

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



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Посвящается памяти д.т.н., профессора
Мудрова Петра Григорьевича*

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Казань – 2021

УДК 631.3:637.1
ББК 40.7

Печатается
по решению Ученого совета
Казанского государственного аграрного университета
№ 10 от 11 ноября 2021 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. Валиев А.Р., д.т.н., профессор, профессор РАН Зиганшин Б.Г., д.т.н., доцент Калимуллин М.Н., д.т.н., доцент Яхин С.М., к.т.н., доцент Пикмуллин Г.В., к.т.н., доцент Мудров А.П., к.т.н., доцент Вагизов Т.Н., старший преподаватель Салахов И.М.

Технический секретарь: старший преподаватель Салахов И.М.

На конференции приняли участие учёные из России и Узбекистана 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 Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – 554 с.

© Казанский государственный аграрный университет, 2021
© Валиев А.Р., Зиганшин Б.Г., Калимуллин М.Н., Яхин С.М., Пикмуллин Г.В., Мудров А.П., Вагизов Т.Н., Салахов И.М.



Зиганшин Булат Гусманович

Первый проректор - проректор по научной и международной деятельности Казанского государственного аграрного университета, д.т.н., профессор, профессор РАН

Мудров Петр Григорьевич был выдающимся учёным и педагогом, научная деятельность которого посвящена исследованиям пространственных механизмов с вращательными парами и устройств, созданных на их основе.

Его трудовая и научная деятельность с 1963 года неразрывно связана с Казанским сельскохозяйственным институтом, ныне Казанским государственным аграрным университетом.

Его идеи и разработки были внедрены в производство и в учебный процесс, а также успешно применяются при разработке новых машин и механизмов. Им опубликовано свыше 150 научных и учебно-методических работ, издана монография, предложен целый ряд новых механизмов и устройств, получено более 105 авторских свидетельств и патентов на изобретение. Под его научным руководством выполнены и защищены 9 кандидатских диссертаций. Созданные им и его учениками устройства неоднократно экспонировались на различных выставках и награждались медалями и дипломами.

Большую научную работу Петр Григорьевич активно сочетал с педагогической деятельностью, проводя на высоком уровне занятия со студентами. Мудров Петр Григорьевич 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.

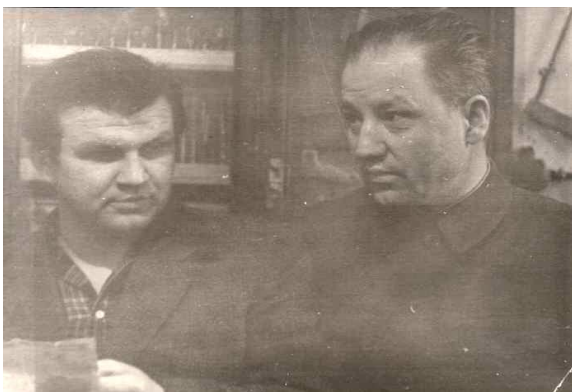
О НАУЧНОМ НАСЛЕДИИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА МУДРОВА ПЕТРА ГРИГОРЬЕВИЧА



Мудров Александр Петрович
Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный
аграрный университет, Казань

Мудров Петр Григорьевич - первый доктор технических наук факультета механизации сельского хозяйства Казанского сельскохозяйственного института, профессор, внесший весомый вклад в теорию и исследование пространственных механизмов, способствуя, таким образом, увеличению научного престижа Казанского сельскохозяйственного института (ныне Казанского государственного аграрного университета) в нашей стране и за её пределами.

Поразительно много успел сделать Пётр Григорьевич за свою недлинную жизнь (не полные 61 год), связав свою научную и педагогическую деятельность с нашим учебным заведением, и пройдя с 1963 по 1997 годы путь от аспиранта до доктора технических наук, профессора, заведующего созданной по его инициативе кафедрой теории механизмов и машин, председателя Диссертационного совета по защите кандидатских диссертаций.



**Аспиранты профессора
Б.В. Шитикова**
П.Г. Мудров и М.А. Яхин

Научная деятельность Мудрова Петра Григорьевича была посвящена исследованию пространственных механизмов с вращательными парами и созданию на их базе устройств и машин. Работать по этой теме Петр Григорьевич начал ещё аспирантом известного ученого, основателя Казанской школы механики - Шитикова Бориса Владимировича.

Пётр Григорьевич довёл до совершенства, предложенную учителем технологию изготовления моделей пространственных механизмов, и затем собственноручно изготавливал модели новых пространственных механизмов для проверки своих теоретических

предположений и расчётов (изготовил более 70 моделей). До них работоспособные модели пространственных механизмов с вращательными парами никто в мире не мог сделать – они были первыми.



П.Г. Мудров за сборкой пространственного четырёхзвенного смесителя



П.Г. Мудров и И.С. Туктамышев обсуждают конструкцию пространственного смесителя

Пётр Григорьевич имел разносторонние способности и «золотые» руки: мог работать на токарных и фрезерных станках (которые почти все приобретались на средства от хоздоговорных работ кафедры), знал слесарное дело, работу с электрикой, хорошо плотничал и столярничал, мог отремонтировать бытовую технику. Все, необходимые для работы фотографии делал сам, проявлял фотоплёнку и печатал фотографии на дверные стёкла – высыхая, они отпадали, имея нужную глянцевую поверхность. Работал Пётр Григорьевич как одержимый, понимая значимость в науке выбранного направления и получая удовольствие от научной и педагогической деятельности.



Заседание кафедры ТММ КСХИ

Слева направо: А.Г. Киямов, З.И. Воздвиженская, А.Г. Мудров, П.Г. Мудров, Ю.С. Маркин, А.П.

Жарковский, М.Г. Яруллин, К.С. Изгибаев

Высокие человеческие качества, организаторские способности, научная фантазия, умение заразить своей идеей людей, вдохновить их и поддержать в них уверенность в своих силах позволило сделать из кафедры, которую он возглавил, сплочённую команду единомышленников, многие из которых стали его соискателями и аспирантами, а затем учёными и педагогами: Мудров Александр Григорьевич, Галиуллин Шаукат Рахматулович, Яруллин Мунир Гумерович, Яхин Сергей Мирбатович – стали профессорами, докторами наук; защитили кандидатские диссертации: Жарковский Александр Петрович, Киямов Ильдус Минахметович, Матяшин Александр Владимирович, Мудров Александр Петрович,

Хуснутдинов Бильгуар Киямович. Были единомышленники и на родственных кафедрах (деталей машин, теории механизмов и машин) КАИ и КХТИ.



На международной научно-технической конференции, посвящённой 100-летию механизма Беннетта (2003 год) М.Г. Яруллин и А.П. Мудров представляют пространственный винтовой смеситель министру сельского хозяйства РТ Ахметову М.А.

За годы работы Петром Григорьевичем опубликовано более 150 научных и учебно-методических работ, получен целый ряд новых механизмов и устройств, около 100 из них признаны изобретениями. Результаты многолетних изысканий, раздумий и расчётов по созданию, исследованию и проектированию новых пространственных механизмов в концентрированном виде изложены в его монографии, получившей признание среди специалистов в теории механизмов и машин, и докторской диссертации.

