

Таблица 1

Наим-ние лесничества, участкового лесничества	№№ лесных кварталов, лесотаксационных выделов	Общая площадь, га
1	2	3
Сабабашское уч. лесничество, ГКУ Сабинское лесничество	кв.9	3
		0,1
		ч. выд. 6
		0,3267
		ч. выд. 7
		2,8804
		9
		0,3
		ч. выд. 10
		0,0107
		ч. выд. 29
		0,0108
Всего		3,6286

На основании приказа Рослесхоза от 18.08.2014 N 367 "Об утверждении перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации" леса Сабинского лесничества, в т.ч. застраиваемый лесной участок, относятся к Району хвойно- широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации зоны хвойно-широколиственных лесов.

По видам целевого назначения лесов указанные площади лесного участка определены как защитные леса.

По целевому назначению лесов указанные площади расположены в водоохранной зоне водотока на площади 3,6286 га.

На лесном участке, предоставленном в постоянное (бессрочное) пользование ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Республике Татарстан», общей площадью 3,6286 га, расположенному в 9 квартале выделах 3, 9 и части выделов 6, 7, 10, 29 Сабабашского участкового лесничества ГКУ «Сабинское лесничество» водные объекты представлены рекой Казкаш.

Фауна литореофильных сообществ р. Казкаш на обследованных участках сравнительно бедна. В них доминируют поденки моллюски *Ancylidae*, улитки *Ancylidae*, ручейники *Limnephilidae*, *Hydropsychidae*, а также личинки мошек. Основу населения проточных водоемов составляют бокоплавы *Niphargus*, изоподы *Proasellus*. Многочисленные пойменные лужи населены слабо. В них обычны личинки стрекоз *Coenagrion*, *Libellula depressa*, *Colopteryx virgo*, *Pyrrhosoma nymphula*, ручейники рода *Limnephilus* (несколько видов), поденки *Leptophlebia* (*Paraleptophlebia*) *sp.*, *Cloeon heterophyllum*, а также крупные горошинки рода *Roseana* и прудовик *Lymnaea gr. truncatula*.

Ихтиофауна р. Казкаш в видовом отношении на обследованном участке насчитывает не менее 7 видов: лещ *Abramis Bzama*, густера *Blicca bjoerkna*, уклейка *Alburnus alburnus*, голавль *Scualius cephalus*, обыкновенная плотва *Rutilus rutilus*, белоперый пескарь *Romanogobio albipinnatus*, речной окунь *Perea fluviatilis*.

Проектируемые виды и объемы мероприятий по охране водных объектов были установлены специалистами Казанского филиала ФГБУ "Рослесинфорг" на основании специальных обследований, использования существующих проектов водных объектов:

1. Хранение жидких и сыпучих стройматериалов должно осуществляться в герметичных емкостях и на специально оборудованных площадках, с которых не возможен их смыв и попадание в реку Казкаш.
2. Переходы вспомогательных дорог через водотоки должны сопровождаться укладкой пропускных труб, для снижения размыва почвы.
3. Снятый до начала строительства травяной покров на время работ должен убираться на временное хранение, а по окончании работ возвращаться на место, что снижает нежелательный поверхностный размыв почв.
4. Нарушенные участки почвы особенно расположенные под большими уклонами по завершении строительных работ должны засаживаться быстро затягивающей поверхность растительностью: выюнками, корневищными злаками, клевером и т.д.

Территория обследуемого участка, отводимого под строительство «Объекта», частично расположена в пределах водосбора р. Казкаш. Процесс строительства пагубно повлияет на нерест представителей ихтиофауны. По окончании процесса строительства необходимо восстановить среду обитания представителей ихтиофауны до стадии, которая была перед началом строительства путем рекультивации нарушенных земель. Необходимо усилить контроль по вылову рыбы.

Согласно разработанному проекту указанный лесной участок предоставляется в постоянное (бессрочное) пользование в целях использования лесов для строительства и эксплуатации водохранилищ в соответствии со ст. 44 Лесного кодекса Российской Федерации, т.к. использование лесного участка для других видов использования лесов, предусмотренных Лесным кодексом Российской Федерации, строго запрещено.

В соответствии с лесным законодательством Российской Федерации и настоящим Проектом освоения лесов пользователь лесного участка (арендатор) обязан:

- использовать Лесной участок только в соответствии с целевым назначением лесов и разрешенным видом использования;
- не допускать действий, приводящих к ухудшению экологической обстановки;
- соблюдать Правила пожарной безопасности в лесах, утвержденные постановлением Правительства РФ от 07.10.2020 № 1614 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах».

Арендатор Лесного участка обязан осуществлять пользование Лесным участком строго в соответствии с лесным законодательством Российской Федерации и разработанным Проектом освоения лесов.

Литература:

1. Файзрахманов Д.И., Назиров А.А., Сабиров А.М., Минниханов А.Р., Бурганов Ф.Г. Вопросы эффективного лесоуправления и лесопользования в Республике Татарстан. Научный журнал «Вестник Казанского ГАУ, 2016, № 2(40). -С. 100-104.
2. Сабиров А.М, Мухаметшина А.Р., Хузиахметов Р.Х., Низамов А.С. Новый подход к получению пролонгированных азотных удобрений и оценка их агрохимической эффективности. Перспективы развития аграрных наук: материалы Междунар. науч.- практ. конф.: тезисы докладов (Чебоксары. 1-2 июня 2019 г.) ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. – Чебоксары, 2019. – 180 С. 19-20.
3. Лесной кодекс Российской Федерации от 2006 г. (с изменениями на 26 марта 2022 года)
4. Приказ Рослесхоза от 29 февраля 2012 года № 69 «Об утверждении состава проекта освоения лесов и порядка его разработки»

© Сунгатуллин Р.Х., Сабиров А.М., Мусин Х.Г., Мирсияпов Н.И.,
Тазиев И.Р., 2022 г.

УДК 504.75

Егоров Владислав Иванович*Кандидат биологических наук, старший преподаватель
Казанский государственный аграрный университет, Казань*vladislav.e@inbox.ru

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РОССИИ

Аннотация. Загрязнение атмосферного воздуха в России становится одной из важнейших экологических проблем. Результаты исследований показывают, что в России всего лишь некоторые крупные города соответствуют санитарным требованиям к атмосферному воздуху. Всеобщая забота людей о чистоте самого важного продукта потребления – воздуха, несомненно, позволит разрешить проблему выброса вредных веществ в атмосферу.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, тяжелые металлы, кислотные дожди, выхлопные газы

Vladislav I. Egorov*Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*vladislav.e@inbox.ru

THE PROBLEM OF AIR POLLUTION IN RUSSIA

Abstract. Air pollution in Russia is becoming one of the most important environmental problems. The research results show that in Russia only a few large cities meet the sanitary requirements for atmospheric air. The general concern of people about the purity of the most important consumer product - air, will undoubtedly solve the problem of the emission of harmful substances into the atmosphere.

Keywords: air pollution, heavy metals, acid rain, exhaust gases

По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно более 4 миллионов человек преждевременно умирают из-за загрязнения атмосферного воздуха. Загрязнение атмосферного воздуха в России является важной проблемой в экологии страны. Это приводит к экономическим и социальным проблемам, которые приобретают всё больший размах. Снижение продолжительности жизни, учащение различных заболеваний, негативное влияние на организм и природу. Результаты исследований показывают, что Россия закрепилась в списке стран с плохой экологией. Ежегодно замеряется превышение предельно допустимой концентрации загрязнения в 5-10 раз и всего лишь некоторые крупные города соответствуют санитарным нормам [1, 2].

Воздух в атмосфере является важнейшим жизнеобеспечивающим компонентом на Земле, представляющий собой смесь газов и аэрозолей приземной части атмосферы. Извержение вулканов, пожары, химические загрязнители, транспорт, заводы, радиоактивные загрязнители – все эти источники являются причиной загрязнения атмосферы. Важный природный процесс загрязнения земной поверхности является вулканическая активность Земли. Огромное количество газов попадают в высокую атмосферу, распространяя это по всему земному шару.

Основные типы загрязнения:

1. Антропогенные
 - урановая руда,
 - эксплуатация реактора,
 - атомные взрывы,
 - аварии ТЭЦ,
 - отопление жилища,
 - транспорт,
 - сельское хозяйство,
 - промышленность,
 - теплоэнергетика;
2. Естественные
 - пыльные бури,
 - вулканическая деятельность,
 - лесные пожары,
 - разложение земных организмов.

Наша жизнь тесно связана с потреблением электрической энергии, что является вкладом в загрязнение атмосферы. Строительство электростанций, теплоэлектростанций решает вопросы с нехваткой энергии, но степень загрязнения воздуха только вырастает. На это влияет много факторов, среди которых имеют значение вид топлива и тип его сжигания. Обычно, используют три вида топлива: твёрдое, жидкое и газообразное [3, 4].

При сжигании газа образуются загрязняющие вещества как: угарный газ, недогоревшие углеводороды и оксиды азота. При сжигании угля, мазута и нефти, в воздух выбрасываются двуокись углерода, окислы серы, азота, кальция и железа, сернистый газ, различные твердые частицы, содержащие мышьяк, радиоактивные элементы и другие. Основными загрязнителями являются мелкие частицы диаметром 2,5 микрометра или меньше. Они могут проникать глубоко в легкие, сердце и кровотоки, где вызывают различные заболевания, в частности рак. Эти мелкие частицы представляет собой смесь химических веществ (углеводородов, солей и других соединений, выделяемых транспортными средствами, кухонными печами и промышленными предприятиями) и других природных компонентов, таких как микроорганизмы [5, 6].

Крупные ТЭЦ выбрасывают в воздух большое количество золы. Окислы азота при взаимодействии с углеводородами, образуют озон, увеличение концентрации которого в атмосферном воздухе городских территорий может приводить к увеличению заболеваний органов дыхания. Так же, в летучей золе, присутствуют радиоактивные элементы. Можно предположить, что в выбросах ТЭЦ присутствует почти вся таблица Менделеева.

Существует такое явление как кислотные дожди. Это следствие процесса загрязнения воздуха ТЭЦ диоксидом серы. Причина этому - скопление аэрозольных химических веществ в нижних слоях атмосферы. Такое явление получило название «фитохимический туман» - смог, появляющийся из-за недостатка ветров, сильной радиации Солнца и повышенной концентрации фотооксидантов в воздухе. Загрязнение воздуха таким путем очень пагубно влияет на здоровье людей, а особенно на дыхательную и сердечно-сосудистую систему организма, так же возрастает число аллергиков. В большинстве регионов Российской Федерации осаждение серы и нитратного азота из собственных источников не превышает 25% от их общего объема. Вклад собственных источников серы превышает этот порог в Мурманской (70%), Свердловской (64%), Челябинской (50%), Тульской и Рязанской (по 40%) и Красноярской областях (43%). В целом, только 34% месторождений серы на европейской территории страны имеют российское происхождение. Из оставшихся 39% поступает из европейских стран, 27% – из других источников [7, 8].

С каждым годом увеличивается число автомобилей и автотранспорта, что приводит к загрязнению воздуха выхлопными газами. Им отводится первое место. В 2021 году больше всего загрязняющих атмосферу веществ среди регионов России выбросил Красноярский край. В целом в России процент загрязнения воздуха автотранспортом составляет **42%** от всех выбросов в атмосферу. Повышенная концентрация вредных веществ в воздухе приводит к проблемам со здоровьем [9, 10].

Смеси загрязнителей воздуха также могут быть более вредными, чем их составляющие по отдельности. Мы мало знаем о том, как настоящий смог влияет на здоровье. Известно, что некоторые вещества вредны при вдыхании. Например, некоторые металлы, в том числе железо и медь, образуют свободные радикалы кислорода. Напротив, сульфаты, нитраты и аммоний гораздо чаще встречаются в смоге, но менее вредны, чем металлы [11].

Некоторые опасные загрязнители еще предстоит обнаружить. Возможные варианты включают вторичные органические аэрозоли. Они образуются в результате фотохимических реакций органических соединений, таких как изопрен (который вырабатывается растениями и животными и содержится в натуральном каучуке). Другие «гуминовые»

органические вещества выделяются из почвы и угля. Пластификаторы, такие как бисфенолы и фталаты, влияют на эндокринную систему. Но токсичность всех этих веществ в воздухе, которым дышат люди, еще предстоит оценить [12].

Биологические компоненты, такие как бактерии и грибки, редко рассматриваются в исследованиях здоровья. Они могут быть токсичными сами по себе или могут взаимодействовать с другими химическими веществами, влияя на здоровье. Соединения в клеточных стенках бактерий (эндотоксины) могут вызывать воспаление, а другие продукты грибов (микотоксины) могут вызывать респираторные заболевания и инфекции [13].

Другим явлением в природе, при котором загрязняется атмосфера большим количеством дыма, являются пожары. На протяжении многих лет происходит тысячи лесных пожаров, негативно влияющих на жизнь человека и природы. Главная функция леса – это выработка кислорода, а также защита почвы от водной и ветровой эрозии, предотвращение разрушения берегов, рек и озёр, осаждение частиц пыли из атмосферы. Лес является главным поставщиком кислорода. Без леса не образуется кислород, а также не поглощается углекислый газ, который загрязняет атмосферу и в следствии снижает качество воздуха. Разрушается экологическая система районов, загрязняются водоёмы пеплом, наносится ущерб лесным обитателям, и самое главное – дым пагубно влияет на организм человека. Это затрагивает не только экологическую проблему, но и экономическую и социальную. Ежегодно в России регистрируется 140-150 тысяч случаев возгораний [14].

Количество случаев загрязнения атмосферы в России в этом году в три раза превысило показатель предыдущего года. Самые загрязнённые регионы – Самарская и Оренбургская области, а также Бурятия. Опасность выброса в воздух несвойственных ей веществ ведет не только к загрязнению вдыхаемого людьми и животными воздуха, но и в большом изменении климата на планете.

Самыми основными методами борьбы с загрязнением атмосферы является контроль выбросов различных веществ. Замена новыми и безопасными видами транспорта, бензина на экологически чистое водородное топливо или электричество. Использование солнечных батарей не только в частных домах, но и на предприятиях. Контролирование выброса вредных газов для промышленных организаций. Следует установить фильтрующие и очищающие сооружения для того, чтобы обезопасить окружающую среду. А создание новых рекреационных зон позволит восстановить и сохранить зелёные леса, которые очищают воздух. Контролировать природные явления, к сожалению, человеку невозможно, поэтому все возможности, что доступны ему, следует соблюдать. Борьба с загрязнением окружающей

среды зависит с самого начала от человека. Каждый человек способен поддерживать стабильность экологии, иначе он вредит самому себе [15].

Также возможна проблема с загрязнением воздуха промышленными выбросами при неблагоприятных метеорологических условиях, из-за безветренной погоды и низкой облачности. От этого часто страдают города Красноярского края, Урала. По данным мэрии Красноярска, в 2021 году режим неблагоприятных метеоусловий объявлялся 24 раза, а в 2015 году – 26 раз. Тогда как в 2013 году режим «черного неба» был введен лишь семь раз.

Загрязнение среды нашего обитания стала одной из самых животрепещущих проблем. Дальнейшее использование атмосферы для свалки промышленных отходов угрожает существованию жизни на Земле. Всеобщая забота людей о чистоте самого важного продукта потребления – воздуха, несомненно, позволит разрешить проблему выброса вредных веществ в атмосферу. Также акцент в исследованиях загрязнения воздуха должен быть смещен на измерение последствий для здоровья, а не только на выбросы и химический состав атмосферы. В ней должны участвовать специалисты из таких разных областей, как молекулярная биология, токсикология, медицинские науки и экономика. Исследователи должны ранжировать загрязнители по степени их вредности и изучать токсичность образцов воздуха. Затем эти знания должны быть использованы в различных регионах страны по борьбе с наиболее опасными видами загрязнения атмосферного воздуха.

Литература

1. Особенности загрязнения атмосферного воздуха непромышленного города: риск для населения / А.М. Сердюк, И.В. Гуцук, И.А. Черниченко, О.Н. Литвиченко // Медичні перспективи. – 2019. – Т. 24. – № 4. – С. 154-159. – DOI 10.26641/2307-0404.2019.4.189609. – EDN SUUQQU.
2. Титков, С.Б. Сравнительный анализ решения проблем с повышенным загрязнением воздуха в российских и немецких городах / С.Б. Титков // Znanstvena Misel. – 2019. – № 4-1(29). – С. 9-20. – EDN ZPOJAD.
3. Патоморфологические исследования органов крыс при отравлении тиаклопридом и применении лечебных средств / В.И. Егоров, К.Ф. Халикова, Д.В. Алеев [и др.] // Ветеринарный врач. – 2017. – № 3. – С. 35-38. – EDN YRWHJZ.
4. Гибадуллин Р.З., Губейдуллина А.Х., Зубкова А.Д., Гибадуллин А.Р. Энергоресурсосберегающие подходы к очистке сточных вод на локальных очистных сооружениях лесного комплекса / Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XVII Международной научно-технической конференции, 19-21 ст. Вологда, 2019. Издательство: Вологодский государственный университет.

5. Хроматографические методы определения пестицидов из группы неоникотиноидов / Д.В. Алеев, К.Ф. Халикова, К.Е. Буркин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 237. – № 1. – С. 6-10. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-237-1-6-10. – EDN YUMMCL.

6. Гибадуллин, А.Р. К проблеме утилизации твердых отходов мегаполисов / А.Р. Гибадуллин // Студенческая наука - аграрному производству: МАТЕРИАЛЫ 79-ОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ (РЕГИОНАЛЬНОЙ) НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Казань, 25–26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 32-36. – EDN OJVQVU.

7. Фролов, А. М. Исследование проблемы загрязнения атмосферы и разработка системы мониторинга атмосферного воздуха / А. М. Фролов, Д. Ю. Елисеева, В. Л. Симонов // Аллея науки. – 2019. – Т. 1. – № 4(31). – С. 890-901. – EDN OAOOBY.

8. Случаи массового отравления животных, птиц и рыб в некоторых регионах Российской Федерации и стран СНГ / Э.И. Семенов, А.М. Тремасова, Л.Е. Матросова [и др.] // Ветеринария. – 2021. – № 8. – С. 39-44. – DOI 10.30896/0042-4846.2021.24.8.39-44. – EDN HXKOQS.

9. Каргаполов, Н.В. Технология оценки загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом / Н.В. Каргаполов // Евразийское Научное Объединение. – 2019. – № 10-4(56). – С. 351-356. – EDN RCAYTS.

10. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильным транспортом / Г.Т. Джумалиева, Л.Ю. Тимовкина, А.А. Романова [и др.] // Географические науки и образование: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции, Астрахань, 23 марта 2018 года / Составитель В.В. Занозин. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет", 2018. – С. 144-147. – EDN UWPQHO.

11. Разработка ПДК 2,3,7,8-ТХДД в кормах / Р.З. Гибадуллин, А.Х. Губейдуллина, В.Ю. Виноградов [и др.] // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 327-335. – EDN OYRWUF.

12. Яковлева, Е.А. Влияние антропогенного загрязнения воздуха формальдегидом на заболеваемость детского населения / Е.А. Яковлева, И.П. Молчанов // Интегративные тенденции в медицине и образовании. – 2022. – Т. 1. – С. 164-167. – EDN ROPJOY.

13. Комбинированное воздействие микотоксинов на физиологические показатели крыс / Л.Р. Валиуллин, Д.Д. Хайруллин, Э.И. Семенов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 221. – № 1. – С. 45-48. – EDN TODWUV.

14. Глушко, С.Г. Особенности оценки лесов в условиях массового разрушения лесной биоты / С.Г. Глушко // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: Материалы II Международной научно-практической конференции, Киров, 27–31 мая 2019 года. – Киров: Вятский государственный университет, 2019. – С. 62-67. – EDN BZEMFI.

15. Глушко, С.Г. Информационная составляющая лесных биогеосистем / С.Г. Глушко. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-полиграфическая компания "Бриг", 2020. – 144 с. – ISBN 978-5-98946-325-1. – EDN MYOTMP.

©Егоров В.И., 2022

УДК 631.6: 626.1:627.8: 626.812

Сунгатуллин Рустем Хизбуллович

*Генеральный директор ОАО «Трастовая компания «Татмелиорация»
info@tatmeleo.ru*

Сабиров Айрат Мансурович

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань
sabairat@mail.ru*

Мирсияпов Наиль Ильясович

*аспирант
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

Тазиев Инсаф Рамилевич

*аспирант
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

НЕОБХОДИМОСТЬ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ПЯТИЛЕТКА» МАМАДЫШСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы проведения гидрологических изысканий и расчетов при реконструкции гидротехнических сооружений пруда №1 и строительстве нового гидротехнических сооружений пруда №2 при реконструкции оросительной системы «Пятилетка» в Мамадышском муниципальном районе Республики Татарстан. Оба пруда являются источниками для орошения реконструируемой оросительной системы совхоза «Пятилетка».

Ключевые слова: гидрология, ручей, пруд, водоток, водосборная площадь, район, изыскание.

Sungatullin Rustem Khizbullovich

*General Director of Tatmelioration Trust Company OJSC
info@tatmeleo.ru*

Sabirov Airat Mansurovich

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan
sabairat@mail.ru*

Mirsiyapov Nail Ilyasovich

*graduate student
Kazan State Agrarian University, Kazan*

Taziev Insaf Ramilevich

*graduate student
Kazan State Agrarian University, Kazan*

THE NEED FOR HYDROLOGICAL CALCULATIONS DURING THE RECONSTRUCTION OF THE FIVE-YEAR PLAN IRRIGATION SYSTEM OF THE MAMADYSHSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. The article discusses the issues of hydrological surveys and calculations during the reconstruction of hydraulic structures of pond No. 1 and the construction of new hydraulic structures of pond No. 2 during the reconstruction of the Pyatiletka irrigation system in the Mamadysh municipal district of the Republic of Tatarstan. Both ponds are sources for irrigation of the reconstructed irrigation system of the Pyatiletka state farm.

Key words: hydrology, stream, pond, watercourse, catchment area, area, survey.

После острой засухи 2010 г. руководством Республики Татарстан большое внимание уделяется развитию мелиоративной отрасли [8]. Для капитального ремонта ГТС прудов, их реконструкции, строительстве новых ГТС прудов необходимы научно-обоснованные гидрологические изыскания и расчеты.

Основная задача гидрологических расчетов – получение количественных характеристик, описывающих гидрологические процессы на основе анализа состояния ручья Кривуха в прошлом и настоящем.

В административном отношении площадка изысканий расположена в Мамадышском районе Республики Татарстан между д. Верхний Секинесь, с. Крещеный Пакшин, пос. Русский Пакшин, с. Отарка. В соответствии с геоморфологическим районированием рассматриваемый район располагается в пределах Волго-Вятского плато Вятско-Камской возвышенности. Район проведения гидрологических изысканий расположен в междуречье р. Пакшинка и р. Секинеська, относится к водосбору р. Секинеська и принадлежит бассейну Камского участка Куйбышевского водохранилища (р. Кама). Сведения по данному водотоку в Государственном водном реестре России отсутствуют в связи с малой его протяженностью. Относится к Камскому водохозяйственному участку Куйбышевского водохранилища от устья р. Кама до пгт. Камское Устье, без р. Шешма и Волга. Входит в речной бассейн реки — Кама.

Реконструируемое ГТС №1 и проектируемое ГТС №2 расположены на правобережном притоке р. Секинеська ручье Кривуха в пределах его верхнего и среднего течения.

Ручей Кривуха берет свое начало на высотах 138 – 140 мБС в северном отроге оврага Кривуха. В южном отроге оврага расположено реконструируемое ГТС №1, имеет направление течения на юго-запад и впадает в Секинеська у северо-восточной окраины н.п. Верхняя Секинесь. Длина ручья не большая и составляет 3,58 км, площадь водосбора р. Кривуха составляет 13,8 км². Устье расположено на среднемноголетнем урезе с отметкой 87,8 мБС.

Источником питания обоих прудов является поверхностный сток с территории водосбора ручья и относится к водотокам с преимущественно снеговым питанием и наибольшим стоком талых вод в весеннее время.

Расчеты гидрологических характеристик производились в соответствии с руководящими документами [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Поскольку проектируемые ГТС №1 и ГТС №2 планируется размещать в долине ручья Кривуха, правом притоке р. Секинеська расчетные гидрологические характеристики будут приведены к створам проектируемых ГТС на участках гидростворов №1, №2.

Расчет максимальных расходов весеннего половодья

Ручей Кривуха в долине проектируемых ГТС №1 и ГТС №2 IV класса капитальности относятся к водотокам восточно-европейского типа, характеризующиеся высоким весенним половодьем и низкой меженью. Питание ручья получают в основном за счет атмосферных осадков, среди которых основное значение имеют зимние осадки.

Исходные данные ГТС №1 на ручье Кривуха:

$F=3,52 \text{ км}^2$, $f_l = 19\%$ (нижнее расположение лесов на водосборе), $f_b=0 \%$, $f_{оз}=0\%$. Район расположения водосбора — лесостепная зона Европейской территории РФ, р. Кривуха — приток р. Секинеська. Расчетная вероятность превышения слоя и максимального расхода воды P равна 1 %.

Для расчета бокового притока пруда №2.

$F=2,97 \text{ км}^2$, $f_l = 35,3\%$ (нижнее расположение лесов на водосборе), $f_b=0 \%$, $f_{оз}=0\%$. Район расположения водосбора — лесостепная зона Европейской территории РФ, р. Кривуха — приток р. Секинеська. Расчетная вероятность превышения слоя и максимального расхода воды P равна 1 %.

Тип почвенного покрова — дерново-подзолистые, по мехсоставу — суглинистые (Почвенная карта из «Схема территориального планирования Республики Татарстан». Том 5 (с изменениями). —Казань.: ТИГП, 2015. -с. 91.)

Ввиду отсутствия систематических гидрологических наблюдений на изучаемых прудах расчет максимальных расходов весеннего половодья заданной вероятностью $P\%$ определен по редуccionной формуле:

$$Q_{P\%} = K_0 h_{P\%} \mu \delta \delta_1 \delta_2 A / (A + A_1)^n, \quad (1)$$

где K_0 - параметр, характеризующий дружность весеннего половодья; рассчитывают как среднее из значений, определенных по данным нескольких рек-аналогов обратным путем из формулы (1), $K_0=0,023$;

$H_{p\%}$ - расчетный слой суммарного весеннего стока, мм, вероятности превышения P , %; определяют в зависимости от коэффициента вариации $C_v=0,4$ и отношения $C_s/C_v=2$, а также среднего многолетнего слоя стока h_0 ;

μ - коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды;

δ - коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер;

δ_1, δ_2 - коэффициенты, учитывающие влияние леса и болот;

A- площадь водосбора реки до расчетного створа, км²: A= 3,52 км² (Ручей Кривуха на участке гидроствора №1), A= 6,49 км² (Ручей Кривуха на участке гидроствора №2);

A₁- дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, 2 км²

n- показатель степени редукции, n=0,25

Расчет максимальных расходов воды весеннего половодья произведен с использованием программного комплекса «CREDO» (программа ГРИС-С – расчет стоков дождевых паводков и талых вод). Результаты расчетов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Расчетные максимальные расходы весеннего половодья руч. Кривуха на участке гидроствора №1

Вер. превышения, %	Расход стока, м ³ /с	Слой стока, мм	Объем стока, тыс.м ³
0.1	7.89	236	829.80
1	5.83	181	636.94
2	5.14	163	573.50
3	4.75	154	540.51
5	4.19	140	492.30
10	3.45	120	423.78
25	2.38	92	324.81

Таблица 2 - Расчетные максимальные расходы весеннего половодья руч. Кривуха на участке гидроствора №2 (боковой приток)

Вер. превышения, %	Расход стока, м ³ /с	Слой стока, мм	Объем стока, тыс.м ³
0.1	9.83	330	979.16
1	7.26	253	751.59
2	6.40	228	676.73
3	5.91	215	637.80
5	5.22	196	580.91
10	4.30	168	500.06
25	2.96	129	383.28

Максимальные расходы дождевого паводка

Расчет максимального стока дождевого паводка произведен по формуле:

$$Q_{p\%} = q'_{1\%} * \varphi H_{1\%} * \delta \lambda_{1\%} * A \quad (2)$$

где $q'_{1\%}$ - относительный модуль максимального срочного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, представляющий отношение:

$$q'_{1\%} = q_{1\%} / \varphi H_{1\%} \quad (3)$$

определяют для исследуемого района в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла исследуемой реки Φ_r , продолжительности склонового добега $\tau_{ск}$, мин. и района, зависящего от типа кривых редукции осадков;

φ - сборный коэффициент стока

$H_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения $P=1\%$, мм; определяют по данным ближайших к бассейну исследуемого водотока метеорологических станций.

$\lambda_{p\%}$ - переходный коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения $P = 1\%$ к значениям другой вероятности превышения $P < 25\%$;

δ - поправочный коэффициент, учитывающий для исследуемой реки и реки-аналога регулирующее влияние соответственно озер (прудов, водохранилищ), а также болот и заболоченных земель, принимают равными единице.

Гидроморфометрическая характеристика русла исследуемой реки Φ_r определяется по формуле:

$$\Phi_r = 1000L / [m_p * I_p^m * A^{0,25} * (\varphi H_{1\%})^{0,25} \quad (4)$$

где L - гидрографическая длина водотока для исследуемой реки, км;

m_p и m - гидравлические параметры, характеризующие состояние и шероховатость русла водотока; определяют согласно приложению Б, таблица Б.8 [4];

I_p - средневзвешенный уклон русла водотока, ‰;

Максимальные расходы дождевых паводков ручья Кривуха до расчетных гидростворов №1-№2 произведен с использованием программного комплекса «CREDO» (программа ГРИС-С – расчет стоков дождевых паводков и талых вод). Результаты расчетов дождевых паводков представлены в таблицах 3 и 4.

Суточный слой осадков на участке изысканий согласно справке из УГМС РТ равен $h_{1\%} = 100$ мм.

Таблица 3 - Расчетные максимальные расходы дождевых паводков на руч. Кривуха на участке гидроствора №1

Вер. превышения, %	Расход стока, м³/с	Слой стока, мм	Объем стока, тыс.м³
0.1	0.0000	77	271.7650
1	13.5408	51	181.1766
2	11.1035	45	157.6237
3	9.2495	41	143.1295

5	6.6016	35	123.2001
10	4.4629	27	94.2119
25	2.9317	18	63.4118

Таблица 4 - Расчетные максимальные расходы дождевых паводков на руч. Кривуха на участке гидроствора №2

Вер. превышения, %	Расход стока, м³/с	Слой стока, мм	Объем стока, тыс.м³
0.1	0.0000	77	229.6681
1	10.0451	52	153.1120
2	8.2370	45	133.2075
3	6.8566	41	120.9585
5	4.8851	35	104.1162
10	3.2952	27	79.6183
25	2.1643	18	53.5892

Выводы:

1. Согласно п. 8.26 СП 58.13330.2019 при проектировании постоянных речных гидротехнических сооружений расчетные максимальные расходы воды в реке следует принимать исходя из ежегодной вероятности превышения, устанавливаемой в зависимости от класса ответственности сооружений для двух расчетных случаев - основного и поверочного по таблице 5. Требования к определению расчетных гидрологических характеристик приведены в [4, 5, 6].

Таблица 5 - Ежегодные вероятности превышения расчетных максимальных расходов воды (в процентах)

Расчетные случаи	Классы ответственности сооружений			
	I	II	III	IV
Основной	0,1	1,0	3,0	5,0
Поверочный	0,01*	0,1	0,5	1,0

* С учетом гарантийной поправки в соответствии с [7].

2. Максимальные уровни воды в пруду №1 во время весеннего половодья и летних дождевых паводков поднимаются только до заданной отметке - уровня ФПУ (139,50 м) и сбрасываются уровня НПУ (138,50м).

3. Водопропускные сооружения ГТС №1 проектируются с учетом пропуска летних дождевых паводков с расходом $Q_{1\%} = 13,54 \text{ м}^3/\text{с}$. При этом расходы талых вод не учитываются, т.к. их расход меньше летних расходов.

4. Максимальные уровни воды в пруду №2 во время весеннего половодья и летних дождевых паводков поднимаются только до заданной отметке - уровня ФПУ (121,50 м) до уровня НПУ (120,50м).

5. Водопропускные сооружения ГТС №2 проектируются с учетом пропуска летних дождевых паводков с учетом бокового притока при расходе $Q_{1\%} = 13,54 + 10,04 = 23,58 \text{ м}^3/\text{с}$. При этом расходы талых вод не учитываются, т.к. их расход меньше летних расходов.

Литература:

1. Методические рекомендации по определению гидрологических расчетных характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Н.Новгород, 2007 г. – 134 с.

2. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л., Гидрометеиздат, 1973 г. – 112 с.

3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик, Гидрометеиздат, 1984 г. – 447 с.

4. СП 33-101-2003 «Определение основных гидрологических характеристик», М., 2004 г.

5. Рождественский А.В., Лобанова А.Г. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. –Л.: Гидрометеиздат, 1984, с. 199.

6. СП 58.13330.2019 "Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения".

7. СП 290.1325800.2016 "Водопропускные гидротехнические сооружения (водосбросные, водоспускные и водовыпускные). Правила проектирования".

8. Залаков А.М., Файзрахманов Д.И., Хисматуллин М.М., Сабиров А.М., Зарипов А.Ш. Состояние мелиоративной отрасли в Республике Татарстан и основные пути её развития. Научный журнал «Вестник Казанского ГАУ, 2015, № 4(38). -С. 10-15.

© Сунгатуллин Р.Х., Сабиров А.М., Мирсияпов Н.И., Тазиев И.Р., 2022

УДК 630

Мухаметшина Айгуль Рамилевна –*кандидат сельскохозяйственных наук**Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail.ru: aigulsafina@yandex.ru***Мусин Харис Гайнутдинович –***доктор сельскохозяйственных наук***Сабирова Разиля Рустемовна***Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail.ru: razilyshechka@mail.ru***Тазиев Инсаф Рамилевич***Аспирант**Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail.ru: insaftaziev@gmail.com*

ОБЛЕСЕНИЕ КРУТЫХ СКЛОНОВ ПОСЕВОМ ЖЕЛУДЕЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО БЕЗ НАРУШЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЛАНДШАФТА

Аннотация: В статье приведены результаты двухлетних исследований по облесению куртосклонов посевом желудей дуба черешчатого без нарушения существующего ландшафта. Опыты были проведены на землях Рыбно-Слободского района Республики Татарстан. Получены положительные результаты по всхожести и сохранности желудей дуба, выполняет важные противозерозионные, аккумулятивные, водорегулирующие и рекреационные функции.

Ключевые слова: защитные лесные насаждения, дуб черешчатый, овраги

FORESTING OF STEEP SLOPES BY SOWING Acorns of Pedunculate Oak WITHOUT VIOLATION OF THE EXISTING LANDSCAPE

Mukhametshina Aigul Ramilevna*Candidate of Agricultural Sciences**Kazan State Agrarian University, Kazan**e-mail.ru: aigulsafina@yandex.ru***Musin Kharis Gainutdinovich***doctor of agricultural sciences***Sabirova Razilya Rustemovna***Kazan State Agrarian University, Kazan**e-mail.ru: razilyshechka@mail.ru***Taziev Insaf Ramilevich***Graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan**e-mail.ru: insaftaziev@gmail.com*

Abstract: The article presents the results of a two-year study on the afforestation of kurtoslopes by sowing acorns of English oak without disturbing the existing landscape. The experiments were carried out on the lands of the Rybno-Sloboda region of the Republic of Tatarstan. Positive results have been obtained on the germination and preservation of oak acorns, it performs important anti-erosion, accumulative, water-regulating and recreational functions.

Key words: protective forest plantations, pedunculate oak, ravines

Оврагообразование наносит большой вред сельскому и лесному хозяйству, который проявляется в вертикальном расчленении рельефа, снижении плодородия почвы и увеличении площади земель малопригодных для сельскохозяйственного пользования. Большая роль в закреплении оврагов и предотвращении почвенной эрозии принадлежит защитным лесным насаждениям. Лесные полосы закрепляют территорию на длительный срок, поэтому размещать закладываемые полосы следует в связи с размещением полей севооборота, с крутизной склонов и направлением водных потоков.

Лесные полосы - важнейший экологический фактор оптимизации агроландшафтов. Они поддерживают экологическое и биологическое равновесие территории путём создания своеобразного мезоклимата внутри насаждений и прилегающих к ним зон, повышая экологическую стабильность. Наиболее часто создаются защитные лесные насаждения на водоразделах, по берегам рек и крупных водохранилищ, на полях, лугах, склонах, вдоль оросительных каналов и др.

Вопрос противозерозивной лесомелиорации овражно-балочных систем (ОБС) актуален в Республике Татарстан до настоящего времени [1]. Облесение крутосклонов представляет собой немаловажную составляющую в борьбе с деградацией почв на склоновых территориях [2].

Исследования по облесению крутосклонов с уклоном более 12° проводились в Рыбно-Слободском районе Республики Татарстан (рис.1). Район расположен в правобережье Камы, на юге Западного Предкамья, прилегает к акватории Куйбышевского водохранилища. Климат на территории района умеренно континентальный с относительно теплым летом и умеренно холодной продолжительной зимой. Среднегодовая температура воздуха 3,6°C, января -12,4°C (абсолютный минимум -45°C), июля 19,5°C (абсолютный максимум 36°C). Почвенный покров района разнообразен, преобладающими типами являются серые лесные (86,7 тыс. га) и дерново-подзолистые (16,3 тыс.га).



Рис.1 Посев желудей по склону

Дуб черешчатый отличается засухоустойчивостью, способен переносить очень сильные и длительные засухи. Дуб является основой долговечных, эффективно действующих защитных лесных полос. Эта порода выполняет важные противозерозивные, аккумулятивные, водорегулирующие и рекреационные функции. Дубравы часто произрастают на подверженных эрозии склонах балок и оврагов по пойменным террасам и берегам рек [3, 4]. Широко используется в защитном лесоразведении в степной и сухостепной зонах России. Для условий РТ дуб является коренной породой. Есть положительный опыт создания лесомелиоративных объектов в овражно-балочных системах Зеленодольского района Республики Татарстан. Объекты созданы под руководством научных сотрудников ТатЛОС Ч. С. Хасанкаева, Н. А. Миронова, Р. А. Уразова. В настоящее время во всех вариантах опыта сформировались высокополнотные смешанные разновозрастные насаждения с дубом в качестве главной породы. На склонах и дне оврагов образовалось естественное насаждение с преобладанием в составе берез [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Посев желудей дуба черешчатого производился осенью, ручным способом без нарушения существующего ландшафта с помощью инструмента меч «Саба». Высевали желуди в одну лунку в среднем по 1 - 2 и 6-7 шт. Расстояние междурядий 3 м в ряду 1 м (рис.1).



Рис.2. Измерение биометрических показателей дуба черешчатого

Измерение биометрических показателей дуба черешчатого производились осенью 2021 и 2022 гг. Результаты измерения приведены в таблице 1. Среднее количество дуба черешчатого в одной лунке составило от 2 до 5 шт. Необходимо отметить, что количество однолетних сеянцев значительно снижается в нижней части оврага, где больше задержания. Наибольшая средняя высота дубков получена в 2022 г. – 12 см. Средний диаметр стволика у корневой шейки – 3,0 мм, что соответствует стандартным размерам данной породы. Прирост в высоту за один год в среднем составил 10 см.

Таблица 1 – Биометрические показатели дуба черешчатого

№ п/п	Кол-во в лунке	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Прирост за 1 год
Однолетние				
2021	3	10	2,0	
2022	5	12	3,0	
Двухлетние				
2021	2	20	4,0	10

Проведенные исследования показывают, что:

- дуб черешчатый является нетребовательной к почве породой и может произрастать на смытых почвах, с наименьшим количеством доступной влаги;
- на второй год наблюдения наибольшее количество дуба обеспечивается при посеве желудей по -6-7 шт.

- создание защитных лесных насаждений на крутосклонах в будущем будет способствовать укреплению оврага и предотвращению смыва почв.

Литература

1. Сухова С. В. Опыт создания и современное состояние лесомелиоративных объектов в овражно-балочных системах Зеленодольского района Республики Татарстан [Электронный ресурс] / С. В. Сухова, М. Т. Ахметзянов // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2016. – № 4. – С. 45–55. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>
2. Исангулов Ф. С., Габдрахимов К. М. Сосна обыкновенная на облесённых крутосклонах Белебеевской возвышенности // Известия ОГАУ. 2012. №1-1.
3. Бугаев В. А. Дубравы европейской части России /В. А. Бугаев, А. Л. Мусиевский, В. В. Царалунга//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. -2004. -№ 2. -С. 7-13.
4. Новосельцев, В. Д. Дубравы/В. Д. Новосельцев, В. А. Бугаев. -М.: Агропромиздат, 1985. -216 с.
5. Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в комплексе с простейшими гидротехническими сооружениями на овражно-балочных системах в Татарской АССР / Сост.: Ч. С. Хасанкаев, Н. А. Миронов. – Казань: ТатЛОС, 1974. – 52 с.
6. Рекомендации по лесомелиорации овражно-балочных систем в Татарской АССР / Сост.: Ч. С. Хасанкаев, Н. А. Миронов, Ф. Г. Валеев. – Казань: ТатЛОС, 1977. – 23 с.
7. Рекомендации по противозерозионной оптимизации овражно-балочных систем в Татарской АССР / Сост.: Ч. С. Хасанкаев, И. Р. Уразов, Э. Х. Шакирова. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1984. – 43 с.
8. Сауткина М. Ю. Современное состояние полейзащитных лесных полос с преобладанием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Каменной Степи [Электронный ресурс] / М. Ю. Сауткина, Н. Ф. Кузнецова, В. Д. Тунякин // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2018. – № 1. – С. 78–89. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>
9. Шайхразиев, Ш. Ш. Состояние защитных насаждений лиственницы в Предкамье РТ / Ш. Ш. Шайхразиев, А. Р. Мухаметшина, Р. Ш. Набиуллин // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : Материалы XVI Международной научно-технической конференции, Вологда, 05 декабря 2018 года / Ответственный редактор С.М. Хамитова. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. – С. 108-109. – EDN HWAQKG.
10. Structure of ground beetle (Coleoptera, Carabidae) community in the spring wheat crops of the northern forest-steppe of the Ob region / K. Y. Maksimovich, E. A. Novikov, D. S. Fedorov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Dushanbe, Virtual, 27–29 октября 2021 года. – Dushanbe: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012045. – DOI 10.1088/1755-1315/1010/1/012045. – EDN PTJAXJ.

УДК 630

Тазиев Инсаф Рамилевич*Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail.ru: insaftaziev@gmail.com***Тазмеев Нияз Маратович***Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail.ru: t.niyaz@gmail.ru***Мухаметшина Айгуль Рамилевна –***кандидат сельскохозяйственных наук**Казанский государственный аграрный университет, Казань**e-mail.ru: aigulsafina@yandex.ru*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ГКУ «КЗЫЛ ЮЛДУЗКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»

Аннотация: в статье приведены результаты применения различных фунгицидов в борьбе с мучнистой росой на сеянцах дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Исследования проводились на территории ГКУ «Кзыл-Юлдузское» лесничество Республики Татарстан. Проведено трехкратное опрыскивание различными препаратами в течении вегетационного периода. Наиболее высокую биологическую эффективность показал фунгицид Тиовит Джетт 92,3 %. На контрольном варианте наблюдалось 90 % развитие болезни.

Ключевые слова: дуб черешчатый, мучнистая роса, фунгицид, лесной питомник, лесозащитные мероприятия.

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF VARIOUS DRUGS IN THE CULTIVATION OF OAK SEEDLINGS IN THE GKU "KZYL YULDUZKOE FORESTRY"

Taziev Insaf Ramilevich*Kazan State Agrarian University, Kazan**e-mail.ru: insaftaziev@gmail.com***Tazmееv Niyaz Maratovich***Kazan State Agrarian University, Kazan**e-mail.ru: t.niyaz@gmail.ru***Mukhametshina Aigul Ramilevna***Candidate of Agricultural Sciences**Kazan State Agrarian University, Kazan**e-mail.ru: aigulsafina@yandex.ru*

%

Abstract: the article presents the results of the use of various fungicides in the fight against powdery mildew on seedlings of oak petiolate (*Quercus*

róbur L.). The research was carried out on the territory of the State Institution "Kyzyl-Yulduz" forestry of the Republic of Tatarstan. Three-time spraying with various preparations was carried out during the growing season. The highest biological efficacy was shown by the fungicide Tiovit Jet 92.3%. In the control variant, 90% of the disease development was observed.