Значимость его труда подчёркивает то, что таких механизмов, теории по их исследованию, проектированию и применению в технике ранее не было, первым всегда труднее и многого приходилось добиваться упорным, каждодневным трудом. Если вкратце подвести итог сделанному Петром Григорьевичем Мудровым, то надо отметить следующее:

- разработана методика структурного синтеза пространственных механизмов, проводимого объединением в определённом порядке различных модификаций механизма Беннетта, а также четырёхзвенных сферических механизмов и механизмов Диментберга;
- указанная методика опробована и подтверждена получением целого ряда новых пространственных механизмов, их действующих моделей, по полученным механизмам составлены классификационные карты, имеющие: название (вид) механизма, способ его получения, структурную схему, фотографию модели и структурные зависимости;
- создана методика кинематического анализа многозвенных пространственных механизмов с вращательными парами, основанная на представлении многозвенного пространственного механизма сложной кинематической цепью, состоящей из определённой совокупности четырёхзвенников Беннетта, позволяющая эффективно исследовать кинематику указанных механизмов и получить аналитические зависимости для их проектирования; составлены карты кинематического анализа некоторых механизмов;

- разработан метод динамического анализа, основанный на решении соответствующей схемы рационального механизма, получены аналитические зависимости для определения реакций в кинематических парах, уравнивающего момента, коэффициента полезного действия и уравнивания для четырёх-, пяти-, шести-, и семизвенных пространственных механизмов; для некоторых механизмов метод опробован и полученные данные подтверждены экспериментально;

- разработана методика проведения экспериментальных исследований по определению силовой картины в механизмах и опробована на нескольких спроектированных и созданных действующих устройствах;

- разработан и осуществлён синтез пространственных механизмов, получены удобные для инженерного использования формулы, определяющие параметры проектируемых механизмов;

- проведена большая работа по внедрению исследований, изобретений и разработок в производство. Созданные Петром Григорьевичем и его учениками устройства неоднократно экспонировались на различных выставках и награждались медалями и дипломами.



Семья П.Г. Мудрова
 жена – Мария Григорьевна,
 сын – Александр Петрович



На отдыхе
 Слева направо:
 М.П. Еникеев, А.Б. Шитиков, П.Г. Мудров

В заключение хочется отметить, что Пётр Григорьевич не только напряжённо работал. Он любил жизнь, сам был позитивным человеком и старался сплочивать сотрудников, поддерживать на кафедре благоприятную атмосферу. Умел найти с каждым общий язык, мог вовремя пошутить и поддержать, искренне и бескорыстно помогал обратившемуся к нему. Был хорошим мужем и отцом, очень любил свою внучку, учил её трудиться, думать. Мне кажется, что он прожил свою жизнь ярко, насыщенно и достойно, из простого сельского паренька став известным учёным, профессором, доктором технических наук, заслуженным деятелем науки РТ. И возможно его жизнь послужит вдохновляющим примером для начинающих свою научную деятельность молодых людей.

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В АПК

УДК 621.7

Лукиянов Владислав Владимирович

Инженер

vlad1996luk@mail.ru

Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ВХОДНОГО УЗЛА ХМЕЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Аннотация. В течение многих лет наблюдается тенденция диверсификации в хмелеводстве, уменьшения площадей хмельников. В данной статье рассматривается пример обоснования конструкции комплекта для переоборудования хмелеуборочной машины для последующего очеса, который снабжен подборочным барабаном, который имеет множество радиально расположенных полос, на которых прикреплены упругие пружинные пальцы, расположенные один за другим в осевом направлении.

Ключевые слова: хмель, ощипка, сельское хозяйство, механизация.

Vladislav V. Lukiyarov

Engineer

vlad1996luk@mail.ru

Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

MODERNIZATION OF THE CONSTRUCTION OF THE INLET UNIT OF THE HOP-HARVESTING MACHINE

Abstract. For many years, there has been a tendency to diversify in hop-growing, to reduce the area of hops. This article discusses an example of justifying the design of a kit for converting a hop harvester for subsequent stripping, which is equipped with a pick-up drum, which has many radially arranged strips, on which elastic spring fingers are attached, located one after the other in the axial direction.

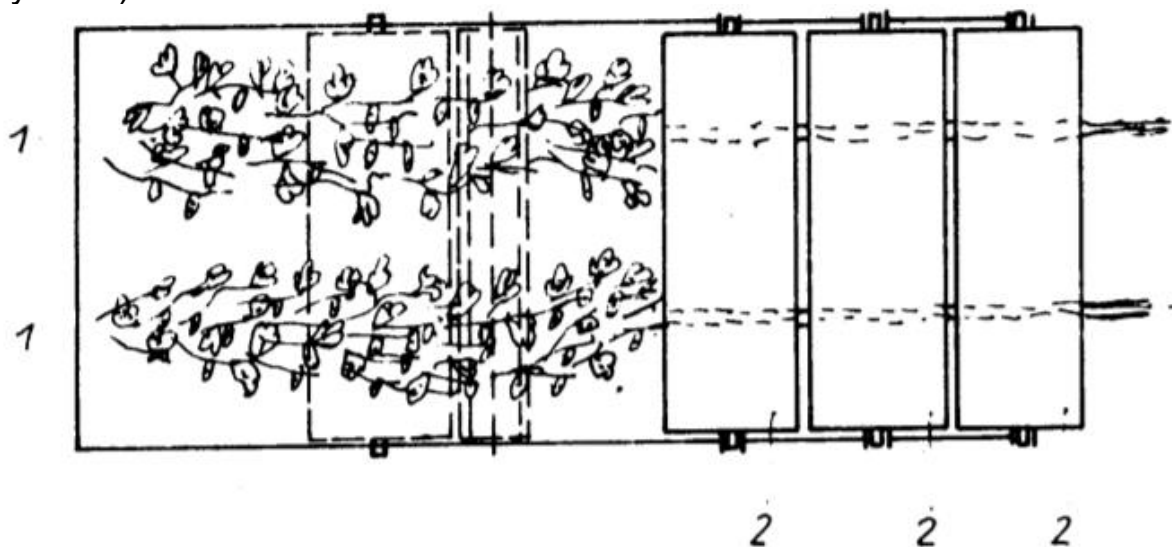
Keywords: hops, plucking, agriculture, mechanization.

В текущей экономической обстановке в России и в странах зарубежья обращают пристальное внимание на разработку хмелеуборочной техники улучшенной производительности. В течение многих лет наблюдается тенденция диверсификации в хмелеводстве, уменьшения площадей хмельников [1]. Стихийное перемещение хмельников из крупного сектора в мелкие и фермерские хозяйства

делает необходимыми условия для внедрения доступных по цене технологий и технических средств для уборки хмеля. Стоит отметить, что имеющиеся хмелеуборочные машины, как и прочие сельскохозяйственные, характеризуются невысокой эффективностью выполнения технологического процесса в реальных производственных условиях и должны обладать устойчивостью хода в междурядьях [2-4].