Keywords: petiolate oak, powdery mildew, fungicide, forest nursery, forest protection measures.

Для формирования устойчивых насаждений дуба черешчатого необходимо большое количество стандартного посадочного материала, поэтому в настоящее время эта проблема имеет определенную актуальность. Своевременное и успешное лесовосстановление нарушенных насаждений дуба черешчатого в условиях Среднего Поволжья во многом сдерживается отсутствием достаточного количества качественного посадочного материала [1, 2]. В целях получения качественного и здорового посадочного материала в лесных питомниках широко применяются различные регуляторы роста и фунгициды [3, 4, 5, 6, 7]. Дуб имеет особую ценность среди многих древесных пород. Для выращивания стандартного посадочного материала дуба черешчатого необходимо применять комплекс мероприятий: подготовка почвы, равномерный посев желудей, своевременный уход, применение средств защиты, регуляторов роста и минеральных удобрений [8, 9]. Эти мероприятия при условиях своевременного применения обеспечивают получение стандартного и качественного посадочного материала.

Цель исследований – изучить влияние различных препаратов на развитие мучнистой росы сеянцев дуба черешчатого в условиях открытого грунта.

Опыты по выявлению эффективности препаратов проводились в лесном питомнике Арышского лесничества ГКУ «Кзыл-Юлдузское» лесничество Республики Татарстан. Почва питомника серая лесная среднесуглинистая. Содержание гумуса – среднее. Степень обеспеченности почвы подвижными формами калия – очень высокая (от 20,0-120 мг на 100 г почвы). В лесном питомнике сеянцы выращивают по разработанной Ведерниковым Н.М. и Федоровой Н.С. интегрированной системе защиты хвойных и лиственных пород от болезней в питомниках. Объект исследования двухлетние сеянцы дуба черешчатого. Для опыта выбрали следующие фунгициды: Азорро КС (азоксистробин 100 г/л + карбендазим 300 г/л), Раёк КЭ (дифеноконазол 250 г/л), Тиовит Джет (сера 800 г/кг). В течение вегетационного периода производили опрыскивание данными препаратами с интервалом в 14 дней.

В конце мая наблюдались первые признаки появления мучнистой росы дуба (*Microsphaera alpitoides* Griff. Et Maubl.). Многими учеными отмечается, что культуры поражаются данным грибом уже при первом годе жизни сеянца. Мучнистая роса дуба приводит к снижению

поглощения углерода в течении вегетационного периода и снижает рост и развитие молодых сеянцев, а в некоторых случаях приводит к полной гибели растения.



Рис.1. Опрыскивание дуба черешчатого фунгицидами.

В ходе исследований после каждой обработки, рассчитывалось распространение и развитие болезни, определялось степень поражения и биологическая эффективность препаратов. Фунгициды показали высокую положительную динамику уже после первой обработки, в дальнейшем при повторном опрыскивании развитие мучнистой росы только снижалось по отношению к контролю. В конце вегетационного периода был произведен учет, были отобраны листья и образцы сеянцев.

После третьей обработке на контрольном варианте наблюдалось 90 % поражение листьев мучнистой росой (рис 1), в то время на опрыскиваемых вариантах не превышало 5,7% (табл. 1). Самое низкое развитие болезни наблюдалось на участке обработанным Тиовит Джет после третьей обработки развитие болезни составило не более 4,9%.

Результаты наших исследований показали, что наиболее эффективным препаратом является Тиовит Джет 92,3%. Фунгициды Азорро КС и Раёк КЭ показали результат 88,1% и 85,3% соответственно.

Таблица 1. Степень развития болезни по вариантам опыта

Варианты опыта	Развитие болезни (%)			Биологическая эффективность (%)
	Кратность обработки			
	I	II	III	
Контроль (без обработки)	23,7	50,1	90,0	-
Тиовит Джет	5,7	7,0	4,9	92,3
Азорро КС	6,3	8,1	5,7	88,1
Раёк КЭ	6,00	7,5	5,3	85,3

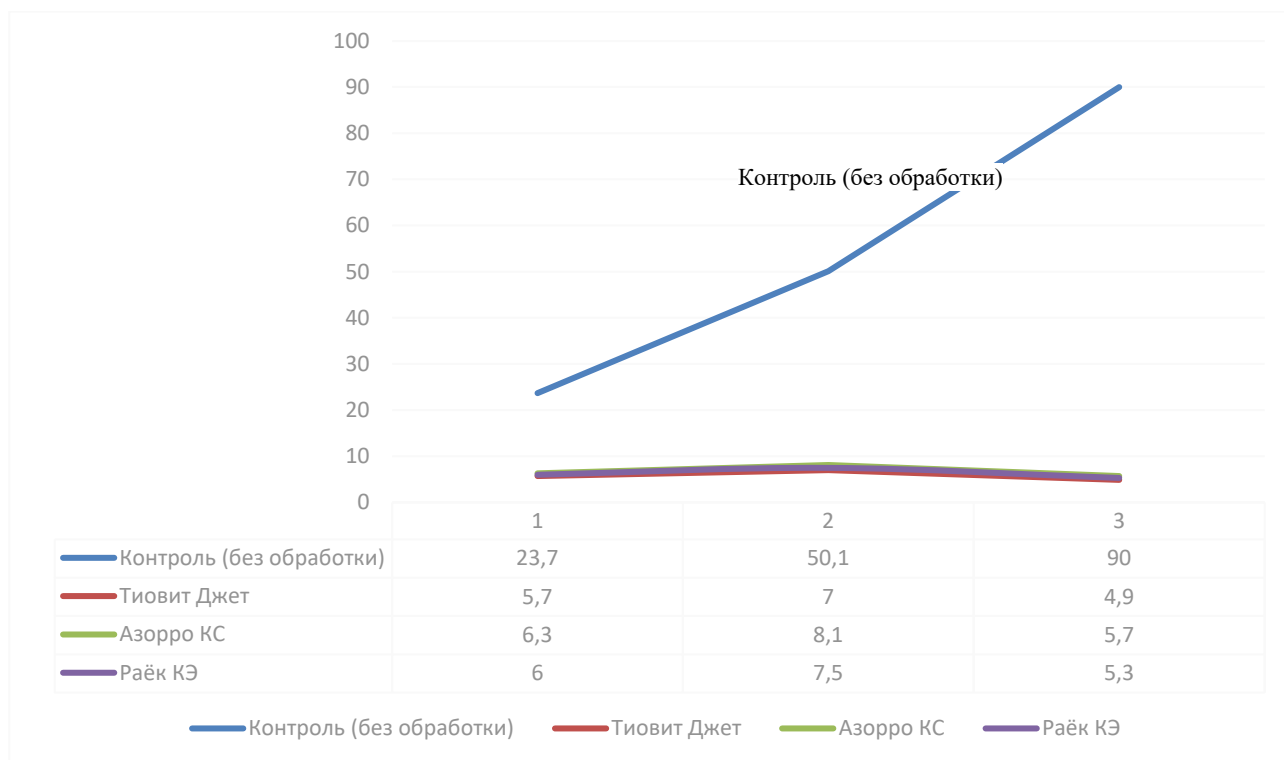


Рис. 1. Развитие болезни в вариантах (%)

Для более детального учета были отобраны по 100 семян с каждого варианта, где были измерены длина стебля и корневой части, диаметр корневой шейки, длина и ширина каждого листа отобранных семян.

Все применяемые нами препараты оказали большую эффективность в борьбе с мучнистой росой. Для получения качественного и устойчивого посадочного материала дуба, необходимо своевременно выявлять первые признаки мучнистой росы и проводить соответствующие лесозащитные мероприятия в питомниках. Для полного избавления от мучнистой росы необходимо проводить не менее трех обработок. Наблюдение за состоянием посадочного материала необходимо проводить в течение всего вегетационного периода.

Литература

1. Герасимова Е.Ю. Проблемы озеленения населённых пунктов в Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (49). С. 60–63.
2. Пужайкина И. В. Влияние биологически активных веществ на рост и развитие сеянцев дуба черешчатого / И. В. Пужайкина, В. Б. Троц // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы международной научно-практической конференции, Кинель, 13–14 апреля 2016 года / Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 72-74. – EDN WJFOZJ.
3. Троц В. Б. Применение биологически активных веществ при выращивании сеянцев дуба черешчатого // Известия ОГАУ. 2016. №6 (62).
4. Тазиев И. Р. Современное состояние дубрав в различных агроклиматических условиях Республики Татарстан / И. Р. Тазиев, Р. Р. Сабирова, И. М. Хакимуллин // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 127-133. – EDN QIGXLD.
5. Тазиев И. Р. Эффективность применения различных фунгицидов при выращивании сеянцев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) / И. Р. Тазиев, Р. Р. Сабирова // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 134-138. – EDN XBJENB.
6. Khuziakhmetov R. A new approach to obtaining prolonged nitrogen fertilizers and appraisal of their agrochemical efficiency / R. Khuziakhmetov, A. Sabirov, A. Mukhametshina, A. Nizamov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International AgroScience Conference, AgroScience 2019, Cheboksary, 01–02 июня 2019 года. Vol. 433. – Cheboksary: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012046. – DOI 10.1088/1755-1315/433/1/012046. – EDN ZTVQMV.
7. Мухаметшина А. Р. Результаты применения различных препаратов при выращивании посадочного материала лиственницы сибирской в условиях Предкамья Республики Татарстан / А. Р. Мухаметшина, Г. А. Петрова, Х. Г. Мусин [и др.] // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2020. – № 4. – С. 36-53. – EDN PIOOPB.

8. Ведерников Н.М. Состояние питомнического хозяйства и совершенствование технологии выращивания сосны и ели на базе интегрированной системы защиты от болезней // Рубки и восстановление леса в Среднем Поволжье: сб. научных трудов ВНИИЛМ. М., 1992. С. 73–74.

9. Родин А.Р., Родин С.А. Нарушение почвенной экологии в лесных питомниках и основные пути её оптимизации // Лесное хозяйство Поволжья: межвуз. сб. науч. работ. Саратов: СГСА им. Н.И. Вавилова, 1996. С. 269–273.

(©) Тазиев И.Р., Тазмеев Н.М., Мухаметшина А.Р., 2022 г.

УДК 630

Тазиев Инсаф Рамилевич*Казанский государственный аграрный университет, Казань
e-mail.ru: insaftaziev@gmail.com***Тазмеев Нияз Маратович***Казанский государственный аграрный университет, Казань
e-mail.ru: t.niyaz@gmail.ru***Мухаметшина Айгуль Рамилевна –***кандидат сельскохозяйственных наук
Казанский государственный аграрный университет, Казань
e-mail.ru: aigulsafina@yandex.ru*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАСТВОРАХ БИОПРЕПАРАТОВ В ПИТОМНИКЕ АРЫШСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Аннотация: В статье приведены результаты проведения однолетних исследований в питомнике Арышского лесничества РТ. При проведении опытов использованы биопрепараты производства компании «Bionovatic»: биодукс (регулятор роста), органит П (биоудобрение), органит Н (биоудобрение). Наибольшую грунтовую всхожесть обеспечил вариант с применением биодукс – 47 -51%, который влияет на энергию прорастания. Предпосевная обработка семян сосны в растворах препаратов позволило увеличить грунтовую всхожесть на 10%.

Ключевые слова: сеянцы, сосна обыкновенная, грунтовая всхожесть.

EFFICIENCY OF PRE-SOWING TREATMENT OF SCOTT PINE SEEDS IN SOLUTIONS OF BIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE NURSERY OF ARYSH FORESTRY

Taziev Insaf Ramilevich*Kazan State Agrarian University, Kazan
e-mail.ru: insaftaziev@gmail.com***Tazmееv Niyaz Maratovich***Kazan State Agrarian University, Kazan
e-mail.ru: t.niyaz@gmail.ru***Mukhametshina Aigul Ramilevna***Candidate of Agricultural Sciences
Kazan State Agrarian University, Kazan
e-mail.ru: aigulsafina@yandex.ru*

Annotation: The article presents the results of one-year studies in the nursery of the Arysh forestry of the Republic of Tatarstan. During the

experiments, biopreparations produced by the Bionovatic company were used: biodux (growth regulator), organite P (biofertilizer), organit N (biofertilizer). The highest soil germination was provided by the variant with the use of biodux - 47 -51%, which affects the germination energy. Pre-sowing treatment of pine seeds in solutions of preparations made it possible to increase soil germination by 10%.

Key words: seedlings, Scotch pine, ground germination

Одним из успешных направлений современного лесовосстановления является создание высокопродуктивных насаждений, требующее использования качественного посадочного материала. Изучение литературных источников показывает, что на современном этапе требуется разработка новых технологий выращивания посадочного материала с применением безопасных биологических препаратов [1, 2, 3]. Одним из способов увеличения выхода стандартного посадочного материала является предпосевная обработка семян в растворах биопрепаратов. Применение различных препаратов как правило увеличивает грунтовую всхожесть, улучшают рост и развитие, повышают устойчивость посадочного материала к внешним условиям и болезням [4, 5, 6, 7].

Цель исследований – изучить влияние предпосевной обработки семян сосны обыкновенной в растворах биопрепаратов.

Опыты проводились в условиях лесного питомника Арышского участкового лесничества ГКУ «Кзыл-Юлдузское» лесничество Республики Татарстан. Почва питомника серая лесная среднесуглинистая. Содержание гумуса – среднее. Степень обеспеченности почвы подвижными формами калия – очень высокая (от 20,0-120 мг на 100 г почвы). Семена сосны обыкновенной I класса качества замачивали в растворах биопрепаратов с продолжительностью 3, 6 и 12 часов. Технология выращивания сосны обыкновенной включает стратификации семян, предпосевную обработку сосны в растворах биопрепаратов и защиту сеянцев от болезней, распространенных в лесных питомниках. Схема опытов приведена в графике. В полевом опыте были использованы биопрепараты производства компании «Bionovatic»: биодукс (регулятор роста), органиит П (биоудобрение), органиит Н (биоудобрение). Для сравнения семена контрольного варианта замачивали в простой воде. В ходе исследований были определены грунтовая всхожесть семян, измерены биометрические показатели: высота и диаметр стволика у корневой шейки сеянцев сосны обыкновенной. Полученные данные были обработаны методом дисперсионного анализа [8].

Посев стратифицированных семян сосны производился в мае после предпосевной обработки. Подсчет и наблюдения за всходами производили с мая по июль. Как показывают результаты практически во

всех вариантах замачивания наибольшую грунтовую всхожесть обеспечил вариант с применением биодукс – 47 -51%, который влияет на энергию прорастания. Предпосевная обработка семян сосны в растворах препаратов позволило увеличить грунтовую всхожесть на 10%. В целом количество всходов на 1 погонный м составило по вариантам опыта от 86 до 102 шт.п./м.

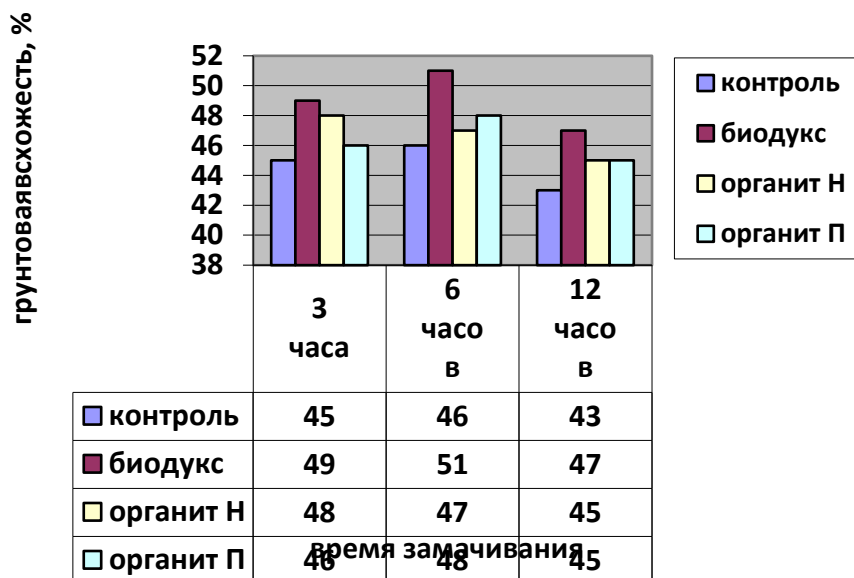


Рис. 1 Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной

В конце вегетационного периода была определена сохранность сеянцев. В среднем по всем вариантам опыта сохранность от 68,0 до 76,0% (рис.1). Отпад сеянцев происходил в результате полегания в контрольном варианте и механических повреждений при проведении агротехнических уходов.

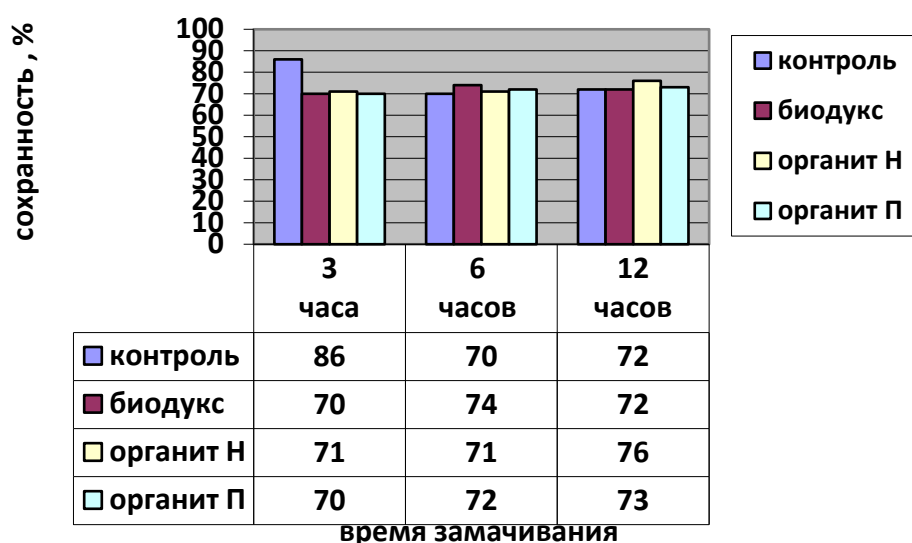


Рис 2. Сохранность сеянцев сосны обыкновенной к концу года

В лабораторных условиях были измерены биометрические показатели однолетних сеянцев сосны (рис.3).



Рис.3. Измерение биометрических показателей сеянцев в лабораторных условиях.

Влияние биопрепаратов на рост сеянцев было незначительным (НСР не. док.). Наибольшее значение высоты получены в вариантах при 6-ти часовом замачивании семян 5-6 см. Диаметр стволика у корневой шейки практически во всех вариантах одинаковая 1,0-1,2 мм. Значение корневой системы варьировала в пределах от 8 до 15 см (рис.3).

Полученные результаты свидетельствует о том, что предпосевная обработка семян в растворах биопрепаратов положительно влияет грунтовую всхожесть и соответственно увеличивает выход стандартного посадочного материала.

Литература

1.Егорова А.В., Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В. Влияние хвойного препарата на рост и элементный состав сеянцев *Pinus sylvestris* L. в условиях лесного питомника. // Химия растительного сырья. – 2017. – № 2. – С. 171–180.

2. Егорова А.В. Регуляторы роста в процессах прорастания семян и роста сеянцев хвойных пород // Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий / VIII Съезд об-ва физиологов растений России: тез. докл. Всеросс. науч. конф. и школы для молодых ученых, 21-26 сентября 2015 г. / Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. – С. 183.

3. Робонен Е.В., Зайцева М.И., Чернобровкина Н.П., Чернышенко О.В., Васильев С.Б. Опыт разработки и использования контейнерных субстратов для лесных питомников. Альтернативы торфу. // Resources and Technology. 2015. Т. 12. № 1. С. 47–76.

4. A new approach to obtaining prolonged nitrogen fertilizers and appraisal of their agrochemical efficiency / R. Khuziakhmetov, A. Sabirov, A. Mukhametshina, A. Nizamov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International AgroScience Conference, AgroScience 2019, Cheboksary, 01–02 июня 2019 года. – Cheboksary: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012046. – DOI 10.1088/1755-1315/433/1/012046. – EDN ZTVQMV.

5. Мухаметшина А. Р. Сравнительная характеристика и эффективность применения новых препаратов при выращивании посадочного материала лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) в питомнике учебно-опытного Пригородного лесхоза Республики Татарстан / А. Р. Мухаметшина, Г. А. Петрова, Х. Г. Мусин [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – № 231. – С. 29-40. – DOI 10.21266/2079-4304.2020.231.29-40. – EDN SVAUBF.

6. Ведерников Н.М. Повышение устойчивости сеянцев лиственницы сибирской к шютте в питомниках/Н.М. Ведерников, Н.С. Федорова//Проблемы лесоводства Среднего Поволжья: сборник научных статей посвященных 75 -летию Татарской ЛОС ВНИИЛМа – Пушкино, 2001. С. 109-112.

7. Ведерников Н.М. Применение коллоидной серы и цинеба в борьбе с грибом *Meria larics Vuil.*// Сб. трудов по лесному хозяйству ТатЛОС. Казань, 1960, вып. XV, с. 143-166.

8. Методика полевого опыта, изд.4-е. перераб. и доп./ Доспехов. Б.А. — М.: Колос, 1979 – 416 с.

(©) Тазмеев Н.М., Тазиев И.Р., Мухаметшина А.Р., 2022 г.

УДК 634.23

Петрова Гузель Анисовна

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

Тазиев Инсаф Рамилевич

*Аспирант кафедры лесоводства и лесных культур
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

guzel-petrva@rambler.ru

ВОСПРОИЗВОДСТВО ДУБРАВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН: ПРОБЛЕМА И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Аннотация: Дуб является одной из лесообразующих пород Республики Татарстан. Экстремальные климатические условия, наблюдавшиеся в некоторые периоды XX века, привели к усыханию и деградации больших площадей дубовых насаждений. Принятые меры привели к частичному восстановлению дубрав. Однако эта проблема остается актуальной и на сегодняшний день.

Ключевые слова: дубовые насаждения, усыхание, деградация, воспроизводство.

Petrova Guzel Anisovna

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan*

Taziev Insaf Ramilevich Postgraduate

*student of the Department of Forestry and Forest Plantations
Kazan State Agrarian University, Kazan*

guzel-petrva@rambler.ru

OAK REPRODUCTION IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN: THE PROBLEM AND WAYS OF ITS SOLUTION

Abstract: Oak is one of the forest-forming species of the Republic of Tatarstan. Extreme climatic conditions observed in some periods of the XX century led to the drying and degradation of large areas of oak plantations. The measures taken led to the partial restoration of oak forests. However, this problem remains relevant today.

Key words: oak plantations, shrinking, degradation, reproduction.

Проблема воспроизводства дубовых насаждений является важной как для работников сферы лесного хозяйства, так и ученых. Во всем мире уделяется большое внимание вопросам сохранения биоразнообразия и генетических ресурсов ценных лесных древесных пород. Особенно актуальной эта проблема является для дуба черешчатого (*Quercus robur*

L.), являющейся одной из лесообразующих пород в Республике Татарстан [1].

Дуб – источник ценной древесины, которая используется в различных отраслях: в производстве мебели, паркета, фанеры и многого другого. Кроме того, велика роль дубовых насаждений в природе: выполняют почвозащитные, водоохранные и другие важные функции.

Однако состояние дубрав в республике ухудшилось, сократились площади их произрастания. Этому процессу способствовали неблагоприятные природно-климатические явления.

На протяжении прошлого столетия дубравы Татарстана неоднократно подвергались массовому усыханию и деградации. В 1942-1946 гг. прошла первая волна усыхания дуба. Площадь пострадавших дубрав составила более 9 тыс. га, при этом общий объем усохших дубрав оказался более 2,5 млн. м³ [2].

Следующая волна усыхания и деградации дубовых насаждений пришлась на период зимы 1978-1979 гг., когда температура воздуха в республике оказалась на экстремально низком уровне и опустилась до отметки -52...-54⁰С. Наиболее интенсивное усыхание наблюдалось в 1979 г., далее темпы этого патологического процесса снизились, но деградация окончательно не остановилась. В качестве примера стоит отметить, что за период с 1973 по 1998 гг. площадь дубовых насаждений сократилась на 118 тыс. га (площади сократились с 280,8 тыс. га до 162,6 тыс. га), что составляет 42% от всей их территории. Были предприняты меры по восстановлению утраченных площадей дубов путем создания лесных культур и естественного возобновления. Это помогло несколько улучшить ситуацию. Таким образом, утраченные площади удалось увеличить со 118 тыс. га до 188,7 тыс. га, что составляет 16,8% от покрытой лесом площади [3].

Процесс усыхания и деградации сопровождался постепенной сменой дуба липой и другими мягколиственными породами. Значительные площади заросли лещиной. В некоторых районах произошло замещение высокоствольных дубрав низкоствольными. На площади более 20 тыс. га образовались редины и низкополнотные мягколиственные насаждения, которые сменили дуб [4].

На многих деревьях дуба, не усохших в результате воздействия экстремальных климатических факторов, образовались морозобойные трещины и произошло поражение грибными болезнями. Вследствие этого древесина таких деревьев потеряла товарную ценность.

В 1996 г. Министерством лесного хозяйства Республики Татарстан была разработана «Программа восстановления дубрав РТ» в рамках которой были прописаны мероприятия, направленные на защиту дубрав от исчезновения. Однако принимаемые мероприятия по сохранению и восстановлению дубрав не могут дать быстрого эффекта и остановить процессы деградации.

В насаждениях дуба в зоне средней лесопатологической угрозы в период 2011-2017 гг. наблюдается высокий текущий отпад величиной 5,1–5,6%. Причинами послужили многочисленных морозобойных трещин вследствие морозов прошлых лет, развитие стволовых гнилей, наличие, а также ослабление насаждений вследствие многократного объедания листвы комплексом листоверток. С 2018 г. текущий отпад резко снизился до величины 1,6% и в 2020 г. составляет 1,3% (рис. 1).

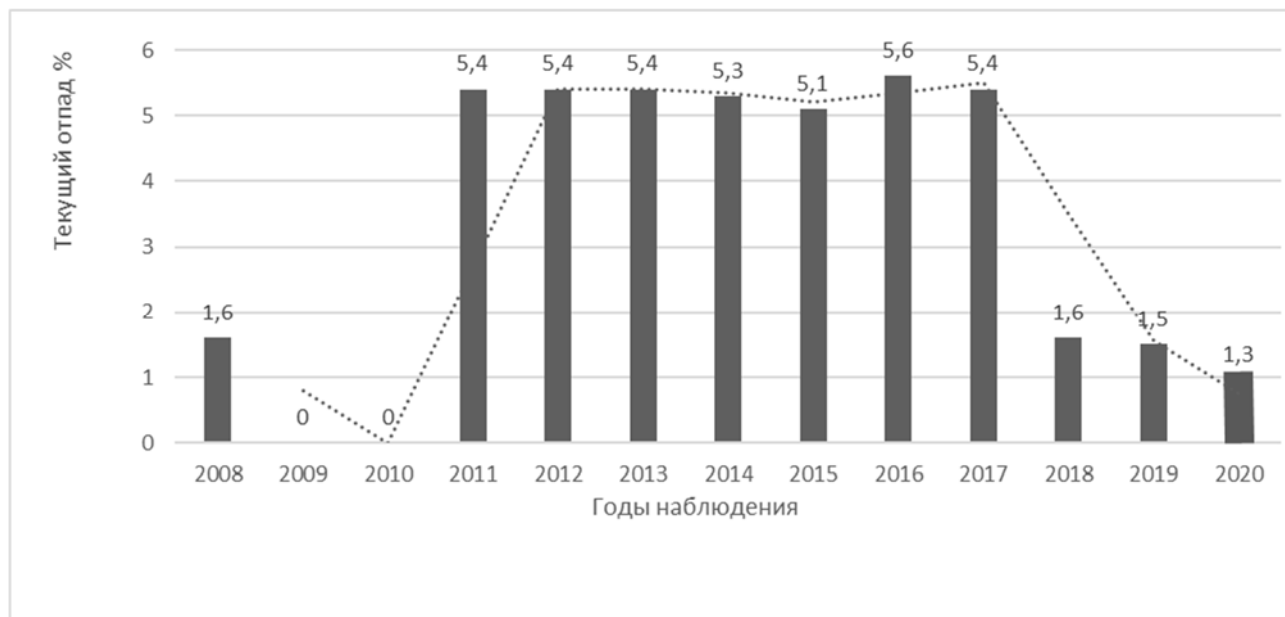


Рисунок 1 - Динамика текущего отпада в дубовых насаждениях в зоне средней лесопатологической угрозы

Основой сохранения дубовых насаждений от усыхания и успешного их восстановления будет соблюдение комплекса мероприятий, которые предполагают проведение селекционно-генетических и лесоводственных работ. Также необходимо регулировать данный процесс на законодательном уровне, создавая систему устойчивого ведения лесного хозяйства в дубравах. При комплексном подходе к решению проблемы воспроизводства дубрав можно говорить о повышении их жизнеспособности и устойчивости.

Важно разработать меры, которые будут эффективными и помогут избежать полной деградации дубовых насаждений. С этой целью рекомендуется проведение следующих мероприятий:

- Заготовка качественных семян дуба черешчатого (желудей).
- Использование генетико-селекционных подходов для усовершенствования технологий получения здорового посадочного материала.
- Выращивание посадочного материала дуба черешчатого с закрытой корневой системой.

- Разработка и применение научно обоснованных подходов для организации рационального, многоцелевого, непрерывного и неистощительного использования лесов.

-. Создание сложных по структуре и смешенных по составу разновозрастных насаждений, комбинированным способом лесовосстановления.

Литература

1. Каримов, М. С. Оценка состояния дубовых насаждений в ГКУ "пригородное лесничество" Республики Татарстан / М. С. Каримов // Студенческая наука - аграрному производству : МАТЕРИАЛЫ 79-ОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ (РЕГИОНАЛЬНОЙ) НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Казань, 25–26 февраля 2021 года. Том 3. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 71-78. – EDN ZDSSEW.

2. Галимуллин А.Ф. Естественное возобновление дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях Пригородного лесхоза Республики Татарстан / А.Ф. Галимуллин, К.Х. Хузин, А.Г. Салихов, М.А. Башаров, Р.Ш. Якупов // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан: Сборник научных статей. – Выпуск 1. – Казань: РИЦ «Школа», 2005 – С. 188-194.

3. Башаров М.А. Проблема воспроизводства дубрав в Республике Татарстан и пути ее решения / А.М. Башаров, А.Ф. Галимуллин, А.Г. Салихов, К.Х. Хузин, Р.Ш. Якупов // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан: Сборник научных статей. – Выпуск 1. – Казань: РИЦ «Школа», 2005 – С. 195-200.

4. Газизуллин А.Х. Экологическое состояние дубрав Среднего Поволжья / А.Х. Газизуллин, А.Г. Гаянов, Е.А. Гуськов, А.Т. Сабиров // Влияние атмосферного загрязнения и других антропогенных природных факторов на дестабилизацию состояния лесов Центральной и Восточной Европы: тез. докл. междунар. науч. конф. – М., 1996. – Т. 1. – С. 123-125.

© Петрова Г.А., Тазиев И.Р., 2022

УДК 633.2.03

Сафиоллин Фаик Набиевич

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань
faik1948@mail.ru*

Миннуллин Геннадий Самигуллинович

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

Сулейманов Салават Разяпович

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
dusai@mail.ru*

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙГРАСА**МНОГОУКОСНОГО И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО ИНТРОДУКЦИИ В ЛУГОВОЕ
КОРМОПРОИЗВОДСТВО РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Аннотация. В ходе проведения исследований установлена высокая эффективность подсева райграса многоукосного и райграсово-бобовых травосмесей в предварительно обработанную дернину пойменного луга. В год окультуривания пойменного луга рекомендуемый способ обеспечивает формирование плотного агроценоза (548-610 шт./м²) со средней высотой 64-74 см с урожайностью зеленой массы 14-16 т/га.

При этом, содержание как переваримого протеина так и суммы сахаров возрастает соответственно от 10,8 и 6,2 на контроле до 12,9 и 13,8 процента. В результате сахаро-протеиновое соотношение от 0,8:1 до 1,05:1 идеально соответствуют нормативным показателям.

Ключевые слова: пойменные луга, дискование, плоскорезная обработка, райграсс многоукосный, зеленая масса, урожайность, сахаро-протеиновое соотношение.

Safiollin Faik Nabievich

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan
faik1948@mail.ru*

Minnullin Gennady Samigullinovich

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan*

Suleymanov Salavat Razyapovich

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan
dusai@mail.ru*

BIOLOGICAL FEATURES OF RYEGRASS MNOGOKOSNOGO AND THE RESULTS OF ITS INTRODUCTION INTO THE MEADOW FEED PRODUCTION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Annotation. In the course of the research, the high efficiency of sowing multi-corn ryegrass and ryegrass-legume grass mixtures in the pre-treated sod of the spring meadow was established. In the year of cultivation of the floodplain meadow, the recommended method ensures the formation of a dense agrocenosis (548-610 pcs. / m²) with an average height of 64-74 cm with a yield of green mass of 14-16 t / ha.

At the same time, the content of both digestible protein and the amount of sugars increases, respectively, from 10.8 and 6.2 at the control to 12.9 and 13.8 percent. As a result, the sugar-protein ratio from 0.8:1 to 1.05:1 perfectly corresponds to the normative indicators.

Keywords: floodplain meadows, disking, flat-cut processing, multi-slope ryegrass, green mass, yield, sugar-protein ratio.

Введение. Райграс многоукосный (*Lólium multiflórum* Lam) в переводе на русский язык означает ржаная трава [1,2]. В аграрном секторе европейских стран широко используется 3 вида райграса: многоукосный, однолетний и пастбищный. Среди них в луговом кормопроизводстве особое место занимает райграс многоукосный, поскольку в отличие от других многолетних трав в год подсева в обработанную дернину пойменного луга образует 3,5-4,0 т/га сухой массы [3, 4].

В сухом веществе райграса содержится 250-300 мг/кг каротина, 14-15% сырого протеина и, самое главное, 20-25% углеводов, в том числе 15-16% суммы сахаров. В связи с этим, при подсеве райграса многоукосного в смеси с многолетними травами из семейства бобовых можно одновременно решить два вопроса: проблема белка и проблема оптимизации сахаро-протеинового соотношения в заготавливаемых кормах [5, 6]. Эти извечные проблемы в прошлом веке пытались решить за счет расширения посевных площадей гороха и вики с высоким содержанием белковых веществ, а для обеспечения углеводами на 1 голову КРС заготавливали 5 т кормовой свеклы, закрепляя за каждой крестьянской семьей 0,3-0,5 га посевов этой культуры.

Такой тип кормления животных с огромными затратами ручного труда не соответствует современным рыночным отношениям и не обеспечивает кардинальное решение вопросов производства животноводческих продуктов питания, доступных широкому кругу населения.

Поэтому целью наших исследований стала разработка приемов интродукции райграса многоукосного в луговое кормопроизводство

нашей республики, включая изучение его совместимости с другими бобовыми многолетними травами.

Методика и методология. Основным методом исследований был двухфакторный стационарный полевой опыт, который был заложен в 2022 году на пойменных лугах реки Ик КФХ «Миннуллин Г.С.» Бавлинского муниципального района Республики Татарстан. Фактор А – приемы предпосевной обработки дернины с предварительным внесением $N_{45} P_{30} K_{45}$; фактор В – подсев райграса многоукосного Ленинградский 809 в чистом виде и в смеси с клевером луговым Ранний 2, люцерной посевной Айслу и козлятником восточным Гале с общей нормой высева 12 кг/га (600 всхожих семян на 1 м²). Учет, анализы и обработка результатов исследований проводились по методике полевого опыта, разработанный учеными-луговодами ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса.

Агрометеорологические условия 2022 г. коренным образом отличались от среднемноголетних показателей. В мае и в начале июня осадков выпало почти в 2 раза больше нормы. Во второй половине июня и начале июля среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетние показатели на 3-4°C. Сочетание достаточной влагообеспеченности с высокими термическими ресурсами способствовало формированию высокопродуктивного агроценоза пойменного луга в год его ремонта.

Результаты и их обсуждение.

Плотность, высота травостоя и урожайность зеленой массы окультуренного пойменного луга полностью зависит от 2-х факторов: приемов предварительной обработки дернины и состава подсеваемой смеси (табл.1).

Таблица 1 - Влияние приемов обработки дернины и подсева райграсово-бобовых травосмесей на формирование агроценоза пойменного луга

Фактор А (приемы обработки дернины)	Фактор В (подсеваемые травосмеси)	Плотность травостоя		Высота травостоя	
		шт/м ²	+ к контрол ю	см	+ к контролю
Без обработки дернины	Без подсева (контроль)	295	-	46	-
	Райграс многоукосный	326	31	50	4
	Райграс + клевер луговой	388	93	58	12
	Райграс + люцерна посевная	362	67	55	9
	Райграс + козлятник восточный	327	32	52	6

Дискование БД-4х2П + плоскорезная обработка КПГ-2,2	Без подсева (контроль)	365	-	54	-
	Райграс многоукосный	548	183	61	7
	Райграс + клевер луговой	610	245	74	20
	Райграс + люцерна посевная	583	218	70	16
	Райграс + козлятник восточный	571	206	66	12
НСР ₀₅		38,3		4,7	

Прямой подсев райграса и райграсово-бобовых травосмесей не обеспечивает приживаемость многолетних трав, поскольку из 600 шт./га высеваемых семян выжили до скашивания пойменного луга всего от 31 до 93 шт./м². В тех же условиях дискование дернины + плоскорезная обработка почвы на глубину 24 см обеспечивает увеличение плотности травостоя от 548 (подсев райграса многоукосного в чистом виде) до 610 шт./м² (подсев райграса в смеси с клевером луговым). В этом отношении вариант опыта с подсевом райграса в смеси с люцерной занимает промежуточную позицию, уступая клеверу луговому, но опережая козлятник восточный, который отличается содержанием твердокаменных семян более чем 50-60 процентов.

Столь резкое увеличение плотности и высоты травостоя на варианте с предварительной послойной обработки пойменного луга объясняется следующими причинами:

- во-первых, разрезанные частицы дернины после дискования укрепляются, формируют новую корневую систему и вырастает новое растение (в народе дискование называют омолаживанием травостоя);
- во-вторых, после дискования в начальном этапе снижается конкурентная борьба за свет, элементы питания и влагу между оставшимися растениями и подсеянными многолетними травами [7, 8];
- глубокое рыхление почвы обеспечивает лучшую ее аэрацию, усиливает водоудерживающую способность, биоактивность, минерализацию веками накопленного органического вещества, улучшая питательный режим растений. В итоге, высота травостоя превышает контроль на 20 см [9, 10].

Формирование плотного, высокорослого агроценоза оказывает прямое влияние на урожайность зеленой массы окультуренного пойменного луга (табл.2).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы в зависимости от приемов окультуривания пойменного луга

Фактор А (приемы обработки дернины)	Фактор В (подсеваемые травосмеси)	Урожайность зеленой массы т/га	Прибавка	
			т/га	%

Без обработки дернины	Без подсева (контроль)	7,34	-	-
	Райграс многоукосный	8,58	1,24	16,9
	Райграс + клевер луговой	9,03	1,69	23,0
	Райграс + люцерна посевная	8,86	1,52	20,7
	Райграс + козлятник восточный	8,62	1,28	17,4
Дискование БД-4х2П+ плоскорезная обработка КПП-2,2	Без подсева (контроль)	11,96	4,62	62,9
	Райграс многоукосный	14,48	7,14	97,3
	Райграс + клевер луговой	16,84	9,50	129,4
	Райграс + люцерна посевная	15,23	7,89	107,5
	Райграс + козлятник восточный	14,87	8,53	102,6
НСР ₀₅		0,48		

Прямой подсев в необработанную дернину райграса многоукосного и вместе с 3-мя бобовыми многолетними травами обеспечивает получение прибавки урожайности зеленой массы на уровне 1,2-1,69 т/га, что составляет 16,9-23,0 % к контролю. При цене продажи дизельного топлива более чем 40 руб./л затраты на заготовку сена, тем более, мелкорулонного сенажа не окупаются [14-15]. Естественно кормовые угодья с урожайностью до 10,0 т/га зеленой массы можно использовать только для пастбы скота в сочетании с дополнительной ночной их подкормкой.

Совершенно другая картина складывается, когда райграс многоукосный подсеивается в смеси с клевером луговым на предварительно обработанную дернину - уже в год ремонта урожайность в 1,29 раза – 16,8 против 7,34 т/га на абсолютном контроле. Следовательно, в целях получения 16,8 т/га дополнительной зеленой массы в год окультуривания пойменного луга необходимо провести обработку почвы на глубину 24 см и дернины – 8-10 см.

Кроме того, подсев райграса многоукосного в смеси с многолетними травами из семейства бобовых в предварительно подготовленную дернину позволяет получить энергонасыщенные корма, сбалансированные по сахаропротеиновому соотношению (табл.3).

Таблица 3 – Содержание переваримого протеина, сумма сахаров и сахаро-протеиновое соотношение по вариантам опыта

Фактор А (приемы обработки дернины)	Фактор В (подсеиваемые травосмеси)	Содержание в сухой массе, %		Сахаро-протеиновое соотношение
		сумма сахаров	переваримого протеина	

Без обработки дернины	Без подсева (контроль)	6,2	10,8	0,57:1
	Райграс многоукосный	6,2	11,0	0,62:1
	Райграс + клевер луговой	6,6	11,9	0,55:1
	Райграс + люцерна посевная	6,0	11,6	0,52:1
	Райграс + козлятник восточный	6,2	11,2	0,55:1
Дискование БД-4х2П+ плоскорезная обработка КПГ-2,2	Без подсева (контроль)	6,8	11,3	0,60:1
	Райграс многоукосный	12,9	12,2	1,05:1
	Райграс + клевер луговой	11,7	13,8	0,85:1
	Райграс + люцерна посевная	10,4	12,7	0,82:1
	Райграс + козлятник восточный	11,8	12,6	0,94:1

Например, содержание переваримого протеина в сухом веществе возрастает от 10,8 на абсолютном контроле (естественный травостой без обработки дернины и подсева) до 13,8 % на варианте с двухслойной обработкой пойменного луга и подсева райграсово-клеверной травосмеси. Столь высокая насыщенность сухой массы улучшенного пойменного луга переваримым протеином объясняется наличием на корнях клевера лугового клубеньковых бактерий, которые усваивают азот воздуха и обеспечивают этим элементом питания не только себя, но и рядом растущие мятликовые травы, включая райграс многоукосный. С другой стороны, как было отмечено выше, за счёт минерализации органического вещества пойменного луга на варианте с обработкой почвы улучшается питательный режим растительного сообщества.

Известно, что продуктивность дойных коров зависит не только от насыщенности рациона их кормления белковыми веществами, но и суммой сахаров. Учёные по кормлению КРС установили, что на 1 единицу переваримого протеина требуется минимум 0,75 единиц суммы сахаров, а для лактирующих коров это соотношение должно быть 1,2:1. Только в этом случае мы можем получить надои молока более 5 тыс. л/год, против 4 тыс. л/год в настоящее время. Этим требованиям соответствуют корма, заготовленные на улучшенных пойменных лугах путем подсева райграса и райграсово-бобовых травосмесей (сахаро-протеиновой соотношение составляет от 0,82:1 до 1,05:1). При этом, корма полученные с варианта опыта с подсевом райграса многоукосного в чистом виде необходимо использовать для кормления лактирующих коров, а с других вариантов, для дойных коров.

Заключение. В целях формирования в год ремонта плотного (548-610 шт./м²) высокорослого (61-74 см) агроценоза с урожайностью зеленой массы 14-16 т/га, с содержанием в сухом веществе 13,8% переваримого протеина и 11,7% суммы сахаров необходимо шире практиковать подсев райграса многоукосного и райграсово-бобовых травосмесей в предварительно обработанную дернину пойменного луга.