Необходимо оборудование для переоборудования выходных узлов хмелеуборочной машины [5, 6]. Хмелеуборочные машины используются для автоматического сбора шишек с лоз хмеля. Известные хмелеуборочные машины обычно включают в себя основной сборщик, который отрывает шишки, стебли, листья и маленькие веточки с лозы, и механизм доочеса, который собирает оставшиеся шишки с веток. Затем шишки отделяются от собираемого материала с помощью различных чистящих устройств и собираются в специальный сборный контейнер.

В них предусмотрен последующий захватывающий барабан, которому предшествует система втягивающих роликов, состоящая из двух втягивающих роликов, расположенных вертикально один над другим в направлении вертикальной оси. Верхний из двух впускных роликов может быть установлен подпружиненным способом. Захватываемый материал, перемещается в направлении следующего за ним захватывающего барабана, захватывающие пальцы которого захватывают конусы из захватываемого материала. Полукруглая крышка расположена по дуге вокруг подборочного барабана и предназначена для полного отделения шишек от боковых побегов (Рисунок 1).



1 – захватывающий узел, 2 – ролики тормозные

Рисунок 1 – Схема реализации устройства для предварительного очеса лоз хмеля

Согласно нашему проекту предусмотрены по меньшей мере три тормозных ролика, которые, если смотреть в направлении окружности

захватывающего барабана, расположены один за другим и вокруг захватывающего барабана. Это делается таким образом, что зубчатые кольца каждого тормозного ролика своими зубьями входят в назначенный зазор под захватывающий палец без контакта, в частности, зубчатые кольца каждого тормозного ролика своими зубьями перекрываются с захватывающими пальцами таким образом. то, как их зубья не контактируют друг с другом, встраиваются в назначенный промежуток между пальцами. Альтернативно или дополнительно это делается таким образом, что тормозные ролики имеют конструкцию с зубьями или направление вращения, предпочтительно одинаковое направление вращения в каждом случае или направление вращения против направления вращения захватывающего барабана, с помощью которого захватывающий материал, подлежащий обработке, может транспортироваться или проталкиваться в направлении захватывающего барабана.

Главная выгода предлагаемой модернизации состоит в том, чтобы предоставить комплект для переоборудования пост-подборщика машины для сбора хмеля, который интегрируется в существующую машину для сбора хмеля, тем самым улучшая существующий сборщик после первичной ощипки. Машина, с помощью которой становится возможным особенно эффективное и бережное отделение собираемого материала [7], в частности хмеля, от остальных частей растения. Уборочный материал подается через существующие устройства в хмелесушилку с соблюдением всех требований к ним [8, 9].

Вывод: Предложенное решение окажется особенно выгодным, если комплект переоборудования для последующего подборщика машины для сбора хмеля, который размещается на существующем последующем подбирающем барабане, который имеет множество стержней барабана, разнесенных друг от друга в направлении по окружности подборщика.

Литература

1. Дмитриев, Ю.П. Уровень энергообеспеченности отрасли хмелеводства в регионе / Ю.П. Дмитриев, В.И. Юрьев, С.Ю. Дмитриев, Н.Н. Пушкаренко // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - №3 (3). - С. 73-77.

2. Alatyrev, S.S. Influence of the parameters of support wheels on the amount of the device of the trailer from the tracking course / S.S. Alatyrev, R.V. Andreev, A.O. Vasiliev, N.N. Pushkarenko, A.O. Grigoryev, S.V. Tikhonov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2018. - С. 012002.

3. Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки зерна в отделении приема и предварительной очистки зернового вороха / Н.Н. Кузнецов,

Н.Н. Пушкаренко, В.И. Медведев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2018. - Т. 13. - №4 (51). - С. 114-118.

4. Васильев, А.О. Систематизация причин нарушения устойчивости движения агрегата / А.О. Васильев // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, поев. 80-летию со дня рождения засл. работника сельского хозяйства Российской Федерации, почетного гражданина Чувашской Республики Айдака Аркадия Павловича (Чебоксары, 2 июня 2017 г.). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. - С. 143-148.

5. Результаты исследования уплотнения движителями тракторов междурядья хмельника / П.А. Смирнов, Н.Н. Пушкаренко, А.О. Васильев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2018. - Т. 13. - №2 (49). - С. 131-137.

6. Васильев, А.О. Варианты стабилизации движения прицепных машин / А.О. Васильев, Р.В. Андреев // Биологизация земледелия - основа воспроизводства плодородия почвы: Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАН Леонида Геннадьевича Шашкарова (Чебоксары, 19–20 апреля 2018 года). – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. - С. 262-266.

7. Подготовка прессованного хмеля к переработке / Ю.В. Иванчиков, Ю.Н. Доброхотов, А.О. Васильев, А.О. Григорьев // Биологизация земледелия - основа воспроизводства плодородия почвы: Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАН Леонида Геннадьевича Шашкарова (Чебоксары, 19–20 апреля 2018 года). – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. - С. 275-281.

8. Андреев, Р.В. К изучению вопроса создания мобильной хмелесушилки / Р.В. Андреев, А.О. Васильев, Ю.В. Иванчиков // Развитие аграрной науки как важнейшее условие эффективного функционирования агропромышленного комплекса страны: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Чувашской Республики и Российской Федерации, доктора ветеринарных наук, профессора Кириллова Николая Кирилловича (Чебоксары, 08

октября 2018 года). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. - С. 321-324.

9. Григорьев, А.О. Разработка технических требований к проектируемым хмелесушилкам / А.О. Григорьев, Р.В. Андреев, А.О. Васильев // Развитие аграрной науки как важнейшее условие эффективного функционирования агропромышленного комплекса страны: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Чувашской Республики и Российской Федерации, доктора ветеринарных наук, профессора Кириллова Николая Кирилловича (Чебоксары, 08 октября 2018 года). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. - С. 343-347.

УДК 631.363.21

Пополднев Родион Сергеевич
Соискатель
Сабилов Булат Миннефаилевич
Ассистент
sabbm5@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ КОРМОВ

Аннотация. В статье представлен анализ конструкций машин для измельчения кормов. Выявлены их преимущества и недостатки. На основе проведенного анализа поставлены задачи по необходимости дальнейшего совершенствования конструкций измельчителей. Разрабатываемые оборудования должны обеспечивать снижение затрат, сокращение потребления энергии и повышение усвояемости кормов.

Ключевые слова: измельчение, измельчитель, смешивание, конструкция, энергоёмкость.

Rodion S. Popoldnev
Applicant

Bulat M. Sabirov
Assistant
sabbm5@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

FEED CHOPPER DESIGN OVERVIEW

Abstract. The article presents an analysis of the designs of machines for grinding feed. Their advantages and disadvantages are revealed. On the basis of the analysis carried out, tasks have been set for the need for further improvement of the grinder designs. Equipment developed should provide cost savings, reduced energy consumption, and improved feed digestibility.

Keywords: grinding, shredding, mixing, construction, energy consumption.

Одним из важнейших факторов повышения эффективности содержания, помимо улучшения состава породы, условий жизни животных, структуры стада, уровня механизации, является производство качественных кормов [1]. В связи с этим, немаловажно влияет на качество получаемой продукции модернизация существующего оборудования, в том числе и измельчителей, что необходимо при приготовлении различных по составам кормов [2, 7].

В нынешнее время, существует не малое количество оборудований и машин для измельчения кормов. Обычно все эти данные машины различаются по таким технологическим признакам, как:

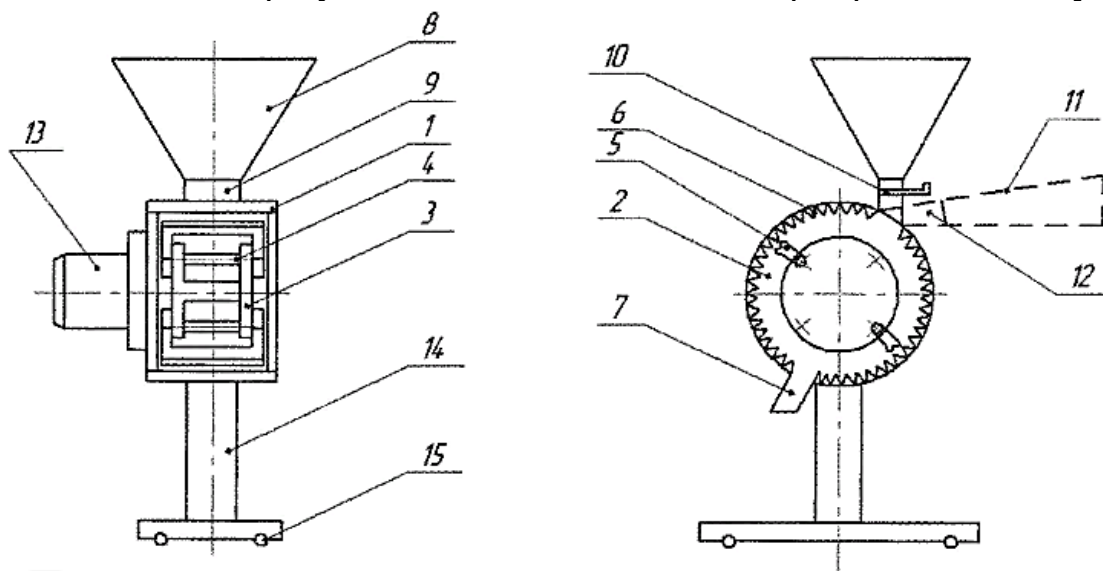
- тип рабочих органов;
- технологическое назначение агрегата или оборудования;
- установленная мощность;
- эксплуатационная характеристика;
- технологическая схема и другим показателям.

Измельчающие кормов оборудования, в свою очередь, классифицируются на молотковые, роторные, жерновые дисковые, конусные и другие [2, 6, 8]. Данные машины используются в ныне уже существующих технологиях по приготовлению кормов.

Производительность агрегата и качество готового продукта часто зависят от правильного выбора типа измельчителя и метода измельчения.

Для исполнения всех этих вышеприведенных операций используются разные по своим видам конструкций. И так, рассмотрим в статье несколько новых существующих устройств измельчителей [11, 15].

Универсальный малогабаритный молотковый измельчитель представленный на рисунке 1, содержит корпус, загрузочный бункер, измельчающую камеру, монолитные молотки, выгрузной патрубок, ротор, горловину с регулирующей заслонкой, лоток с направляющей горловиной, электродвигатель, трехлапчатую стойку с двумя роликами. В измельчающей камере установлена неподвижная ребристая дека [3].



- 1 – корпус; 2 – рабочая камера; 3 – ротор; 4 – шарнирно-подвешенная ось; 5 – монолитные молотки; 6 – дека; 7 – выгрузной патрубок; 8 – приемный бункер; 9 – горловина; 10 – регулирующая заслонка; 11 – лоток; 12 – направляющая горловина; 13 – электродвигатель; 14 – трехлапчатая стойка; 15 – ролики

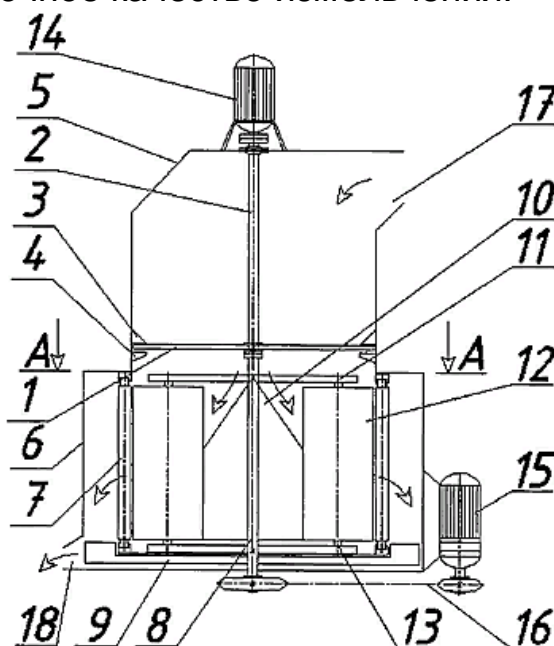
Рисунок 1 – Универсальный малогабаритный молотковый измельчитель (Патент РФ 2644186)

Технологический процесс протекает следующим образом: корм подается на лоток и обрабатывающую горловину, а потом древесным толкателем направляется в зону измельчения, где попадает под воздействие монолитных молотков, на рабочей поверхности которых размещены две острые режущие кромки в длину. Ударная поверхность по всей длине молотка, параллельна оси вращения ротора. Острые кромки молотка действуют как лезвие. Измельчение происходит между двумя острыми режущими кромками, расположенными вдоль ударной рабочей поверхности монолитного молота, и острыми ребрами неподвижной ребренной пластины, у которой рифли имеют бороздку в сторону горизонта, что позволяет поставить нужный угол прокрутки [5, 12].

Недостатком этого устройства является повышенная удельная энергоемкость процесса, которая увеличивается за счет использования в процессе измельчения грубых и сочных кормов более энергоемкого метода измельчения, то есть без учета учитывания угла скольжения.

Рассмотрим следующее устройство для измельчения корнеклубнеплодов (рисунок 2), содержащее съемную ножевую рамку и шнековую мойку, которая размещена в загрузочном окне шнековой мойки, причем последняя выполнена в виде корпуса, наклонно смонтированного на раме, в котором расположен шнек [9].

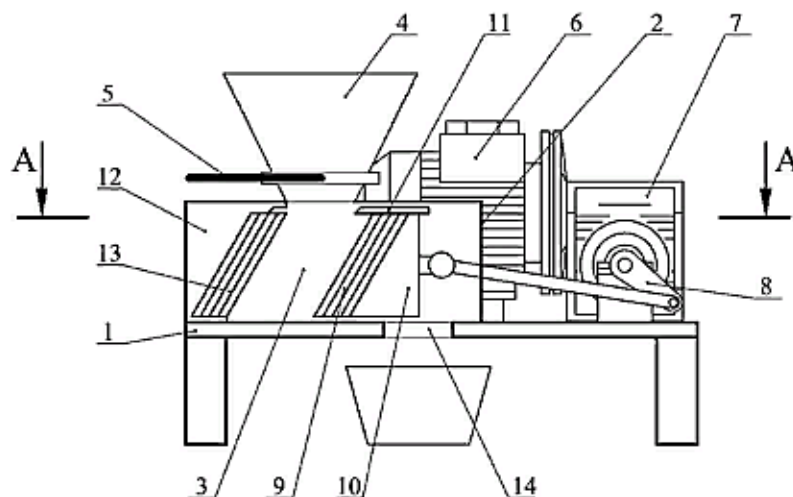
К недостаткам устройства относится низкая эксплуатационная надежность и недостаточное качество измельчения.