Литература

1. Чекмарев П.А. Расширение видового набора многолетних трав - необходимое условие повышения эффективности поверхностного улучшения пойменных лугов / П. А. Чекмарев // Кормопроизводство. 2012. № 2. С. 10-12.
2. Хисматуллин, М. М. Агроэнергетическая и экономическая эффективность поверхностного улучшения пойменных лугов / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 120-122.
3. Миннуллин Г.С. Химический состав и питательность кормов из многолетних трав в зависимости от фона минерального питания и сроков их уборки / Г. С. Миннуллин, Л. Т. Вафина // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 160-162.
4. Хисматуллин, М. М. Ресурсосберегающие приемы поверхностного улучшения пойменных лугов лесостепи Поволжья / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 123-125.
5. Миннуллин Г.С. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан / Г. С. Миннуллин, С. В. Сочнева // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 29-33.
6. Хисматуллин, М. М. Практические приёмы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 12-18.
7. Мазитов Н. К. Энергоресурсосберегающие технологии и техника для обработки почвы и посева в засушливых условиях / Н. К. Мазитов, Б. Г. Зиганшин, // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. Т. 8. № 4(30). С. 65-75.
8. Совершенствование влагоаккумулирующей техники и технологии обработки почвы и посева / Н. К. Мазитов, А. Р. Валиев, Л. З. Шарафиев, И. С. Мухаметшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 2(66). – С. 74-83.

9. Булгариев, Г. Г. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы (конструкция, теория, расчет, эксплуатация) / Г. Г. Булгариев, А. Р. Валиев, Г. В. Пикмуллин. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 288 с.

10. Совершенствование бесприводных ротационных рабочих органов для поверхностной обработки почвы / Ю. И. Матяшин, Л. Ф. Сиразиев, А. Р. Валиев, К. В. Федулкина // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 93-97.

УДК 633.2.03

Сафиоллин Фаик Набиевич*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань
faik1948@mail.ru***Сулейманов Салават Разяпович***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
dusai@mail.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. Результаты исследований показывают, что богат и разнообразен растительный мир пойменного луга. В нем произрастает 12 видов мятликовых многолетних трав, 8 растений из семейства бобовых, 21 разнотравье, 7 видов вредных и одно ядовитое растение (лютик едкий – куриная слепота). Общая плотность травостоя в зависимости от орографии пойменного луга составляет 231-252 шт./м². На центральной пойме преобладают верховые мятликовые и бобовые многолетние травы, которые формируют более 10 т/га зеленой массы, что на 73% превышает продуктивность прирусловой его части. Поэтому окультуривание пойменного луга необходимо начать с центральной его части.

Ключевые слова: пойменные луга, мятликовые, бобовые травы, разнотравье, вредные и ядовитые растения, зеленая масса, урожайность.

Safiollin Faik Nabievich*Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan
faik1948@mail.ru***Suleymanov Salavat Razyapovich***Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan
dusai@mail.ru*

GEOBOTANICAL SURVEY RESULTS VEGETATION COVER OF FLOODPLAIN MEADOWS REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. The research results show that the flora of the floodplain meadow is rich and diverse. It grows 12 species of bluegrass perennial

grasses, 8 plants from the legume family, 21 herbs, 7 types of harmful and one poisonous plant (buttercup caustic – chicken blindness). The total density of herbage, depending on the orography of the floodplain meadow, is 231-252 pcs./ m². On the central floodplain, riding bluegrass and legume perennial grasses predominate, which form more than 10 t /ha of green mass, which is 73% higher than the productivity of its near-grassland part. Therefore, the cultivation of a floodplain meadow must begin with its central part.

Keywords: floodplain meadows, bluegrass, leguminous grasses, various grasses, harmful and poisonous plants, green mass, yield.

Введение. На территории РФ площадь естественных лугов составляет около 80 млн. га. Совместно с другими земельными угодьями (изреженные лесные массивы, балки, овраги) используемыми под выпас и сенокосение, общая площадь естественных кормовых угодий составляет 85-90 млн. га [1,2,3]. В настоящее время с этих земельных угодий собирается всего лишь 10-15 процентов зеленых кормов и около 20 процентов сена, что характерно и для Республики Татарстан (более 1 млн. га естественных кормовых угодий с урожайностью 80-100 ц/га зеленой массы).

В связи с этим для обеспечения доступности животноводческой продукции для широкого круга населения в России, в том числе и в Татарстан, необходимо основную массу кормов получать не с пашни, а с естественных сенокосов и пастбищ. Для этого в первую очередь необходимо провести окультуривание естественных кормовых угодий, начиная, прежде всего, с высокоплодородных пойменных лугов с близким залеганием грунтовых вод.

В связи с этим целью наших исследований стало изучение растительности и урожайности пойменных лугов в зависимости от орографических их признаков.

Методика и методология. Основным методом исследований была полевая экспедиция во главе с исполнителями грантового исследования «Формирование биоресурсного потенциала кормовых растений на основе местного популяционного разнообразия в различных регионах Российской Федерации» профессора Сафиоллина Ф.Н. и доцента Сулейманова С.Р. с привлечением студентов 3-го курса Института агробиотехнологий и землепользования Казанского ГАУ.

Для определения ботанического состава травостоя согласно методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [3, 4] использовали «рамку агронома», а распознавания видов трав проводили при помощи приложения «Picture This растения признать». Видовой состав растительного покрова был разделен на группы мятликовых, бобовых, разнотравья, вредных и ядовитых [5, 6] Урожайность зеленой массы определяли с учетом площади 21 м² (косилка КС-2,1) в 10-ти кратной повторности.

Исследования проведены в 2022 г. в типичных пойменных лугах реки Меша КФХ-ИП «Вафин Р.К.» Лаишевского муниципального района Республики Татарстан с координатами 55.57844 с.ш. 49.32398 в.д.

Результаты и их обсуждение.

Орография. Известно, что пойменные луга по орографическим признакам принято делить на 3 крупные контуры [7, 8, 9] :

- прирусловая пойма, которая образовалась за счет оседания крупных наносов во время половодья. Она тянется вдоль русла реки. В пойме реки Меша прирусловая пойма занимает 15% от общей ее площади;

- центральная пойма размещена ниже прирусловой полосы и отличается относительно ровным рельефом. Она занимает более 70% речной долины;

- притеррасная пойма занимает наиболее удаленную часть от русла реки. Отсутствие стока в сочетании с притоком воды с однотеррасного склона усиливает процессы заболачивания (рис.1).

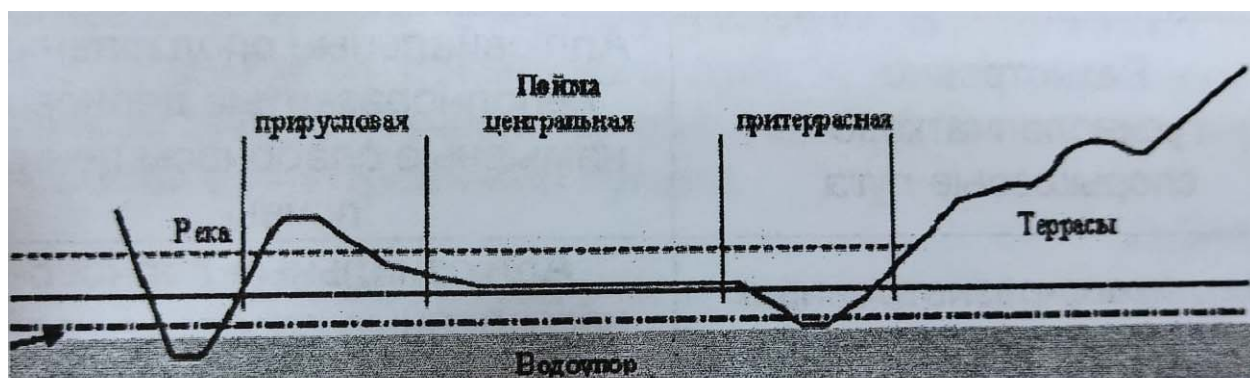


Рис. 1 Расположение пойменных лугов по рельефу территории

Растительность. Разнообразие растений пойменных лугов сформировано в результате отбора на протяжении нескольких тысяч лет. Данное растительное сообщество представляет из себя совокупность множества видов многолетних трав, способных совместно существовать в определенных почвенно-климатических условиях.

Существует несколько способов определения видового ботанического состава фитоценоза [10, 11]:

- глазомерная оценка;
- установление плотности вида на единице площади (шт./м²);
- весовой метод (г/м²).

Для глазомерной оценки применяют четырехбалльную шкалу Друде (Drude):

- растительное сообщество образует фон, а надземные части растений смыкаются;
- растения представлены в фитоценозе обильно, в большом количестве (виды костреца и овсяницы, ежа сборная);

- растения встречаются в небольшом количестве, рассеяно (виды тимopheевки, люцерны и клевера).

Положительной стороной глазомерной оценки растительного покрова является простота работы, а в качестве недостатка следует считать субъективность, поскольку каждый геоботаник, оценивая обилие одного и того же вида, может дать совершенно разные баллы.

Недостаток глазомерной оценки поставил перед исследователями вопрос о применении более точных методов учета, к числу которых относится учет количества растений на единице площади. В этом случае закладываются учетные площадки, на которых определяется видовой состав и их количество.

Этот метод позволяет получить данные, не только характеризующих роль отдельных видов в создании фитоценоза, но и оценить кормовую ценность травостоя на отдельных частях пойменного луга (табл.1).

Таблица 1. Ботанический состав пойменного луга, шт./м²

Основные виды трав	Прирусовая пойма	Центральная пойма	Притеррасная пойма
Мятликовые			
Кострец	8	12	9
Овсяница	8	8	8
Ежа сборная	-	3	3
Лисохвост	13	14	9
Полевица	7	8	8
Пырей	9	3	9
Вейник	12	9	10
Тимофеевка	7	15	9
Мятлик	3	7	8
Бекмания обыкновенная	6	2	4
Луговик дернистый	-	-	4
Щучка дернистая	-	-	4
ВСЕГО	73	81	85
Бобовые			
Люцерна	-	3	2
Клевер	4	6	3
Горошек	6	8	6
Астрагал	5	8	4
Донник	3	4	2
Козлятник восточный	2	4	1
Чина луговая	4	6	3
Язвенник линнея	4	4	3
ВСЕГО	31	45	24
Разнотравье			
Гравилат речной	4	3	5
Смалевка обыкновенная	5	2	4
Войлочник хлопчатниковый	5	3	4
Герань луговая	6	4	6

Горец птичий	7	6	7
Колокольчик скученный	5	4	4
Кровохлебка лекарственная	6	5	6
Одуванчик лекарственный	10	6	10
Погремок весенний	5	4	4
Подмаренник настоящий	6	5	6
Подорожник большой	3	2	3
Полынь черная	4	2	3
Тысячелистник обыкновенный	6	4	5
Цикорий обыкновенный	7	5	6
Черноголовник многобрачный	4	4	3
Кульбаба осенняя	6	6	7
Лапчатка серебристая	3	2	3
Земляника лесная	4	5	4
Нивяник обыкновенный	5	5	6
Бедрянец камнеломка	4	6	4
Вероника дубравная	5	4	5
ВСЕГО	110	87	105
Вредные и ядовитые растения			
Лютик	2	1	4
Бодяк	4	3	4
Будра плющевидная	2	1	3
Горчак ползучий	2	2	2
Дурнишник обыкновенный	1	-	3
Липучка ежевидная	3	2	3
Пижма обыкновенная	4	3	4
Щавель	3	2	3
Неустановленные виды	4	4	5
ВСЕГО	25	18	31
ИТОГО	239	231	252

Анализ видового состава растительности пойменного луга показывает, что доминантными культурами являются разнотравье: на прирусловой пойме их количество составляет 110 шт./м², на центральной части - 87 и притеррасной пойме – 105 шт./м².

Среди 12-ти мятликовых трав средообразующими на центральной пойме служат разные виды костреца (безостый, береговой), овсяницы (луговая, красная), тимopheевки (луговая, степная), лисохвоста (луговой, тростниковый). На долю этих четырех культур приходится 50,6% растительного сообщества.

В зависимости от месторасположения 3-х частей пойменного луга долевое участие многолетних трав из семейства бобовых составляет от 24 на притеррасной пойме до 45 шт./м² на центральной его части.

Особое внимание следует обратить на количество вредных и ядовитых растений. Больше всего их было на самой влажной притеррасной пойме: 33 шт./м² и 21 шт./м² на прирусловой пойме. Среди ядовитых растений присутствовал лютик едкий (в народе его называют куриная слепота) от 1 до 4 шт./м².

В целом, по общей плотности травостоя отличалась притеррасная пойма – 252 шт./м² против 231 шт./м² на более плодородной центральной пойме. Это противоречие объясняется тем, что влагообеспеченность притеррасной поймы значительно выше по сравнению с центральной поймой, что стимулирует рост и развитие малопродуктивного разнотравья.

Таким образом, богат и разнообразен растительный мир пойменного луга. На квадратном метре уживаются 12 видов мятликовых трав, 8 видов растений из семейства бобовых, 21 разнотравье, 8 видов вредных и ядовитых растений. Всего 49 видов. Однако общая плотность травостоя от 231 до 252 шт./м² относится к классу изреженных лугов.

Урожайность. Круглогодичное стойловое содержание КРС и круглогодичное однотипное фуражно-силосное кормление КРС, снижение их поголовья, значительное сокращение сельского населения и личных подсобных хозяйств, содержание коров, бычков, телят, овец стали причиной ограниченного использования пойменных лугов.

С другой стороны, в условиях непрерывного роста цен на ГСМ, фонда заработной платы, сенозаготовка на пойменных лугах сейчас с экономической точки зрения не всегда оправдывается. По этой причине необходимо провести учет урожайности и определить целесообразность окультуривания пойменных лугов нашей республики с учетом орографических признаков (табл.2).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы в зависимости от орографии пойменного луга

Орография пойменного луга	Урожайность зеленой массы, т/га	+ к контролю	
		т/га	%
Прирусловая пойма	6,25	-	-
Центральная пойма	10,81	4,56	73,0
Притеррасная пойма	8,46	2,21	35,4
НСР ₀₅	0,68		

Прежде чем приступить к анализу данных таблицы 2, следует отметить широкий диапазон урожайности пойменного луга – от 6,25 т/га зеленой массы на прирусловой до 10,81 т/га на центральной части, что выше на 73 процента. Это, видимо, объясняется разнообразием плодородия почв, ее влагообеспеченности и растительным покровом. Например, на притеррасной пойме, куда обильно смываются почвенные частицы со склона плотность травостоя и ассортимент во всех точках учета были больше по сравнению с прирусловой поймой. В результате, урожайность зеленой массы была на 35,4% выше.

С другой стороны в формировании большого объема биомассы на центральной пойме объясняется наличием в составе травостоя большего количества верховых многолетних трав из семейства мятликовых и

бобовых, тогда как на прирусловой пойме преобладало низкопродуктивное разнотравье.

Следовательно, центральную пойму с выходом более 10 т/га зеленой массы можно использовать на пастьбу скота, хотя бы частного сектора.

Заключение. На центральной части пойменного луга преобладают растения из семейства бобовых и мятликовых. Однако плотность травостоя (23 шт./м²) относится к классу изреженных лугов. Поэтому в целях двух-трехкратного увеличения урожайности зеленой массы необходимо шире практиковать подсев новых видов многолетних трав после предварительной обработки дернины.

Литература

1. Чекмарев П.А. Расширение видового набора многолетних трав - необходимое условие повышения эффективности поверхностного улучшения пойменных лугов / П. А. Чекмарев // Кормопроизводство. 2012. № 2. С. 10-12.
2. Хисматуллин, М. М. Агроэнергетическая и экономическая эффективность поверхностного улучшения пойменных лугов / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 120-122.
3. Асадуллин Н.М. Противоэрозионная мелиорация в Республике Татарстан / Ф.Н. Мухаметгалиев, Н.М. Асадуллин, Р. Уллах // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № S2(66). С. 47-54.
4. Сафиоллин, Ф. Н. Система мелиоративного земледелия в Республике Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2015. 318 с.
5. Шайтанов, О. Л. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана / О. Л. Шайтанов, Р. М. Низамов, Е. И. Захарова // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4(40). С. 102-112.
6. Миннуллин Г.С. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан / Г. С. Миннуллин, С. В. Сочнева // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 29-33.
7. Хисматуллин, М. М. Практические приёмы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 12-18.
8. Авхадиев Ф.Н. Зависимость эффективности аграрного бизнеса от внешних и внутренних факторов (на примере Республики Татарстан) / Ф.Н.Авхадиев, Н.Р.Александрова, И.Г.Гайнутдинов // Вестник Казанского

государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 108-113.

9. Хафизов, Д. Ф. Вопросы развития институциональных преобразований в аграрной сфере / Д. Ф. Хафизов, Е. С. Исайчева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 1(27). С. 51-54.

10. Миннуллин Г.С. Химический состав и питательность кормов из многолетних трав в зависимости от фона минерального питания и сроков их уборки / Г. С. Миннуллин, Л. Т. Вафина // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 160-162.

11. Хисматуллин, М. М. Ресурсосберегающие приемы поверхностного улучшения пойменных лугов лесостепи Поволжья / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 123-125.

УДК 631.356.41

Исмагилов Динар Минтагирович*Младший научный сотрудник**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань**dinar3009544@mail.ru***Калимуллин Марат Назипович***Доктор технических наук, доцент**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань**marat-kmn@yandex.ru***Латыпов Рафкат Мирхатович***Доктор технических наук, доцент**Южно-Уральский государственный аграрный университет, г.**Челябинск**latypov_rm_74@mail.ru***Салимзянов Марат Зуфарович***Кандидат технических наук, доцент**Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ижевск**salimmar@mail.ru***БОТВОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ С САМОРЕГУЛИРУЮЩИМСЯ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

Аннотация. В настоящей статье проанализированы технические решения ботвоизмельчителей при выполнении технологической операции предуборочного удаления ботвы корнеклубнеплодов. Также предложено устройство, позволяющее выполнять технологический процесс удаления с наиболее высоким процентом полноты удаления ботвы и с наименьшим количеством травмируемости корнеклубнеплодов. Предложены рациональные значения режимных параметров работы агрегата.

Ключевые слова: ботвоизмельчитель, саморегулирующийся рабочий орган.

Ismagilov Dinar Mintagirovich*Junior Research Fellow**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**dinar3009544@mail.ru***Kalimullin Marat Nazipovich***Doctor of Technical Sciences, Associate professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**marat-kmn@yandex.ru***Latypov Rafkat Mirkhatovich***Doctor of Technical Sciences, Associate professor**South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia*

*latypov_rm_74@mail.ru***Salimzyanov Marat Zufarovich***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia**salimmar@mail.ru*

CHOPPER WITH SELF-ADJUSTING WORKING BODY

Annotation. This article analyzes the technical solutions of haulm choppers when performing the technological operation of preharvest removal of root crop haulm. It also proposes a device that allows to perform the technological process of removal with the highest percentage of complete removal of the haulm and with the least amount of traumatization of root crops. Rational values of regime parameters of the unit operation are offered.

Keywords: topper, self-adjusting working body.

Во многих странах корнеклубнеплоды выделяют в категорию наиболее важных сельскохозяйственных культур, что по большей части связано с ее высокой продуктивностью. На показатели урожайности и сбора урожая влияют почвенно-климатические условия, а также факт того, что научные разработки не используются полноценно [1-3].

Если вести речь о технологии, используемой для выращивания картофеля, то специфика выражается тем, что прежде чем собрать урожай, необходимо срезать ботву и тем самым снизить вероятность распространения грибков и вирусов на плоды [4-6].

Известно множество технических решений для предуборочного удаления ботвы.

Устройство предложенное по патенту SU 933037, 07.06.1982 «Способ уборки ботвы корнеплодов и устройство для его осуществления» обладает такими недостатками, как сложность конструкции, большая металлоемкость, повреждение корнеклубнеплодов копирующим устройством.

Также известно устройство «Устройство для удаления ботвы на корню» (SU 1748708, 23.07.1992).

Недостатком данного устройства является сложность конструкции, большая металлоемкость, сложность эксплуатации и ремонта.

Наиболее близким аналогом в части устройства является раскрытый в патенте RU164410, 5.10.2015 агрегат для удаления ботвы корнеплодов, включающее раму, стойку с опорным колесом, гидромоторы, вертикальный приводной вал с рабочим органом с рабочими элементами.

Недостатком является вращение рабочих элементов на одинаковой высоте, приводящий к невозможности копирования профиля борозды [7-9].

Задачей данной работы является устранение указанного недостатка.

Технический результат заявленного изобретения заключается в увеличении качества удаления ботвы корнеклубнеплодов.

Указанный результат достигается тем, что в известном устройстве для удаления ботвы корнеклубнеплодов, включающем раму, стойку с опорным колесом, гидромотор, вертикальный приводной вал, согласно изобретению, снабжено саморегулирующимися гибкими рабочими элементами и перепускным клапаном, при этом перепускной клапан с возможностью перенаправления рабочей жидкости в обход гидромотора установлен перед гидромотором, на выходной вал которого посредством муфты закреплен вертикальный вал, на нижний конец которого при помощи шпоночной канавки жестко соединена крестовина с направляющими, наклоненными на 45 градусов к горизонтали, на которые установлены втулки с возможностью перемещения вдоль этих направляющих, при этом перемещение втулки с верхней стороны ограничено пружиной, жестко закрепленной с нижней стороны со втулкой, с верхней стороны с крестовиной, с нижней стороны на направляющую жестко закреплена шайба не позволяющая втулке вылететь с направляющей, при этом на втулку жестко закреплен гибкий рабочий элемент [10-12].

Осуществление удаления ботвы саморегулирующимися рабочими элементами позволяет снизить травмируемость плодов корнеклубнеплодов и увеличить полноту удаления ботвы за счет изменения высоты вращения гибких рабочих элементов.

На рисунке 1 показан общий вид выполнения агрегата с саморегулирующимся рабочим элементом.