- 1 – ножи; 2 – вертикальный вал; 3 – противорезы; 4 – упоры; 5 – накопитель;
 6 – цилиндрическая камера; 7 – вертикальные ножи; 8 – вал; 9 – крыльчатка;
 10 – конус; 11 – водило; 12 – вальцы; 13 – подшипниковые узлы;
 14 – электродвигатель; 15 – мотор-двигатель; 16 – цепная передача;
 17 – загрузочная горловина; 18 – горловина

Рисунок 2 – Устройство для измельчения корнеклубнеплодов
(Патент РФ 2625969)

Измельчитель корнеклубнеплодов (рисунок 3) состоит из станины, закрепленным на ней корпус с зоной измельчения квадратного сечения, загрузочной горловины с регулировочной заслонкой, электродвигателя, мотор-редуктора, кривошипно-шатунного механизма, ножей в ножевой стенке, совершающей возвратно-поступательные движения по направляющим внутри корпуса вместе с ограничительной пластиной [19].



- 1 – станина; 2 – корпус; 3 – камера измельчения; 4 – загрузочная горловина;
 5 – регулировочная заслонка; 6 – электродвигатель; 7 – мотор-редуктор;
 8 – кривошипно-шатунный механизм; 9 – ножи; 10 – ножевая стенка; 11 – пластина;
 12 – противорежущий подбор; 13 – гребенка; 14 – выгрузное окно

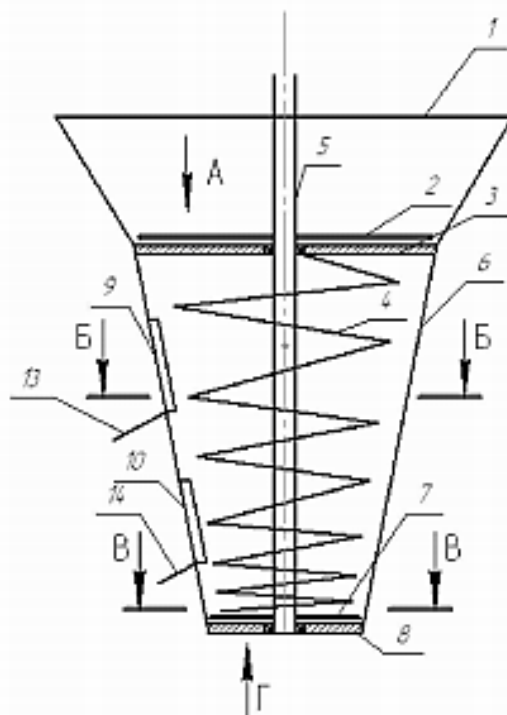
Рисунок 3 – Измельчитель корнеклубнеплодов
 (Патент РФ 2757496)

Пластина прикреплена к верхнему концу стенки ножа, что предотвращает застраивание корнеклубнеплодов в верхнем отделе измельчающей зоны во время измельчения. Подставка для противорежущего ножа оснащена гребнем, который гарантирует самоочистку ножей. В устройстве дополнением к вышеперечисленному имеется небольшое выгрузное окно [4, 10].

Недостатком конструкции выступает то, что резание обрабатываемого материала в камере измельчения осуществляется путем продавливания корней и клубней через рабочие органы стенки ножа, что приводит к большому энергозатратности процесса, в то время как после завершения при работе продукт остается на ножах, что требует ручной очистки оператором, что является опасной.

Универсальный измельчитель кормов представленный на следующем рисунке 4 включает в себя приемный бункер, внутри которого установлен горизонтальный нож с противорежущей пластиной, а к приемному бункеру прикреплен конический цилиндр, внутри которого установлен конический вертикальный шнековый измельчитель. вал, выполненный в виде геликоида с уменьшающимся шагом, при каждом обороте которого образован двумя серповидными ножами, а на конце

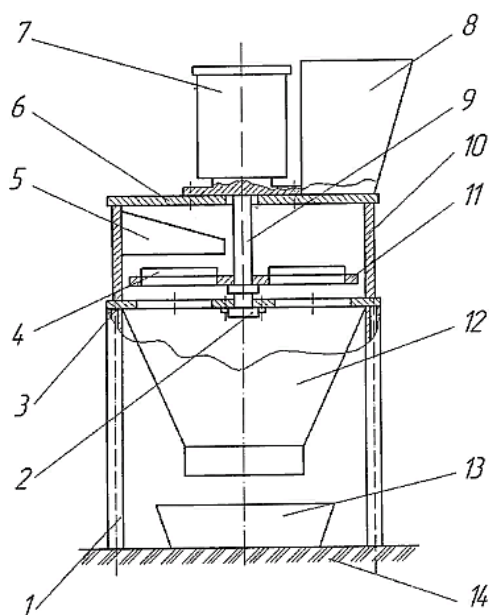
вала расположен нож с противорезущей пластиной, а в нижней части в коническом цилиндре два разгрузочных окна, которые выполнены последовательно друг под другом, и перекрытые площадкой.



1 – бункер; 2, 7, 11 – ножи; 3 – противорезущая пластина;
4 – измельчитель; 5 – вал; 6 – цилиндр; 8 – пластина;
9, 10 – выходные окна; 12 – режущие грани; 13, 14 – лоток
Рисунок 4 – Универсальный измельчитель кормов
(Патент РФ 204875)

Недостатками устройства является большая потеря сока и не малая металлоемкость [22, 26]. Во время работы измельчителя отсутствует возможность регулирования степени измельчения [13, 14]. Наряду с этим, при измельчении крупных частей корнеклубнеплодов может заклинивать приемный бункер, что может привести к нарушению всего технологического процесса.

Измельчитель корнеклубнеплодов (рисунок 5) состоит из цилиндрического корпуса с крышкой сверху и с днищем внизу, приемного бункера, режущего аппарата, размещенного в корпусе и включающего в себя диск с горизонтальными ножами, а также противорез, выгрузной горловины и электродвигателя, кинематически связанного с диском [25]. На крышке корпуса с помощью фланца установлен электродвигатель, который входит в его состав таким образом, что ось вращения его вала совпадает с осью вращения диска.



1 – стойка; 2, 10 – корпус; 3 – днище; 4 – ножи; 5 – противовес; 6 – крышка;
7 – электродвигатель; 8 – приемный бункер; 9 – вал; 11 – диск;
12 – выгрузная горловина; 13 – емкость; 14 – основание

Рисунок 5 – Измельчитель корнеклубнеплодов
(Патент РФ 2677 978)

Технологический процесс устройства осуществляется следующим образом, необходимые продукты, загружаемые в приемный бункер, под действием их силы тяжести направляются в полость корпуса и равномерно располагаются по ширине диска. После включения электродвигателя агрегата диск вращается в направлении ориентации режущих кромок ножей.

Недостатком представленного измельчителя является то, что он имеет сложную конструкцию [16, 20]. Присутствие противовеса приводит к дополнительному расходу энергии, затрачиваемой на подачу обрабатываемого материала в выгрузную горловину.

В результате обзора измельчающих машин были выявлены их основные недостатки, такие как удельный расход энергии, высокая металлоемкость, недостаточная эффективность измельчения [17,18,27]. Таким образом, эффективность процесса измельчения является актуальной задачей, имеющая важное значение на сегодняшний день.

Литература

1. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 171-177.

2. Патент № 2119821. Дробилка молотковая безрешетная: № 97104718/13: заявл. 27.03.1997: опубл. 10.10.1998 / Б.Г. Зиганшин, И.Е. Волков, Н.З. Хисметов, Р.Р. Валеев ; заявитель, патентообладатель Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

3. Патент № 2644186. 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, патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова». – 10 с.

4. 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, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 267-273.

5. Патент № 2131776. Дробилка безрешетная молотковая: № 97105443/03: заявл. 07.04.1997: опубл. 20.06.1999 / Б.Г. Зиганшин, И.Е. Волков, Н.З. Хисметов; заявитель, патентообладатель Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

6. 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.

7. Патент № 2137350. Устройство для регулирования степени измельчения в безрешетной молотковой дробилке кормов: № 96122694/13: заявл. 28.11.1996: опубл. 20.09.1999 / И.Е. Волков, Б.Г. Зиганшин; заявитель, патентообладатель Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

8. Плоский асинхронный электропривод жерновой мельницы / Р.С. Аипов, Р.Р. Галиуллин, Р.Р. Нугуманов, Б.Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 77-82. – DOI 10.12737/article_5d3e16a42b0fb2.23635568.

9. Патент № 2625969. Устройство для измельчения корнеклубнеплодов: № 2016106677: заявл. 25.02.2016: опубл. 20.07.2017 / А.В. Брусенков; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

10. Зиганшин, Б.Г. Разработка и обоснование параметров безрешетной молотковой дробилки кормов вертикального типа: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / Зиганшин Булат Гусманович. – Казань, 1998. – 22 с.

11. Патент № 2120726. Устройство для плавного регулирования модуля помола в безрешетной молотковой дробилке кормов : № 97101228/13 : заявл. 29.01.1997: опубл. 27.10.1998 / Б.Г. Зиганшин, И.Е. Волков, Н.З. Хисметов; заявитель, патентообладатель Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

12. 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 Сабиновича (Казань, 26 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 121-126.

13. Патент № 2236297. Дробилка молотковая: № 2001132286/03 : заявл. 28.11.2001: опубл. 20.09.2004 / Б.Г. Зиганшин, И.Е. Волков, В.Ф. Фролов, А.А. Мустафин ; заявитель, патентообладатель Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

14. 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.

15. Патент на полезную модель № 58947. 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 ФГОУ ВПО «Казанская государственная сельскохозяйственная академия».

16. Гильмуллин, И.Т. Разработка машины для дробления зерна / И.Т. Гильмуллин, И.А. Саляхов, 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 53-58.

17. Патент на полезную модель № 58948. Дробилка кормов : № 2005106832/03 : заявл. 09.03.2005: опубл. 10.12.2006 / Б.Г. Зиганшин, И.Е. Волков, Р.Р. Хайдаров, И.Ф. Файзуллин; заявитель ФГОУ ВПО «Казанская государственная сельскохозяйственная академия».

18. Сабилов, Б.М. Разработка дробилки кормов лопастного типа / Б.М. Сабилов // Техника и технология пищевых производств: Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апреля 2020 г., в 2-х т., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет

продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2020. – Т.2. - С. 86-87.

19. Патент № 2757496. Измельчитель корнеклубнеплодов: № 2021111322: заявл. 21.04.2021: опубл. 18.10.2021 / С.А. Давыдова, А.И. Ряднов, И.А. Старостин [и др.]; заявитель, патентообладатель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

20. Разработка и исследование машины для воздушной очистки семян трав и зерна / П.А. Савиных, Ю.В. Сычугов, В.А. Казаков, Б.Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 1(61). – С. 84-89. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-84-89.

21. 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.

22. Патент на полезную модель № 204875. Универсальный измельчитель кормов: № 2021104552: заявл. 24.02.2021: опубл. 16.06.2021 / В.В. Новиков, А.С. Грецов, С.В. Денисов [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

23. Патент № 2667098. 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, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

24. Необходимость внедрения инновационных технологий в молочном животноводстве / Ф.Ф. Ситдинов, 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.

25. Патент № 2677978. Измельчитель корнеклубнеплодов: № 2017139831: заявл. 15.11.2017: опубл. 22.01.2019 / В.Н. Хабардин, С.Н. Шуханов, А.С. Доржиев; заявитель, патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственная сельскохозяйственная академия имени А.А. Ежевского».

26. Лушнов, М.А. Разработка конструкции дробилки высушенного пророщенного зерна / М.А. Лушнов, А.В. Красильников // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции (Казань, 18 января 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 131-136.

27. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 98-103.

УДК 631.317

Салахов Ильсур Муллахматович*Старший преподаватель**ilsur_baltasi@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ФРЕЗ

Аннотация. Наиболее перспективным при возделывании сельскохозяйственных культур является применение почвообрабатывающих фрез, которые позволяют подготовить почву в учетом основных агротехнических требований. Однако фрезерование почвы применяется только при возделывании отдельных культур или как дополнительный вид предпосевной обработки почвы, в основном, из-за сложности конструкций, недостаточной надежности, повышенного износа рабочих органов и большой энергоемкости почвообрабатывающих фрез. Кроме этого, некоторые исследователи отмечают отрицательное влияние фрезерования на структуру почвы. Однако указанные недостатки почвообрабатывающих фрез возможно исключить при их правильном применении. В данной статье рассмотрены агротехническая эффективность применения почвообрабатывающих фрез при обработке различных сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: почвообрабатывающая фреза, эффективность, почва, агротехнические требования.

Ilsur M. Salakhov*Senior Lecturer**ilsur_baltasi@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

AGROTECHNICAL EFFICIENCY OF TILLAGE CUTTERS

Abstract. The most promising in the cultivation of agricultural crops is the use of tillage cutters, which allow you to prepare the soil taking into account the basic agrotechnical requirements. However, soil milling is used only when cultivating individual crops or as an additional type of pre-sowing tillage, mainly due to the complexity of structures, insufficient reliability, increased wear of working bodies and high energy consumption of tillage cutters. In addition, some researchers note the negative impact of milling on the soil structure. However, these disadvantages of tillage cutters can be eliminated if they are used correctly. This article discusses the agrotechnical efficiency of the use of tillage cutters in the processing of various agricultural lands.

Keywords: tillage milling cutter, efficiency, soil, agrotechnical requirements.