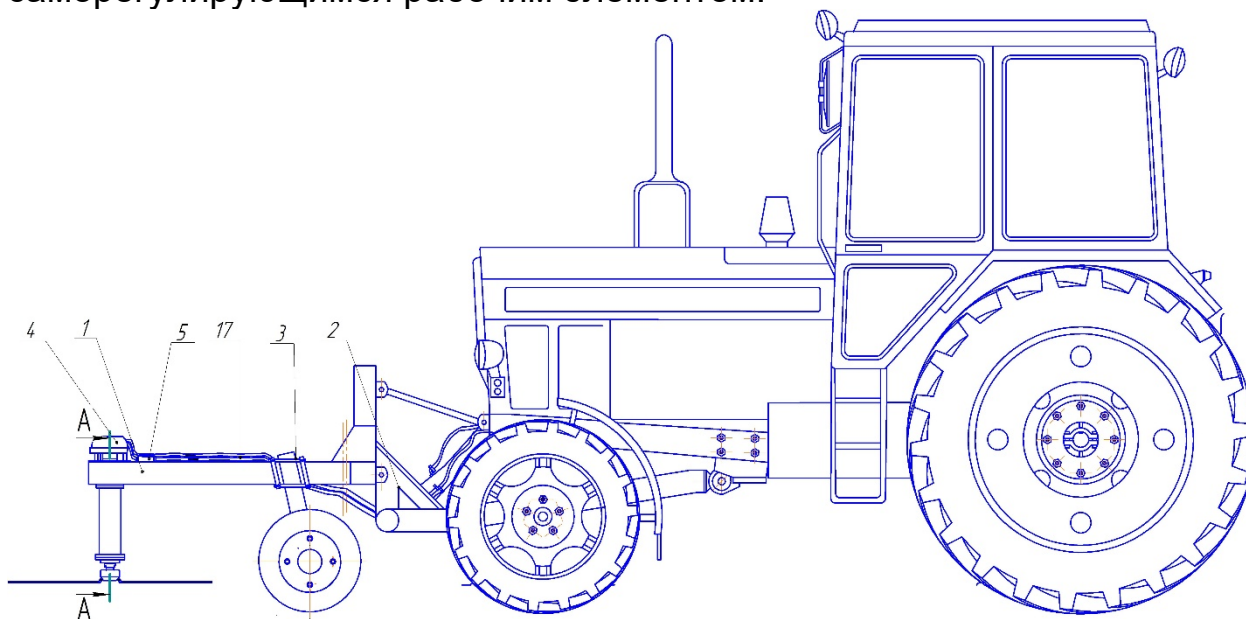


Рисунок 1 – Общий вид выполнения агрегата с саморегулирующимся рабочим элементом

На рисунке 2 показан рабочий орган с саморегулирующимися рабочими элементами.

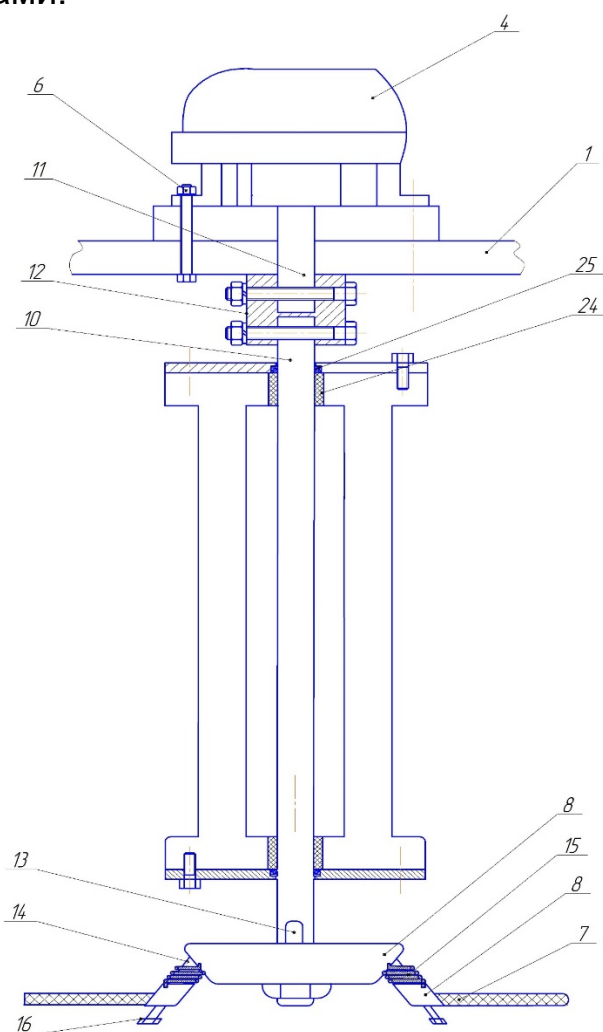


Рисунок 2 – Рабочий орган с саморегулирующимися рабочими элементами

Устройство содержит раму 1 с механизмом навески 2 и опорными колесами 3. Опорные колеса 3 установлены с возможностью регулирования высоты среза ботвы посредством перемещения вверх или вниз относительно рамы 1, посредством винтового механизма (на чертеже не показан), а также с возможностью изменения ширины колеи при помощи смонтированной на раме 1 регулировочной планки путем перемещения стойки по планке и фиксации болтом (на чертеже не показаны). На раме 1 жестко установлены гидромоторы 4. Корпус гидромотора 4 с перепускным клапаном 5 жестко зафиксирован в соответствии с требуемой шириной захвата на раме 1 при помощи болтового соединения 6 [13-15].

На рисунке показан рабочий орган в момент работы агрегата, когда рабочие элементы 7 уравновешены по высоте. Рабочие элементы 7 жестко закреплены на втулке 8 крестовины 9.

Приводной вал 10 выточен из цельного металла. Верхняя часть приводного вала с выходным валом 11 гидромотора 4 соединен через муфту 12. Нижний конец приводного вала 10 имеет шпоночную канавку 13, при помощи которой жёстко соединен с крестовиной 9.

Крестовина имеет направляющие 14, наклоненные на 45 градусов к горизонтали, на которые установлены втулки 8 с возможностью перемещения вдоль этих направляющих 14. Перемещение втулки 8 с верхней стороны ограничено пружиной 15 жестко закрепленной с нижней стороны со втулкой 8, а с верхней стороны с крестовиной 9, а с нижней стороны на направляющей 14 жестко закреплена шайба 16, не позволяющая втулке 8 вылететь с направляющей 14. На втулку 8 жестко закреплен гибкий рабочий элемент 7 [16-18].

Устройство работает следующим образом.

Управление гидромотора 4 осуществляется при помощи гидравлической системы трактора (на чертеже не показаны). Через маслопроводы 17 масло подается на гидромотор 4, крутящий момент от выходного вала 11 гидромотора 4 передается через муфту 12 на приводной вал 10 и через него на крестовину 9 с гибкими рабочими элементами 7, которые начинают вращаться в горизонтальной плоскости [19-20].

Процесс опускания втулки 8 с гибким рабочим элементом 7 в нужное рабочее положение осуществляется путем преодоления жесткости пружины 15 за счет увеличения центробежной силы, действующей на втулку 8.

При возникновении препятствия, действующего на гибкий рабочий элемент 7, создается сопротивление вращению крестовины 9, воспринимающейся перепускным клапаном 5, который начинает перепускать поток жидкости в обход гидромотора 4, что приводит к снижению частоты вращения крестовины 9, ведущее к уменьшению центробежной силы, действующей на втулку 8 с закрепленным на него гибким рабочим элементом 7. За счет уменьшения центробежной силы пружина 15 втягивает втулку 8 вверх по направляющей 14, что позволяет поднять высоту вращения гибких рабочих элементов 7 и обойти возникшее препятствие. После обхода препятствия сопротивление вращению гибких рабочих элементов 7 снижается, перепускной клапан 5 направляет рабочую жидкость в гидромотор 4, увеличивая частоту вращения крестовины 9, что приводит к возрастанию центробежной силы, действующей на втулку 8 с гибким рабочим элементом 7, который преодолевая жесткость пружины 15 возвращается в нижнее рабочее положение [21-22].

В результате экспериментальных исследований предложенного конструктивного решения оказалось, что оно позволяет повысить качество удаления ботвы корнеклубнеплодов, а именно, снизить травмируемость плодов корнеклубнеплодов и увеличить полноту

удаления ботвы, за счет возможности самостоятельного изменения высоты вращения гибких рабочих элементов в процессе работы в зависимости от профиля рядка и высоты расположения плодов корнеклубнеплодов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых-докторов наук МД-6281.2021.4.

Литература

1. Калимуллин, М. Агрегат для удаления ботвы / М. Калимуллин, Р. Абдрахманов, Р. Сафин // Сельский механизатор. – 2009. – № 1. – С. 12.
2. Результаты испытаний ротационного ботвоизмельчителя БИР-2 / Д. М. Исмагилов, Р. К. Абдрахманов, М. Н. Калимуллин, Р. Р. Зиятдинов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 61-64.
3. Киселева, Н. Г. Цифровое земледелие в агробизнесе / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-237.
4. Шамсутдинов, А.А. Анализ влияния хранения, заправки и качества ТСМ на их расход / А.А. Шамсутдинов, А.А. Хайруллин, И.Г. Галиев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции ИМиТС. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С. 15-19.
5. Khaliullin F. Method for determining remaining life of engine by dynamic characteristics / F. Khaliullin, R. Akhmetzyanov, F. Arslanov, Yu. Korepanov // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1096-1101. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF260.
6. Improving the efficiency of use of tractors by optimizing their ability to do the job / I.G. Galiev, S.M. Yakhin, R.K. Khusainov, I.R. Nafikov // Перспективы развития аграрных наук: Материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2019. – P. 75-76.
7. Об износе гильз цилиндров и методах повышения их ресурса / Р.Р. Шайхутдинов, И.Г. Галиев, Р.Р. Ахметзянов, И.И. Каримов // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Казань: ИП Рагулин Р.А., 2020. – С. 369-373.
8. Ахметзянова, Р.Р. Некорневая подкормка растений люцерны при возделывании на семена / Р. Р. Ахметзянова, Х. З. Каримов, Р. Р. Ахметзянов // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 17-20. – DOI 10.25680/S19948603.2020.114.05.
9. Патент № 2698995 С1 Российская Федерация, МПК F01М 5/00. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора

двигателя внутреннего сгорания: № 2019106908: заявл. 11.03.2019: опубл. 02.09.2019 / И.Г. Галиев, А.Р. Галимов; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

10. Габдрафиков, Ф.З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114. – DOI 10.31563/1684-7628-2019-50-2-109-115.

11. Ахметзянов, Р. Р. Разработка композиций с эффектом фрикционного переноса на узлах трения скольжения / Р. Р. Ахметзянов, А. Р. Ахметзянова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 181-187.

12. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности тракторов в аграрном производстве с учетом условий их эксплуатации / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2019. – 150 с. – ISBN 978-5-4365-3422-0.

13. Ахметзянов, Р. Р. Полимерные композиции для подшипников скольжения сельскохозяйственных машин / Р. Р. Ахметзянов, Р. Р. Шайхутдинов, Р. Р. Ахметзянова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 204-208.

14. Хусаинов, Р.К. Обоснование объектов наблюдения для проведения экспериментальных исследований / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ Мазитова Назиба Каюмовича. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 199-205.

15. Ахметзянов, Р. Р. Роль пластичных смазок в узлах трения скольжения с полимерными покрытиями / Р. Р. Ахметзянов, Т. Н. Вагизов, Э. Р. Галимов, Э. Э. Шарафутдинова // Глобализация и национальная безопасность: человек и общество в меняющемся мире. Двадцать вторые Вавиловские чтения: Материалы международной междисциплинарной научной конференции, Йошкар-Ола, 06–07 декабря 2018 года / Под общей редакцией В.П. Шалаева. – Йошкар-Ола: Поволжский

государственный технологический университет, 2019. – С. 119-124.

16. Галиев, И.Г. Индивидуальная система смазки подшипникового узла турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / И.Г. Галиев, А.Т. Кулаков, А.Р. Галимов // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2020. – № 2(68). – С. 252-258.

17. Determining the residual resource of the hammer crushers' rotor bearings / N. R. Adigamov, R. R. Shaikhutdinov, I. Kh. Gimaltdinov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00239. – DOI 10.1051/bioconf/20201700239.

18. Зиннатуллина, А. Н. Численное моделирование фильтрации воды в вертикальной скважине / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибяттов // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 7. – С. 87-90.

19. Обоснование параметров валков соломы и рабочих элементов разравнивателя / Р. К. Абдрахманов, М. Н. Калимуллин, Р. М. Сафин, С. М. Архипов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 3(25). – С. 64-67.

20. Кинематика движения зубчатого ротационного рабочего органа / Г. Г. Булгариев, М. Н. Калимуллин, Р. К. Абдрахманов, Р. Р. Хамитов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 3(41). – С. 68-71. – DOI 10.12737/22679.

21. Исмагилов, Д. М. Конструктивные особенности зарубежных и российских машины для механического удаления ботвы и их классификация / Д. М. Исмагилов, Р. К. Абдрахманов, М. Н. Калимуллин // Агроинженерная наука XXI века : Научные труды региональной научно-практической конференции , Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 109-112.

22. Абдрахманов, Р. К. Кинематический анализ работы ротационного рабочего органа с вертикальной осью вращения / Р. К. Абдрахманов, М. Н. Калимуллин, А. В. Авдеев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2007. – Т. 2. – № 2(6). – С. 111-112.

© Исмагилов Д.М., Калимуллин М.Н., Латыпов Р.М., Салимзянов М.З.

2022

УДК 631.358

Гайфуллин Ильнур Хамзович

*Кандидат технических наук, ст. преподаватель
Казанский государственный аграрный университет, Казань
Ilnur-gai@yandex.ru*

Зиганшин Булат Гусманович

*Доктор технических наук, профессор, профессор РАН
Казанский государственный аграрный университет, Казань
zigan66@mail.ru*

Иванов Борис Литта

*Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
littab@mail.ru*

Шогенов Юрий Хасанович

*Доктор технических наук, академик РАН
ФГБУ Российская академия наук (РАН), Москва
yh1961s@yandex.ru*

ПОЛУЧЕНИЕ БИОГАЗА НА МОЛОЧНОЙ ФЕРМЕ ПУТЕМ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕГО ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье рассматривается действующая биогазовая станция, расположенная в Республики Татарстан в Азнакаевском районе, п. Актюба. Станция путем утилизации навоза КРС вырабатывает электроэнергию для собственных нужд.

Ключевые слова: биогаз, электроэнергия, органические отходы, ферма, генератор, удобрение.

Ilnur Kh. Gayfullin

*Candidate of technical sciences, Senior lecturer
Kazan state agrarian university, Kazan, Russia
Ilnur-gai@yandex.ru*

Bulat G. Ziganshin

*Doctor of technical sciences, professor, professor of the RAS
Kazan state agrarian university, Kazan, Russia
zigan66@mail.ru*

Boris L. Ivanov

*Candidate of technical sciences, Associate professor
littab@mail.ru*

Shogenov Yuri Khasanovich

*Doctor of technical sciences,
Academician of the Russian Academy of sciences
Russian Academy of Sciences (RAS), Moscow, Russia*

OBTAINING BIOGAS ON A DAIRY FARM BY RECYCLING MANURE AND USING IT TO GENERATE ELECTRICITY

Abstract. The article considers an operating biogas plant located in the Republic of Tatarstan in the Aznakaevsky district, the village of Aktobe. The station generates electricity for its own needs by recycling cattle manure.

Keywords: biogas, electricity, organic waste, farm, generator, fertilizer.

За последние годы существенно возросли масштабы производства в республике и использования биогаза [1,2]. Но несмотря на широкое использование данной технологии, интерес к ним по-прежнему сохраняется. Производство биогаза может происходить как мокрой так и твердо-фазной ферментацией [3,4]. В сельском хозяйстве на животноводческих фермах и комплексах используется только мокрая ферментация. По конструкции биогазовые установки практически не отличаются друг от друга. Главный элемент установки герметично закрытая емкость - метантенк. Метантенк может изготавливаться из стекла, металла, пластика, бетона или их комбинации. Изготавливаемый материал зависит от его геометрических параметров. Заполнение метантенка $2/3$ [5,6,7].

Температура играет важную роль в производстве биогаза. Существуют разные оптимальные температуры для участия различных микроорганизмов в метаболическом процессе. Если не соблюдается оптимальный температурный режим, это может привести к прекращению жизнедеятельности или гибели соответствующих микроорганизмов. В зависимости от оптимальной температуры, участвующей в процессе разложения, микроорганизмы делятся на три группы. Различают психрофильные (в диапазоне ниже 25°C), мезофильные (в диапазоне от 37 до 42°C) и термофильные микроорганизмы (в диапазоне температур от 50 до 60°C) [8, 9].

За последнее десятилетие в мире произошло значительное развитие технологий, позволяющих получать значительное количество децентрализованной энергии из биоотходов [10]. Биогаз может производиться на биогазовых установках в различных регионах, где есть биоотходы. Наряду с переработкой органических отходов можно переработать специально выращенных энергетических культур, например, кукурузу [11,12,13].

Переработка отходов в биогазовой станции это не цель получения одного конечного продукта, а целый ряд важных и дорогих продуктов (тепло, электричество, биогаз) без ущерба для окружающей среды [14, 15]:

- Тепло вырабатывается при сжигании биогаза.

- Из 1 м³ биогаза можно вырабатывать около 7 кВт электроэнергии.

- Биогаз - это попутный продукт. Его можно хранить, сжимать, продавать, сжигать. Есть модели автомобилей, в которых в качестве топлива используется биогаз. Эти машины можно заправлять биометаном. На сегодняшний день открываются первые биогазовые заправочные станции. В Швейцарии биометан уже давно используется в городских автобусах и грузовиках [16,17,18].

На сегодняшний день в России действуют до 500 биогазовых станций, в том числе 5 крупных. Одна из них (рисунок 1) находится в Республики Татарстан в Азнакаевском районе, п. Актюба.



Рисунок 1 - Биогазовая станция «Актюба»

Биогазовая станция располагается на молочной ферме, перерабатывая навоз КРС и прочие отходы (зерноотходы, некондиционный кукурузный силос и т.д.). В станции непрерывно работают два ферментатора из трех [19, 20].

Вырабатываемая электроэнергия обеспечивает собственные нужды близлежащей фермы и прочих объектов собственника станции. При текущей установленной мощности в 0,5 МВт, установка имеет перспективу расширения до 1,5 МВт (при реализации электрической энергии в сеть).



Рисунок 2 – Газопоршневой генератор



Рисунок 3 - Органическое удобрение

Переброженный субстрат (рисунок 3) биогазовой установки является готовым экологически чистым жидким или твердым органическим биоудобрением. В составе такого биоудобрения отсутствуют нитриты и нитраты, семена сорных растений, патогенная микрофлора, яйца гельминтов, специфический запах.

Применение таких сбалансированных органических биоудобрений повышает урожайность на 30-50%. Переработка органических отходов в биогазовой установке дает удобрения высочайшего качества. Эти удобрения по качеству выше искусственных, а их себестоимость равна "0"

Следует отметить, что даже при эксплуатации двух ферментаторов из трех в поселке «Актюбэ», выработка биогаза на станции позволяет загружать установленный газопоршневой агрегат на полную мощность без потери эффективности работы станции. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что наша страна обладает значительным запасом возобновляемых энергоресурсов, при использовании которых возможно полное удовлетворение энергетических нужд республики. Правильный подход и рациональное использование имеющихся энергоресурсов совместно с развитием и внедрением новых технологий позволит нашей республике выйти из энергетического, экологического и экономического кризисов. Повсеместное внедрение установок, использующих возобновляемые источники энергии, позволит нам отказаться от импортируемого топлива и перейти на топливно-энергетическое само обеспечение.

Литература.

1. Зиганшин, Б. Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Н. Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84.

2. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 38-42.
3. Системная математическая модель транспортных средств по критерию оптимизации - минимальный выброс в атмосферу диоксида углерода / К. А. Хафизов, Р. Н. Хафизов, А. А. Нурмиев, Б. И. Гайнуллин // Динамика механических систем: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.К. Юлдашева. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 122-130.
4. Нурмиев, А. А. Математическая модель оптимизации структуры автотранспортного парка / А. А. Нурмиев // Материалы научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 250-253.
5. Халиуллин, Д. Т. Разработка конструкции и обоснование параметров обрубивателя семян подсолнечника пневмомеханического типа: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Д. Т. Халиуллин. – Уфа, 2011. – 194 с.
6. Халиуллин, Д. Т. Функциональная схема семенорушки пневмомеханического типа / Д. Т. Халиуллин, Л. Х. Халиуллина // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2015. – С. 136-139.
7. Шайхутдинов, Э. И. Обзор существующих конструкции грануляторов концентрированных кормов / Э. И. Шайхутдинов, Д. Т. Халиуллин, И. Р. Нафиков // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова И. Е. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 90-96.
8. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Goma, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233.
9. Гибатдинов, Л. З. Виды вентиляции и их применение в животноводческих помещениях / Л. З. Гибатдинов, И. Р. Нафиков, И. И. Кашапов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Н. К. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 33-39.

10. Нуруллин, Э. Г. Исследование скорости взаимодействия семян подсолнечника с рабочей поверхностью конфузора пневмомеханической семенорушки / Э. Г. Нуруллин, Д. Т. Халиуллин, Э. Э. Нуруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 23. – С. 109-112.
11. Assessment criteria of competence formation of organizers in the educational process of the agrarian university in the field of using information and communication technology / E. R. Gazizov, A. R. Gazizov, N. G. Kiseleva, A. N. Zinnatullina // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00064.
12. Практическое использование куриного помета при возделывании озимой пшеницы / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибгатуллин, З. М. Халиуллина [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10(137). – С. 38-47.
13. Ibyatov, R. I. Mathematical modeling of filtering suspensions of non – newtonian behavior in alluvial filters / R. I. Ibyatov, A. N. Zinnatullina, N. G. Kiseleva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 3, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection. – Moscow, 2021.
14. Проблема утилизации куриного помета с использованием биохимических препаратов / А. С. Ганиев, З. М. Халиуллина, Р. Р. Ахметзянова, И. Х. Гайфуллин // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для РТ: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия РТ. – Казань, Казанский ГАУ, 2022. – С. 63-72.
15. Гайфуллин, И. Х. Утилизация навоза на животноводческих предприятиях / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, Б. Л. Иванов // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100 - летию Казанского ГАУ. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 204-210.
16. Котенкова, С. М. Применение беспилотных летательных аппаратов в агропромышленном комплексе / С. М. Котенкова, Д. А. Нутфуллина, Б. Л. Иванов // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 127-131.
17. Модернизированный прицепной агрегат малообъемного опрыскивания / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, Т. Хохмут, А. В. Дмитриев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 199-204.
18. Технология двухстадийного метанового сбраживания бытовых отходов / А. И. Рудаков, И. Р. Нафиков, М. А. Лушнов, Б. Л. Иванов // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти

д.т.н., профессора Волкова И.Е. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 102-109.