Высокую эффективность отрасли растениеводства сельскохозяйственного производства можно добиться при рациональном использовании земельных, материально-технических, трудовых и финансовых ресурсов, а также при увеличении объема производства продукции. Урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от качества подготовки почвы. Предпосевная подготовка почвы предполагает выполнение различных операций обработки почвы [1-4, 13]. Одним из способов обработки почвы является фрезерование, которая выполняется специальными почвообрабатывающими машинами с активными рабочими органами. Существующие почвообрабатывающие фрезы отличаются большим разнообразием конструкций и технических характеристик [5, 14, 15].

Традиционная технология подготовки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур предполагает применение однооперационных машин, при котором каждая операция выполняется отдельными машинно-тракторными агрегатами, что во многих случаях снижает эффективность производства продукции, так как ведет к увеличению продолжительности выполнения работ, многократные проходы агрегатов приводят к переуплотнению почвы и повышению энергетических и трудовых затрат [6-8].

Фрезерование почвы позволяет создать мелкокомковатую структуру пахотного слоя почвы путем крошения крупных комков, выравнивания поверхности почвы, перемешивания ее с минеральными удобрениями или растительными остатками и другие. В результате улучшается водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы почвы, поверхность почвы очищается от сорняков, заделываются в почву удобрения и растительные остатки, что создает оптимальные условия для посева и роста семян сельскохозяйственных растений [2]. Таким образом, при фрезеровании за один проход агрегата одновременно выполняются несколько операций, что исключает необходимость применения других видов предпосевной обработки почвы. Исходя из этого, можно сказать, что почвообрабатывающие фрезы в наибольшей степени удовлетворяют требованиям технологии минимальной обработки почвы, которая предполагает сокращение количества операций при обработке почвы и возделывании сельскохозяйственных культур [1, 5, 9].

Почвообрабатывающие фрезы дают существенный агротехнический эффект при обработке различных сельскохозяйственных угодий. Фрезерные машины незаменимы при освоении новых земель под луга и пастбища. С помощью фрезерных машин выполняют уничтожение кочек, коренное и поверхностное

улучшение лугов и пастбищ, их омоложение и т. п. исследованиями А.А. Зотова, М.Ф. Щербакова, С.И. Гнединым и других установлено, что применение фрезерования в комбинации с традиционными видами обработки при улучшении и омоложении лугов дает существенную прибавку урожая при наиболее низкой ее себестоимости [5, 10, 11]. Для этих целей наиболее перспективным является применение почвообрабатывающих фрез в составе комбинированных машин по улучшению лугов и пастбищ.

Наибольшая эффективность применения почвообрабатывающих фрез может быть получен при обработки почвы под полевые культуры. Различными учеными были проведены опыты по сравнению различных способов предпосевной обработки почвы под разные кормовые культуры, которыми установлено, что применение фрезерования почвы повышает урожайность кукурузы на 21% по сравнению с ее урожайностью после вспашки. Согласно опытным данным за три года прибавка урожая картофеля на фрезерованных почвах в среднем составила 20%. Выявлено также повышение урожая кормовых корнеплодов на фрезерованных почвах [5].

Предпосевная обработка тяжелых суглинистых, дерново-подзолистых и торфяных почв культиваторами общего назначения не всегда удовлетворяет агротехническим требованиям. В этих условиях фрезерные культиваторы оказываются лучшими орудиями при междурядной обработке посевов таких культур, как кукуруза, картофель, сахарная свекла, овощные культуры, а также при обработке трав и других культур [12].

Эффективность роторных культиваторов при обработке лесных культур, междурядий садов также высокая. Рабочие органы таких машин полностью уничтожают корневищные сорняки, кроме этого выполняются работы по уходу за лесными культурами и на каменистых почвах [1, 5].

Приведенный краткий обзор показывает, что достаточно большую агротехническую эффективность почвообрабатывающих фрез можно добиться при использовании их в следующих целях:

- коренное и поверхностное улучшение лугов и пастбищ;
- обработка междурядий садов, лесных насаждений и ягодников;
- междурядная обработка торфяных, пойменных, тяжелых подзолистых и черноземных почв;
- обработка сильно засоренных участков и заделка растительных остатков;
- проведение мелиоративных работ.

Таким образом, установлены следующие преимущества фрезерных машин по агротехническим показателям выполнения некоторых операций:

- полное уничтожение сорняков;

- равномерное перемешивание почвы с удобрениями по всему обрабатываемому слою;
- получение любой степени крошения почвы;
- создание оптимальной плотности почвы;
- улучшение водно-воздушного и пищевого режима почвы;
- повышение биологической и биохимической активности почвы;
- получение более выровненной поверхности почвы;
- повышение полевой всхожести семян и урожайности сельскохозяйственных культур.

В заключении следует также отметить технические преимущества от применения почвообрабатывающих фрез [17, 18, 19, 20]:

- уменьшение буксования и сцепного веса трактора;
- рациональное использование мощности двигателя трактора;
- использование фрезы в составе комбинированных машин, что сокращает количество проходов агрегата по полю и повышает качество обработки почвы.

Литература

1. Современные почвообрабатывающие машины: регулировка, настройка и эксплуатация: учебное пособие / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, Ф.Ф. Мухамадьяров [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-2170-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169184> (дата обращения: 19.11.2021).

2. Мащенский, А.А. О фрезерной обработке почвы / А.А. Мащенский, П.Н. Синкевич, А.И. Бобровник // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: доклады Международной научно-практической конференции (Минск, 12-13 июня 2008 г). в 2 ч. Ч. 1. - Минск: БГАТУ, 2008. - С. 225-229.

3. Пикмуллин Г.В. Разработка и обоснование параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.20.01 / Пикмуллин Геннадий Васильевич ; Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. — Чебоксары, 2011. — 20 с.

4. Салахов, И.М. Обоснование применения рабочего органа колебательного вида для обработки почвы / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Н.Ф. Вафин, Р.К. Абдрахманов // Техника и оборудование для села. — 2018. - № 3. — С. 21-23.

5. Матяшин, Ю.И. Ротационные почвообрабатывающие машины (теория, расчет, эксплуатация) / Ю.И. Матяшин, Н.Ю. Матяшин. — Казань, Изд-во Казанского ГАУ, 2008. — 204 с.

6. Салахов, И.М. Агротехнические аспекты применения рабочего органа для безотвальной обработки почвы / И.М. Салахов // Вестник

Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. - № 3 (45). – С. 82-85.

7. Способы влагонакопления и влагосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Мейзер, Б.Г. Зиганшин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. - С.293-298.

8. Theoretical fundamentals for determining soil erosion potential (energy concept) part 1 / I.I. Maksimov, N.R. Adigamov, A.A. Mustafin, D.T. Khaliullin, I.N. Gayaziev, A.V. Matyashin, R.R. Lukmanov // Periódico Tchê Química, - 2019. - Vol.16. - No.31. - pp.540-557. - ref.52.

9. 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.

10. Способ и технические средства для обработки эрозионно-опасных почв в условиях недостаточной влагообеспеченности / Л.З. Шарафиев, Н.Ф. Вафин, Б.Г. Зиганшин, Н.К. Мазитов // Техника и оборудование для села. – 2018. - № 2. – С. 8-11.