19. Галеев, Г. Г. К расчету транспортного обеспечения уборочных агрегатов в АПК / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского ГАУ. – 2011. – Т. 6. – № 3(21). – С. 75-77.

20. Галеев, Г. Г. К обоснованию потребности крестьянских и малых фермерских хозяйств в тракторах / Г. Г. Галеев, А. А. Нурмиев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского ГАУ. – 2010. – Т. 5. – № 4(18). – С. 106-107.

© Гайфуллин И.Х., Зиганшин Б.Г., Иванов Б.Л., Шогенов Ю.Х. 2022

УДК 621.311

Гайфуллин Ильнур Хамзович

*Кандидат технических наук, ст. преподаватель
Казанский государственный аграрный университет, Казань
Ilnur-gai@yandex.ru*

Зиганшин Булат Гусманович

*Доктор технических наук, профессор, профессор РАН
Казанский государственный аграрный университет, Казань
zigan66@mail.ru*

Иванов Борис Литта

*Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
littab@mail.ru*

Рудаков Александр Иванович

*Доктор технических наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет, Казань
rud-38@mail.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований мобильной биогазовой установки, при котором образуются вторичные источники энергии. В результате анализа доказано, что одним из эффективных способов получения энергии из биомассы является получение биогаза путем анаэробного сбраживания.

Ключевые слова: биогаз, энергетика, сельское хозяйство, отходы, удобрение.

Ilnur Kh. Gayfullin

*Candidate of technical sciences, Senior lecturer
Kazan state agrarian university, Kazan, Russia
Ilnur-gai@yandex.ru*

Bulat G. Ziganshin

*Doctor of technical sciences, professor, professor of the RAS
Kazan state agrarian university, Kazan, Russia
zigan66@mail.ru*

Boris L. Ivanov

*Candidate of technical sciences, Associate professor
littab@mail.ru*

Alexander I. Rudakov

*Doctor of technical sciences, professor
Kazan State Educational University, Kazan, Russia
rud-38@mail.ru*

USE OF THE ENERGY POTENTIAL OF AGRICULTURAL WASTE

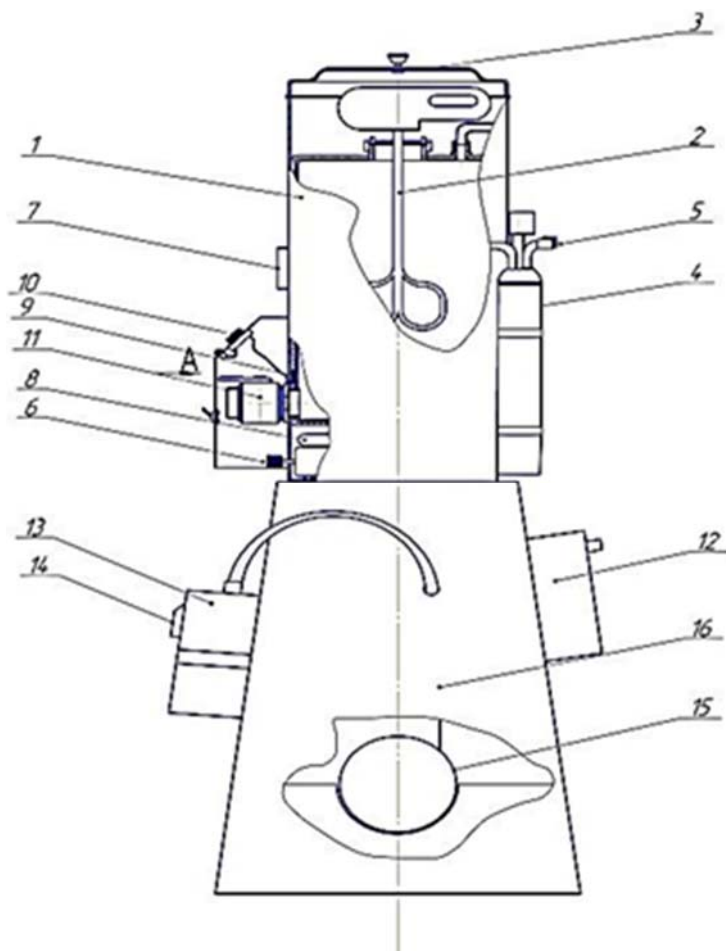
Abstract. This article presents the results of experimental studies of a mobile biogas plant, in which secondary energy sources are formed. As a result of the analysis, it is proved that one of the effective ways to obtain energy from biomass is to obtain biogas by anaerobic digestion.

Keywords: biogas, energy, agriculture, waste, fertilizer.

В последнее время во многих странах мира появилась целая индустрия производства биогаза [1]. В 1980 году насчитывалось около 8 миллионов биогазовых установок общей мощностью 1,7-2 миллиарда кубометров в год, то в настоящее время эти показатели соответствуют мощности по производству биогаза одной страны - Китая [2]. Биологические процессы, помимо энергии, позволяют нам решать две другие задачи. Во-первых, компост увеличивает урожайность на 10-20% по сравнению с обычными удобрениями [3]. Это объясняется тем фактом, что во время анаэробной обработки происходит связывание минералов и азота. При традиционном способе приготовления органических удобрений (компост) потери азота составляют до 30-40% [4,5,6]. Биогазовая установка позволяет получить высококачественные удобрения. Полученные в виде экологически чистой ферментационной массы приводят к увеличению урожайности до 4 раз. Расход этих удобрений для сельского хозяйства на 1 га составляет 3-5 тонн, вместо минеральных удобрений. К производимым удобрениям можно добавлять калийные, фосфорные или другие удобрения в зависимости от сорта растений [7,8,9]. Установка по производству биогаза может быть применена в качестве очистных сооружений на птицефабриках, сахарных и дистилляционных заводах, мясоперерабатывающем производстве, что приводит к улучшению гигиены и санитарные условия на местах [10,11,12]. Благодаря производству биогаза предотвращаются выбросы метана в атмосферу, сокращаются применение химических удобрений и снижается нагрузка на грунтовые воды. Также можно создавать биогазовые установки для применения в теплицах для обогрева [13,14,15].

Разработанная биогазовая установка (рисунок 1) в Казанском ГАУ состоит из реактора с двойным корпусом, выполняющая роль термоса. В термос можно подавать горячий пар или воздух, также в реакторе при помощи нагревательного элемента нагревается и поддерживается необходимый температурный режим субстрата. Соотношение размеров реактора рациональные, при которой происходит максимальная выработка биогаза. Достоинством установки является то, что она работает в различных режимах, включая мезофильный и термофильный, более того, ее работа полностью автоматизирована, тем самым

обеспечивается непрерывный контроль процесса получения биогаза и удобрений. В биогазовой установке разработан механизм перемешивания субстрата. Перемешивающий механизм отличается простотой [16,17,18]. Перемешивание способствует активизации в работе метанобразующих бактерий, которые помогают выработке биогаза. Новизна технического решения защищена патентами РФ на полезную модель № 150764, № 208815.



1 – метантенк; 2 – перемешивающее устройство; 3 – крышка метантенка; 4 – малый газгольдер; 5 – манометр; 6 – отстойник - фильтр; 7 – термометр; 8 – нагревательный элемент; 9 – терморезистор; 10 – регулятор температуры; 11 – сливной кран биоудобрений; 12 – отстойник; 13 – счетчик биогаза, 14 – табло, 15 – тихоходный компрессор, 16 – подставка- корпус.

Рисунок 1- Биогазовая установка

С целью проверки результата численных исследований проводились экспериментальные исследования. Эксперименты проводились по следующей разработанной программе и включала [19, 20]:

1. Определение содержания горючих компонентов в биогазе при различных температурах;
2. Определение влияния температуры на выход биогаза;
3. Определение качества биогаза и биоудобрений.

Поставленная программа сопровождалась лабораторными измерениями с привлечением аккредитованной лаборатории. Для проверки адекватности эксперименты проводились в двух повторности. Экспериментальную биогазовую установку испытывали с 2020 по 2022 года. Средняя выработка «голубого топлива» $1,5 \text{ м}^3$ в сутки.

Биогазовая установка работает следующим образом. Субстрат для переработки в виде навоза из приемника поступает в загрузочный бункер и оттуда далее направляется в метантенк, в котором осуществляется его сбраживание, в результате чего получается биогаз, поступающий через водяную заслонку в газгольдер. В метантенке поддерживается необходимый температурный режим. При помощи электрической мешалки, постоянно производится перемешивание сбраживаемого субстрата. Субстрат после обработки из метантенка поступает в хранилище органических удобрений.

На рисунке 2 представлен зависимость выхода биогаза.

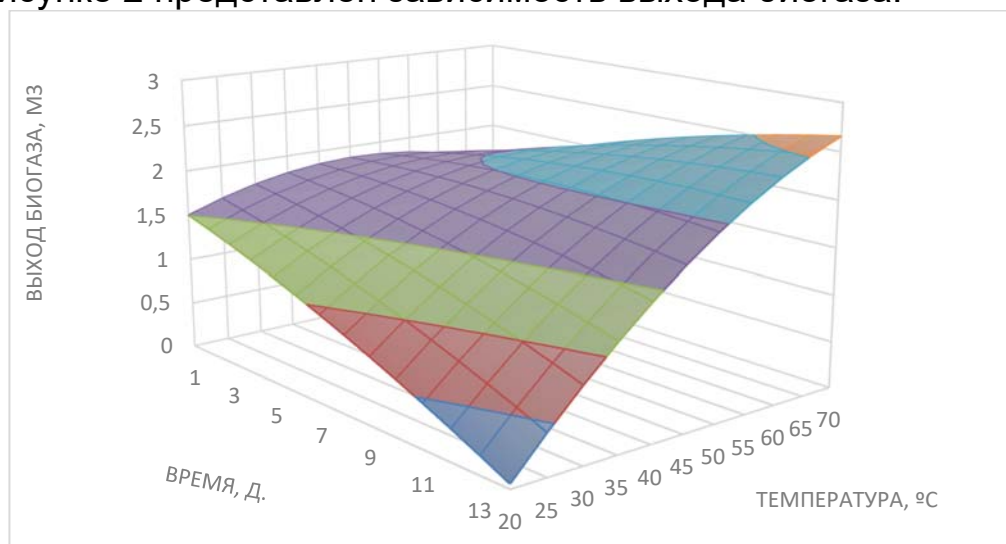


Рисунок 2 - Зависимость выхода биогаза от времени и изменение температуры

Анализ диаграммы (рисунок 2) показывает, что максимальный выход биогаза – 2 м^3 , газовыделение наблюдается до 14 дней. Содержание метана (CH_4) составляет около 75%.

Выводы. В ходе проведенного опыта по переработке животноводческих отходов были получены результаты, указывающие на ускорение переработки навоза при помощи поддержания необходимой температуры.

Проведенные эксперименты показали, что при термофильном режиме выход биогаза интенсивнее, но при мезофильном режиме содержание метана в общем количестве выделяющегося биогаза значительно больше, чем при термофильном.

Литература

1. Халиуллин, Д. Т. Шелушение семян подсолнечника / Д. Т. Халиуллин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 10.

2. Патент № 2418994 С2 Российская Федерация, МПК F04F 5/20, F04F 5/52, F15B 21/12. Пульсатор для смешивания и транспортирования жидкостей и газов: № 2009123699/06: заявл. 22.06.2009: опубл. 20.05.2011 / А. И. Рудаков, И. Р. Нафиков, Б. Л. Иванов; заявитель ФГБОУ ВО "Казанский ГАУ".
3. Кашапов, И. И. Современные роботизированные доильные установки / И. И. Кашапов, Б. Л. Иванов // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти Гайнанова Х. С. Том 1. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 104-109.
4. Zinnatullina, A. N. Simulating a pollution process in water filtration under a hydraulic structure / A. N. Zinnatullina, R. I. Ibyatov, M. N. Shamsiev // Mathematical Models and Computer Simulations. – 2015. – Vol. 7. – No 3. – P. 254-258.
5. Киселева, Н. Г. Роботизация в сельском хозяйстве / Н. Г. Киселева, А. Н. Зиннатуллина // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 224-230.
6. Зиннатуллина, А. Н. Преимущества автоматизации SAS / А. Н. Зиннатуллина, В. Л. Киселев, Н. Г. Киселева // Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 394-400.
7. Амирова, Э. Ф. Проблемы демографического развития сельских территорий / Э. Ф. Амирова, И. Н. Сафиуллин, А. К. Субаева // Материалы I всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 60-летию института экономики, Казань. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 3-9.
8. Амирова, Э. Оценка развития технологий производства в сфере цифровой аграрной экономики / Э. Амирова, И. Н. Сафиуллин, А. У. Менциев // Цифровая экономика и сквозные цифровые технологии: современные вызовы и перспективы экономического, социального и культурного развития. – Самара: ООО НИЦ "ПНК", 2020. – С. 184-197.
9. Лушнов, М. А. Построение классификационной схемы и анализ устройств для тепловой обработки полужидких кормосмесей / М. А. Лушнов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5(36). – С. 65-68.
10. Сабиров, Б. М. Процесс измельчения в комбикормовом производстве / Б. М. Сабиров, Р. Р. Сабирова // Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. – Казань, Казанский ГАУ.
11. Халиуллин, Д. Т. Теоретическое обоснование некоторых параметров семенорушки пневмомеханического типа / Д. Т. Халиуллин, Р. Р. Лукманов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-3. – С. 516-519.
12. Нуруллин, Э. Г. Исследование скорости взаимодействия семян подсолнечника с рабочей поверхностью конфузора пневмомеханической

- семенорушки / Э. Г. Нуруллин, Д. Т. Халиуллин, Э. Э. Нуруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 23. – С. 109-112.
13. Ibyatov R. I. Mathematical modeling of the grain trajectory in the workspace of the sheller with rotating decks / R. I. Ibyatov, A. V. Dmitriev, B. G. Ziganshin [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00093.
14. Валиев А. Р. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А. Р. Валиев, Ю. Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 188 с.
15. Зиганшин, Б. Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Н. Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84.
16. Практическое использование куриного помета при возделывании озимой пшеницы / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибагатуллин, З. М. Халиуллина [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10(137). – С. 38-47.
17. Проблема утилизации куриного помета с использованием биохимических препаратов / А. С. Ганиев, З. М. Халиуллина, Р. Р. Ахметзянова, И. Х. Гайфуллин // Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия РТ. – Казань, Казанский ГАУ, 2022. – С. 63-72.
18. Особенности переработки отходов животноводства и птицеводства с использованием препарата Мефосфон / З. М. Халиуллина, А. С. Ганиев, И. Х. Гайфуллин, Р. Р. Ахметзянова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 604-612.
19. Иванов, Б. Л. Автоматизированная система управления технологической линией производства полнорационных комбикормов / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Н. Сафиуллин // Инновационные технологии в АПК: Теория и практика: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института экономики. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 65-69.
20. Современное состояние и перспективы развития гибридной генерации в агропромышленном комплексе / А. И. Рудаков, Б. Л. Иванов, М. А. Лушнов, И. Р. Нафиков // Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти Гайнанова Х. С. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 132-139.

© Гайфуллин И.Х., Зиганшин Б.Г., Иванов Б.Л., Рудаков А.И. 2022

УДК 657.31

Шувалова Диляра Данияловна*Председатель Региональной общественной организации
«Аграрное молодёжное объединение Республики Татарстан»*Amo-rt@mail.ru**СЕЛЬСКИЙ СПРОС: КАКИЕ ПРОЕКТЫ РЕАЛИЗУЮТСЯ В
ТАТАРСТАНЕ?**

Аннотация. В рамках проекта научного исследования планируется провести мониторинг образа сельского хозяйства и его работников среди подростков и их родителей, а также отношение респондентов к сельскому хозяйству в целом и анализ существующих проектов профориентационных проектов в Республике Татарстан.

Ключевые слова: аграрные специальности, профориентация, студенты, кадры АПК.

Shuvalova Dilyara Daniyalovna

Chairman of the Regional public organization
"Agrarian Youth Association of the Republic of Tatarstan"
amo-rt@mail.ru

**RURAL DEMAND: WHAT PROJECTS ARE BEING IMPLEMENTED IN
TATARSTAN?**

Abstract. Within the framework of the scientific research project, it is planned to monitor the image of agriculture and its workers among young people and their parents, as well as the attitude of respondents to agriculture in general and the analysis of existing career guidance projects in the Republic of Tatarstan.

Keywords: agricultural specialties, career guidance, students, agricultural personnel.

Введение. АПК РФ - сфера экономики, которая по по-прежнему продолжает испытывать значительный недостаток в квалифицированных работниках. В Республике Татарстан, как и в целом в Российской Федерации, проблема обеспечения сельскохозяйственных предприятий высококвалифицированными кадрами является одной из приоритетных. Уровень обеспеченности сельскохозяйственных предприятий Республики Татарстан специалистами на начало 2021 года составляет 89,3 %, в том числе агрономами – 86,3, зоотехниками – 84,5, ветеринарными, врачами – 87,7, инженерами – 89,1, экономистами – 91,3, бухгалтерами – 97,0 %.

За 2015-2022 годы общая численность специалистов сократилась на 18,4 %. Удельный вес главных специалистов в общей численности работников составляет 33,3 %.[1]

Подготовку кадров для сельского хозяйства ведут ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» и ФГБОУ «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э.Баумана» и 23 колледжей и техникумов. Ежегодный выпуск специалистов с учётом всех форм обучения по: Вузам – более 1100 человек, ссузам – более 900 человек. [2]. Но при этом сокращение дефицита кадров не происходит. Также, стоит отметить, что нынешний кадровый состав сельскохозяйственной отрасли стареет в целом. Освобождаемые места непривлекательны для молодёжи. Данное исследование поможет понять образ сельского хозяйства и его работников среди подростков и их родителей, а также отношение респондентов к сельскому хозяйству в целом.

Методика и методология.

Всего в опросе приняли участие более тысячи городских и сельских жителей Татарстана в рамках реализации проектов Региональной общественной организации «Аграрное молодёжное объединение Республики Татарстан». В число респондентов молодые люди в возрасте 14-23 лет и родители детей этого возраста.

Ответы свидетельствуют, что родители в большинстве случаев не рекомендуют детям агропрофессии или работу в сельском хозяйстве.

Из родителей, занятых в агробизнесе, рекомендуют детям агропрофессии лишь 10% рекомендуют работу в сельском хозяйстве. Из взрослых, которые не задействованы в агробизнесе, лишь 2% опрошенных предложили бы эту отрасль для работы своим детям.

Для большинства участников опроса сельское хозяйство оказалось незнакомой сферой деятельности, и именно это является ключевой причиной отсутствия выбора в пользу сельского хозяйства при планировании карьеры (38% подростков, 61% родителей).

Половина опрошенных подростков (48%) также заявили, что это отрасль им неинтересна. Приблизительно каждый пятый из опрошенных считают, что занимаясь сельскохозяйственным трудом, нельзя получать достойный уровень дохода.

Характерно, что подобные тенденции присущи для жителей всех типов населенных пунктов – как городов, так и сельской местности. Уровень знания сельскохозяйственных специальностей среди подростков оказался очень низким: 40% опрошенных подростков не могли вспомнить ни одной сельскохозяйственной специальности. Самыми известными агроспециальностями были названы: агроном, ветеринар и тракторист.

Тем не менее, подавляющее большинство ответов продемонстрировало лояльное отношение к сельскому хозяйству: более

50% респондентов согласились с тем, что сельское хозяйство – развивающаяся и технологичная отрасль.

Показательно, что в ответах большинства подростков и родителей отсутствует стереотип, что сельское хозяйство – это мужская профессия, несмотря на то, что среди опрошенных работу в сельском хозяйстве выбирают, в основном мальчики, живущие в деревне, которым именно отцы советуют работать в этой сфере экономики. Исследования выявило, что ключевыми проблемами для подготовки нового поколения работников сельского хозяйства России сегодня являются низкий уровень знания об отрасли у большинства населения страны и неправильное представление о сельскохозяйственном труде.

На данный момент в республике реализовано несколько проектов направленных на профориентацию в аграрной сфере. Один их самых первых стал конкурс профессионального мастерства «Лучший по профессии». Конкурс проходит в целях выявления лучших молодых работников, их поддержки и поощрения, а также повышения профессионального мастерства тружеников отрасли и престижа сельскохозяйственных профессий. Участники конкурса «Лучший по профессии» - молодые работники агропромышленного комплекса Республики Татарстан от 18 до 35 лет, имеющие высшее или среднее профессиональное образование, и определенный стаж работы. Участники состязались по 9 номинациям: агроном, бухгалтер-экономист, механизатор, ветеринарный врач, инженер-механик, оператор машинного доения, зоотехник, экономист-бухгалтер и технолог по воспроизводству стада.

Конкурс реализуется с 2012 года, за это время более 60 молодых специалистов стали участниками профессиональной стажировки в Германии, Австрии, Хорватии и в Республике Алтай. Победители конкурса продвигаются по карьерной лестнице, начинают свой бизнес, тем самым создавая новые рабочие места.

Проект «Агропоколение: программа развития потенциала кадровой политики агропромышленного комплекса Республики Татарстан» направлен на внедрение нового подхода к вовлечению детей и молодежи Республики Татарстан в кадровую политику сельскохозяйственной отрасли. Организационная схема реализации проекта состоит из несколько этапов:

1. Внедрение проекта в 43 сельских школах, создавая на базе школы агрокоманду из числа учеников 7-10 классов. Главная задача данного уровня: создание устойчивого интереса к сельскому хозяйству у учащихся школ. Запуск процесса в рамках ориентационной встречи наставников школ (по 2 наставника от каждой школы). В образовательной программе: разбор концепции; выбор проектных направлений; освоение проектного подхода; выработка рамки занятий в классах; освоение цифровой платформы по дополнительному аграрному образованию для учеников

по направлениям: зооветеринария, агроинженерия, агробизнес, биотехнологии.

Основная составляющая программы взаимодействия с целевой аудиторией: Запуск программы в школе: отбор тьюторов, формирование агрокоманд; образовательная и практическая программа онлайн-уроки 2 раза в неделю / Ежемесячные практические задания / научно-исследовательская деятельность; формирование модели фермерского хозяйства; реализация проектов в 20 школах на местах, привлечение партнеров;

создание модели предприятия совместно с СХТП

2. Внедрение проекта в 7-ми средних профессиональных образовательных учреждениях аграрного направления. Главная задача этого уровня: встраивание в цепочки создания ценности в сфере агропромышленного комплекса на существующих рынках труда территорий.

Запуск процесса планируется в рамках ориентационной встречи из числа трёх наставников каждого учреждения с участием представителей предприятий с кейсами ведения аграрного бизнеса, аграрные высшие учебные заведения. Формат вовлечения целевой аудитории: любой студент может присоединиться к классу (на конкурсной основе), работа ведётся во внеучебное время. Основной запрос деятельности – от предприятий. Основная награда – стажировка и дальнейшая работа на предприятиях. В рамках запланированного анализа территории и рынка для реализации проекта, участие в работе предприятий и научных исследованиях вузов, каждый ссуз получит поддержку от партнеров проекта на реализацию разработанной научной инициативе агрокоманды.

3. Организация площадки обмена опыта лучших практик развития кадрового потенциала в средних и в средних профессиональных образовательных учреждений. Площадка позволит объединить результаты и разработать общую программу для развития кадрового потенциала для субъектов и партнеров проекта; усилит мотивацию для дальнейшего участия у 300 участников из числа детей и молодежи в сформировавшихся агрокоманд 43-х школ и 7 СПО. На федеральном уровне данный опыт планируется сформировать в методическое пособие и предоставить на рассмотрение применение данных практик и технологий на территории других субъектов РФ.

Проект начал свою реализацию в 2022 году и станет полномасштабным с 2023 года.

Более 8 районов Республики реализовали проект «Агрокласс». Проект представляет собой тренинг-игры, без теоретической загруженности, проводящиеся профессиональными психологами, обученными тренингам. Тренинг-игры помогут узнать об аграрных профессиях наиболее полную информацию. Детям дошкольного

возраста представится возможность окунуться в мир агропромышленного комплекса, наблюдая за уменьшенным вариантом фермы, деревенского дома, урожайного поля. В занятия они превратятся в агрономов, механизаторов, комбайнеров, доярок и в других специалистов сельских работ. Таким образом, у детей появляется представление об аграрных профессиях, понимание о важности и ценности труда специалистов АПК.

"Кайтам" -формирование локальных программ развития сельских территорий Республики Татарстан силами молодежи был реализован в 2021 году. Участники проживали и обучались в составе тематических «деревень» – сообществ, объединенных одной производственной или продуктовой темой. В процессе обучения на проекте решались действительные кейсы, предложенные участниками рынка АПК Татарстана, также большое внимание образовательной части мероприятия было уделено адаптации полученных компетенций к реалиям каждого конкретного участника, для этого прошла работа по формированию личной стратегии профессионального развития в рамках АПК каждого участника. Результатом стало трудоустройство более 15 студентов в предприятия аграрного сектора Республики Татарстан.

Чтобы привлечь молодежь к сельскому хозяйству, целесообразно действовать в нескольких направлениях: знакомить молодежь и родителей с сельским хозяйством, формировать позитивный имидж работников отрасли, делать акцент на инновациях и технологичных инструментах, подчеркивать возможность материального заработка в агробизнесе.

Литература

1. Клычова, Г. С. Приоритетные направления повышения эффективности социально-экономической деятельности и конкурентоспособности предприятий АПК / Г. С. Клычова, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Закирова // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 42-45. – EDN YQGAWV.
 2. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
 3. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.
- Файзрахманов, Д. И. Проблемы развития малого и среднего предпринимательства в аграрном секторе экономики / Д. И. Файзрахманов, Ш. М. Газетдинов // Вестник Казанского государственного

аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 1(31). – С. 38-42. – DOI 10.12737/3805. – EDN SETKUX.

4.Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

5. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.

(С) Шувалова Д.Д.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Зиганшин Б.Г.	стр. 3
Яхин С. М., Пикмуллин Г. В., Нурмиев А. А. Практическая реализация результатов научной деятельности профессора А.П. Мартьянова.....	4-11
Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Шарафиев Л.З., Сибагатуллина Р.Ф., Пикмуллин Г.В. Татарстанско-Сибирско-Уральско-Ярославская техника исключения эколого – экономико - социальной катастрофы в АПК России.....	12-23
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В АПК	24
Хабибуллин Р.И., Нафиков И.Р., Кашапов И.И. Переработка зерна с разработкой комбинированного пневмо- гравитационного зерноочистителя.....	24-30
Гильмутдинов И.И., Хусаинов Р.К., Галиев И.Г., Нафиков И.Р. Применение установок для получения экологически чистой электроэнергии.....	31-36
Файзуллин Р.А., Нуруллин Э.Г. Теоретическое обоснование расхода воздуха в пневмозагрузочно-пылеочистительном устройстве мобильной протравочной машины.....	37-43
Бадрутдинов А.К., Лукманов Р.Р., Сеницкий С.А. Современные смесители концентрированных кормов и направления их совершенствования.....	44-51
Шакуров Р.Э., Лукманов Р.Р., Сеницкий С.А., Аглиуллин Н.Н. Анализ машин для измельчения сочных кормов и направления их совершенствования.....	52-59
Гайфуллин А.Р., Кашапов И.И. Разработка комбинированной машины для поверхностной обработки почвы.....	60-66
Гарифьянов И.Т., Кашапов И.И. Современное оборудование для внесения консервантов на кормоуборочных комбайнах.....	67-74
Губаева А.Р., Котников Р.В., Кашапов И.И. Система капельного орошения плодовых культур.....	75-81
Иванов Б.Л., Ильясов Р.Р., Сабиров А.Д. Инфракрасные обогреватели для агропромышленного комплекса.....	82-87
Набиев И.Ф., Халиуллин Д.Т. Обзор существующих конструкций грануляторов концентрированных кормов.....	88-96
Нургаянов Р.Р., Халиуллин Д.Т., Шамсутдинов И.И., Земдыханов М.М. Техническое решение для повышения эффективности распределения частиц	97-103
Лукманов Р.Р., Сеницкий С.А., Пантелеев С.А.	

Сельское хозяйство – ключ к экономическим преобразованиям, продовольственной безопасности и питанию.....	104-409
Сагитова Д.А., Лушнов М.А.	
Воздухоочистительная установка для доильного аппарата.....	110-117
Пикмуллин Г.В., Мудров А.П., Валиев А.А.	
Расчет на прочность и колебания упругих балок при изгибе.....	118-125
Пикмуллин Г.В., Валиев А.А.	
Прочность и колебания сложной системы составных пружин.....	126-133
Пикмуллин Г.В., Мудров А.П., Валиев А.А.	
Пространственные механизмы для создания силовых импульсов.....	134-139
Мудров А.П., Пикмуллин Г.В., Гургенидзе З.Д.	
О пространственной инерционной машине для шлифования семян сахарной свеклы.....	140-149
Мудров А.П., Пикмуллин Г.В., Гургенидзе З.Д.	
Некоторые вопросы проектирования пространственной инерционной машины шлифования семян.....	150-157
Иванов Б.Л., Ильясов Р.Р., Сабиров А.Д.	
Сушка изоляции трансформаторов методом комбинирования....	158-163
Иванова Я.М., Иванов Б.Л.	
Повышение эффективности дезинфекционных и лечебных препаратов, применяемых в форме аэрозолей.....	164-168
Иванов Б.Л., Зиганшин Б.Г., Гайфуллин И.Х., Шарафеев Р.Ф.	
Возможности и перспективы применения вихревого эффекта....	169-175
Шакиров Р.М., Хусаинов Р.К., Галиев И.Г., Нафиков И.Р.	
Анализ существующих конструкций плющилки зерна для фермерских хозяйств в Республике Татарстан.....	176-182
Шамсутдинов И.И., Халиуллин Д.Т., Нургаянов Р.Р., Земдыханов М.М.	
Способы борьбы с гололёдом в зимнее время.....	183-191
ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СЕРВИС ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	192
Меньшенин А.С., Чокоев С.А., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х.	
Исследование чувствительности частоты вращения коленчатого вала двс к изменению сопротивления каталитического нейтрализатора при малых длительностях впрыска.....	192-201
Меньшенин А.С., Чокоев С.А., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х.	
Исследование чувствительности частоты вращения коленчатого вала двс к изменению сопротивления каталитического нейтрализатора при больших длительностях впрыска.....	202-209
Богданов А.В., Гриценко А.В., Сунарсина Н.Ю., Штриккер Л.А., Гималтдинов И.Х.	
Показатели эффективности протирочных машин.....	210-217
Емельянова А.И., Русакова Н.Н., Уланов В.Е., Гриценко А.В.,	

Гималтдинов И.Х.

Контроль массового расхода воздуха автотракторных двигателей при тестовом диагностировании..... 218-224

Емельянова А.И., Русакова Н.Н., Уланов В.Е., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х.

Контроль часового расхода топлива автотракторных двигателей при тестовом диагностировании..... 225-230

Меньшенин А.С., Чокоев С.А., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х.

Современные экологические проблемы на автотранспорте и механизмы их решения..... 231-236

Шаймухаметова Л.А., Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х.

Установление взаимосвязи концентрации выбросов угарного газа от размера эквивалентного сечения выхлопной трубы и частоты вращения коленчатого вала двигателя..... 237-244

Патов А.Г., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х.

Проблемы эксплуатации систем турбонаддува современных ДВС..... 245-252

Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х., Рахимов Ж.С.

Исследование расхода масла через подшипник ротора турбокомпрессора К27-145 сельскохозяйственного трактора..... 253-260

Караулов А.В., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х.

Разработка метода диагностирования цилиндропоршневой группы двигателей сельскохозяйственных тракторов по характеристикам разгона и выбега..... 261-266

Ахунзянов Р.Р., Адигамов Н.Р.

Технологии восстановления высокоточных деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей 267-272

Зиятдинов Р.Ш., Галиев И.Г., Кулаков А.Т.

Оптимизация расхода ресурсов агрегатов и систем трактора в агропромышленном комплексе..... 273-279

Киселев В.Л., Хафизов К.А., Нурмиев А.А., Хафизов Р.Н.

Минеральное и синтетическое моторное масло..... 280-286

Овчинников К.А., Адигамов Н.Р.

Анализ тормозной системы и методы восстановления тормозного диска и барабана автотракторной техники..... 287-292

Синицкий С.А., Лукманов Р.Р., Хисамов А.И., Синицкая Ю.С.

Общее понятие программы движения машинно-тракторного агрегата и динамические ошибки, возникающие при этом..... 293-299

Синицкий С.А., Фаттахов Б.И., Синицкая Ю.С.

Сравнительный анализ оборудования применяемого при переводе двигателей внутреннего сгорания на газовое моторное топливо..... 300-308

Синицкий С.А., Лукманов Р.Р., Тазиев Р.Р., Синицкая Е.С.

Особенности аккумуляторных батарей, применяемых на технике с гибридным приводом..... 309-316

Синицкий С.А., Лукманов Р.Р., Луканихин С.А., Синицкая Е.С. Исследования распределения инерционных сил в машинно-тракторном агрегате.....	317-323
Галиев И.Г., Зиятдинов Р.Ш., Галимов Э.Р. Проектирование процессов рационального использования ресурсов тракторов в аграрном производстве.....	324-330
Ахметзянов Р.Р., Вагизов Т.Н., Пикмуллин Г.В. Исследование изменения посадок колец подшипников качения при эксплуатации.....	331-337
Ахметзянов Р.Р., Вагизов Т.Н., Пикмуллин Г.В. Определение остаточного ресурса подшипников качения.....	338-344
Вагизов Т.Н., Бочарова С.М. Влияние качества очистки деталей на ресурс двигателя.....	345-354
Вагизов Т.Н., Ахметзянов Р.Р., Волкова А.П. Устройство для восстановления геометрии рабочей поверхности дисковых рабочих органов.....	355-362
Вагизов Т.Н., Бочарова С.М. Исследование износов сеялок и методов их восстановления.....	363-368
Киселев В.Л., Хафизов К.А., Нурмиев А.А., Хафизов Р.Н. Этаноловое топливо	396-375
Косихин А.М., Хафизов К.А., Нурмиев А.А., Хафизов Р.Н. Влияние плотности топлива на топливоподачу.....	376-383
Хафизов Р.Н., Зимин Н.А., Нурмиев А.А. Практические методы определения термостабильности моторных масел.....	384-392
Хафизов Р.Н., Нурмиев А. А., Сабирьянов И.А. Процесс сгорания и теплового выделения в дизеле с подогревом топлива.....	393-401
Залаков Н.Р., Утяшев Э.П., Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А. Влияние параметров опрыскивателей на формируемый урожай зерновых культур.....	402-408
Утяшев Э.П., Залаков Н.Р., Нурмиев А.А., Хафизов К.А., Хафизов Р.Н. Методика планирования эксперимента для определения рациональной ширины захвата, скорости агрегата и срока проведения опрыскивания зерновых культур.....	409-416
Нурмиев А.А., Залаков Н.Р., Утяшев Э.П., Хафизов К.А., Хафизов Р.Н. Результаты экспериментальных исследований влияния параметров опрыскивателей на формируемый урожай яровой пшеницы.....	417-428
Нурмиев А.А., Залаков Н.Р., Утяшев Э.П., Хафизов К.А., Хафизов Р.Н. Тенденции развития опрыскивателей и задачи совершенствования методов расчета их параметров и режимов работы.....	429-437

Галиаскаров И.А., Матяшин А.В., Халиуллин Ф.Х.	
Обзор методов диагностики автотракторных двигателей.....	438-445
Караваев Д.А., Халиуллин Ф.Х.	
Разработка электрогидравлической форсунки с улучшенными динамическими характеристиками для системы питания дизельного двигателя CR.....	446-451
Мифтахов М.А., Халиуллин Ф.Х.	
Особенности теплового расчета двигателей с турбонаддувом..	452-456
Сираев Р.И., Зими́на Л.А.	
К вопросу компоновки и геометрии высокопроходимого электрического трайка.....	457-462
Сираев Р.И., Зими́на Л.А.	
Введение в трехколесный транспорт.....	463-469
Хамидуллин И.И., Халиуллин Ф.Х.	
Методика расчета гасителей крутильных колебаний повышенной эффективности.....	470-475
Исмагилов Д.И., Матяшин А.В.	
Способы восстановления деталей газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания.....	476-483
Хайдаров Н.А., Хайдарова А.А., Хафизов К.А.	
Использование соединений азота из выхлопных газов.....	484-488
Сёмушкин Д.Н., Зиганшин Б.Г., Сёмушкин Н.И.	
Технология получения растительных вытяжек.....	489-495
Сёмушкин Д.Н., Зиганшин Б.Г., Сёмушкин Н.И.	
Технологическая схема получения растительного экстракта.....	496-501
Сёмушкин Н.И., Капустин Д.Ю., Сёмушкин Д.Н.	
Материально-техническое обеспечение длительного хранения сельскохозяйственной техники.....	502-507
Сёмушкин Н.И., Капустин Д.Ю., Сёмушкин Д.Н.	
Требования к помещениям для длительного хранения сельскохозяйственной техники.....	508-514
Иванов Б.Л., Халиуллин Д.Г., Гайфуллин И.Х., Сафиуллин И.Н.	
Продуктовая линейка, конструктивные особенности зерноуборочных комбайнов серии Акрос.....	515-521
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ.....	522
Лукманова А.А., Кадырова Ф.З.	
Имунногенетический метод контроля септориоза яровой пшеницы в предкамской зоне Республики Татарстан.....	522-529
Сабиров Б.М.	
Анализ технических средств для измельчения концентрированных кормов и их классификация.....	530-537
Сабиров Б.М.	
Измельчение сырья в производстве комбикормов для рыб.....	538-543
Сабиров Б.М.	
Обзор технологических оборудований для очистки поверхности зерна.....	544-550

Сабирова Р.М., Вадутов Р.С.

Влияние климатических условий и биопрепаратов на продуктивность нута 551-555

Колесар В.А.

Эффективность технологии использования органоминеральных удобрений для улучшения урожайности и фитосанитарного состояния посевов сои обыкновенной в Республике Татарстан... 556-563

Яхин И.Ф., Хисматуллин М.М., Трофимов Н.В.

Урожайность орошаемой кормовой кукурузы в зависимости от погодно-климатических условий 2022 г. И фонов её питания на серых лесных почвах Республики Татарстан..... 564-572

ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 573

Валиев А.А., Зиннатуллина А.Н.

Анализ нелинейных множественных связей урожайности яровой пшеницы на серо-лесных почвах Республики Татарстан..... 573-579

Зиннатуллина А.Н.

Анализ стандартизированной формы уравнения множественной регрессии на примере урожайности яровой пшеницы на серо-лесных почвах Республики Татарстан..... 580-587

Ибяттов Р.И., Галеев Д.М.

Численный расчет профиля скорости жидкой среды в межтарелочном зазоре сепаратора..... 588-594

Киселева Н.Г.

Варьирование показателей вариации таксационных показателей исследуемых древостоев..... 595-602

Рахматуллина Р.Г., Маскова А.Р.

Теплообмен в сложных средах..... 603-609

Валиев А.А., Ибяттов Р.И.

О выявлении нетипичных признаков в массиве данных..... 610-617

Зиннатуллина А.Н.

Анализ процессов переноса загрязняющих веществ в природных дисперсных средах..... 618-625

Валиев А.А.

Применение современных методов и подходов при анализе многомерных данных..... 626-633

Нуртдинова А.Т., Макаров Д. М., Макарова О.И.

Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте маляра на судостроительном заводе..... 634-641

Сабирзянова Г.Р. Макаров Д. М., Макарова О.И.

Негативное влияние вредных выбросов на человека..... 642-649

Сабирзянова Г.Р. Макаров Д. М., Макарова О.И.

Оценка и анализ производственной безопасности..... 650-658

Сабирзянова Г.Р. Макаров Д. М., Макарова О.И.

Сельское хозяйство и его экологические проблемы..... 659-666

Ахмедшина А.И., Мухаметгалиев Ф.Н.

667-675

Роль социально-экономической диагностики в системе управления предприятием.....	
Батталова А.Р., Мухаметгалиев Ф.Н., Лукин А.С.	
Современные факторы получения прибыли в аграрной сфере экономики.....	676-683
Мельников Б.Н., Мухаметгалиев Ф.Н.	
Мотивация работников аграрного бизнеса.....	684-690
Мельников Б.Н., Мухаметгалиев Ф.Н.	
Основы конкурентной борьбы на агропродовольственных рынках.....	691-698
Миннулин Р.И., Мухаметгалиев Ф.Н.	
Основы эффективного использования персонала в аграрном бизнесе.....	699-706
Миннулин Р.И., Мухаметгалиев Ф.Н.	
Классификация аграрных и процесс ценообразования.....	707-714
Мулинов И.Ю., Мухаметгалиев Ф.Н., Лукин А.С.	
Основные направления повышения эффективности производства подсолнечника.....	715-722
Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М., Хисматуллин М.М., Хафизов Д.Ф.	
Современное состояние развития мелиорации в Республике Татарстан (экономический аспект).....	723-730
ЛЕСНОЕ ДЕЛО И ЭКОЛОГИЯ	731
Глушко С.Г., Калаева А.С.	
Опыт использования материалов лесоустройства в исследованиях хода роста сосновых лесов.....	731-736
Сунгатуллин Р.Х., Сабиров А.М., Мусин Х.Г., Мирсияпов Н.И., Тазиев И.Р.	
Необходимость выполнения раздела «проект освоения лесов при строительстве пруда в Сабинском муниципальном районе Республики Татарстан».....	737-742
Егоров В.И.	
Проблема загрязнения атмосферного воздуха в России.....	743-749
Сунгатуллин Р.Х., Сабиров А.М., Мирсияпов Н.И., Тазиев И.Р.	
Необходимость гидрологических расчетов при реконструкции оросительной системы «пятилетка» Мамадышского муниципального района Республики Татарстан.....	750-756
Мухаметшина А.Р., Мусин Х.Г., Сабирова Р.Р., Тазиев И.Р.	
Облесение крутых склонов посевом желудей дуба черешчатого без нарушения существующего ландшафта.....	757-761
Тазиев И.Р., Тазмеев Н.М., Мухаметшина А.Р.	
Эффективность применения различных препаратов при выращивании семян дуба черешчатого в ГКУ «Кзыл Юлдузское лесничество».....	762-767

Тазиев И.Р., Тазмеев Н.М., Мухаметшина А.Р.

Эффективность предпосевной обработки семян сосны
обыкновенной в растворах биопрепаратов в питомнике Арышского
лесничества 768-772

Петрова Г.А., Тазиев И.Р.

Воспроизводство дубрав в Республике Татарстан: проблема и
пути решения..... 773-776

Сафиоллин Ф.Н., Миннулин Г.С., Сулейманов С.Р.

Биологические особенности райграса Многоукосного и
результаты его интродукции в луговое Кормопроизводство
республики татарстан..... 777-784

Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов С.Р.

Результаты геоботанического обследования
Растительного покрова пойменных лугов
Республики Татарстан..... 785-792

**Исмагилов Д.М., Калимуллин М.Н., Латыпов Р.М.,
Салимзянов М.З.**

Ботвоизмельчитель с саморегулирующимся рабочим органом..... 793-800

**Гайфуллин И.Х., Зиганшин Б.Г., Иванов Б.Л.,
Шогенов Ю.Х.**

Получение биогаза на молочной ферме путем утилизации навоза
и использование его для выработки электроэнергии..... 801-807

**Гайфуллин И.Х., Зиганшин Б.Г., Иванов Б.Л.,
Рудаков А.И.**

Использование энергетического потенциала отходов
сельскохозяйственного производства..... 808-813

Шувалова Д.Д.

814-

Сельский спрос: какие проекты реализуются в татарстане?

819

Формат 60x84/8 Тираж 200 Подписано к печати 10.11.2022

Печать офсетная. Усл.п.л. 51,3

Издательство КГАУ/420015, г. Казань, ул.К. Маркса, 65

Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД №06342 от 28.11.2001 г.

Отпечатано в типографии КГАУ

420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65

Казанский государственный аграрный университет