11. Вафин, Н.Ф. Организация территории пойменных лугов на основе эколого-хозяйственной их оценки (на примере ООО «Хаерби» Лаишевского муниципального района Республики Татарстан) / Н.Ф. Вафин, М.М. Хисматуллин, Ф.Н. Сафиоллин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции агрономического факультета Казанского государственного аграрного университета (Казань, 06 апреля 2016 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – С. 117-120.

12. Вафин, Н.Ф. Обоснование параметров азотатора - удобрения кормовых угодий / Н.Ф. Вафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2011. – Т. 6. - № 1 (19). – С. 98-100.

13. Патент № 2487518 С2. Способ безотвальной обработки склоновых земель: № 2011140904/13: заявл. 07.10.2011: опубл. 20.07.2013 / Ю.И. Матяшин, А.Р. Валиев, А.В. Матяшин [и др.] ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ. – 8 с.

14. Патент № 2216137 С2. Почвообрабатывающая фреза: № 2001116736/13 : заявл. 15.06.2001: опубл. 20.11.2003 / Н.А. Закиров, Ю.И. Матяшин, А.В. Матяшин, Ю.В. Якимов; заявитель, патентообладатель Казанская государственная сельскохозяйственная академия. – 6 с.

15. Патент на полезную модель № 112582 U1. Почвообрабатывающее орудие для безотвальной обработки почвы: № 2011129458/13: заявл. 15.07.2011: опубл. 20.01.2012 / Ю.И. Матяшин, А.Р. Валиев, А.В. Матяшин, Н.Ф. Вафин, И.М. Салахов; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ. – 6 с.

16. 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.

17. 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.

18. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

19. 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.

20. Вафин, Н.Ф. Порядок расчета параметров рыхлителя для безотвальной обработки почвы с ротационно-колебательными рабочими органами / Н.Ф. Вафин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2011., № 2. – С. 95-96.

21. Способы влагонакопления и влагосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Мейзер, Б.Г. Зиганшин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // 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. 293-298.

УДК 631.354.2

Халиуллин Дамир Тагирович*Кандидат технических наук, доцент
damirtag@mail.ru***Галеев Динар Файзерахманович***студент магистратуры**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА НА ОЧИСТКЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПРИ БОКОВОМ КРЕНЕ

Аннотация. Одним из путей интенсификации рабочих процессов зерноуборочных комбайнов является уменьшение потерь, возникающих в процессе работы, например, на очистке комбайна при его кренах. Целью работы является теоретическое исследование процесса распределения зернового вороха в системе очистки зерноуборочного комбайна при боковом крене и построение графиков зависимостей кинематических режимов работы выравнивателя слоя вороха от угла крена при уборке различных культур. Принятая рабочая гипотеза и проведенные исследования кинематики и динамики процесса позволили определить основные конструктивные и технологические параметры кулачкового механизма для выравнивания линейной плотности распределения зернового вороха по ширине грохота и решет.

Ключевые слова: зерновой ворох, выравнивание плотности распределения, комбайн, система очистки.

Damir T. Khaliullin*Candidate of technics sciences, Associate professor
damirtag@mail.ru***Dinar F. Galeev***graduate student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

STUDY OF GRAIN DISTRIBUTION ON CLEANING GRAIN HARVESTER AT LATERAL ROLL

Abstract. One of the ways to intensify the working processes of combine harvesters is to reduce the losses that occur during operation, for example, when cleaning the combine during its rolls. The aim of the work is a theoretical study of the process of grain heap distribution in the cleaning system of a combine harvester with a side roll and the construction of graphs of the kinematic modes of operation of the leveler of the heap layer on the roll angle when harvesting various crops. The accepted working hypothesis and the studies of the kinematics and dynamics of the process made it possible to

determine the main design and technological parameters of the cam mechanism for leveling the linear density of the grain heap distribution along the width of the screen and sieves.

Keywords: grain heap, equalization of distribution density, harvester, cleaning system.

Интенсификация рабочих процессов сельскохозяйственных машин является частью важной проблемы увеличения продукции растениеводства [1...10]. Существующие теории сельскохозяйственных машин и в целом земледельческая механика используют для решения различных задач, связанных с созданием и совершенствованием сельскохозяйственной техники, разнообразные модели: мысленные и физические, с той или иной степенью идеализации реальных условий функционирования [11...14]. Важным показателем, характеризующий рабочий процесс сельскохозяйственных машин, является интенсивность движения материала [15...18]. Одним из путей интенсификации рабочих процессов зерноуборочных комбайнов является уменьшение потерь, возникающих в процессе работы, например, на очистке комбайна при его кренах.

Исследования по оценке и предсказанию общих потерь зерна в зависимости от различных регулировок с помощью регрессионного анализа и физических моделей (рисунок 1) [19] показали высокий коэффициент детерминации, значительно превосходящие значений, полученных по другим методикам.

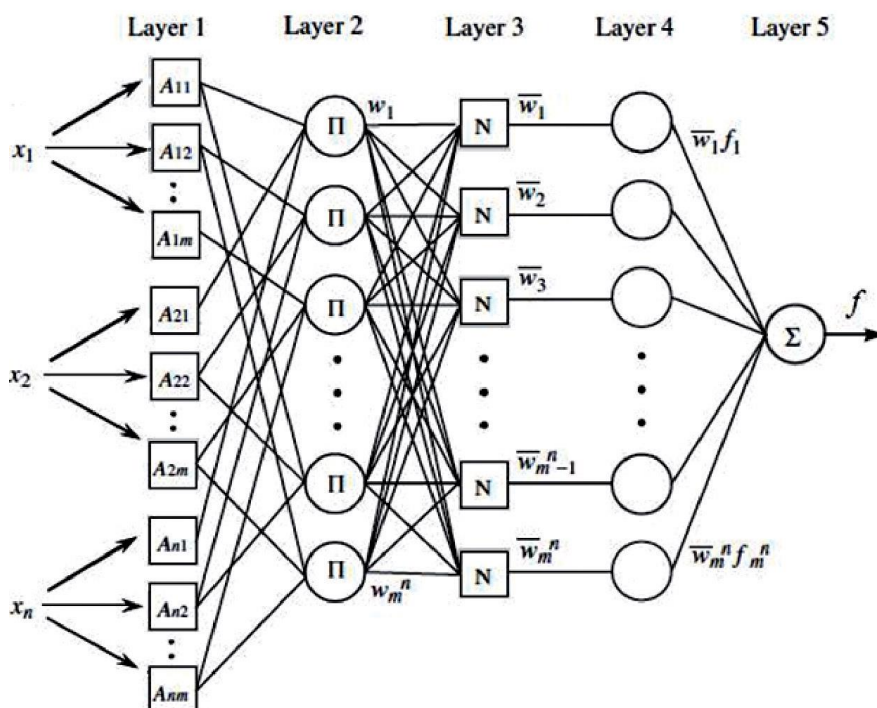


Рисунок 1 – Регрессионные и нейро-нечеткие модели для прогнозирования потерь жатки комбайна

Используя множество экспериментальных данных для продвижения проверенных математических моделей, представлены новейшие методы стохастического и детерминированного моделирования, эволюционные вычислительные методы и практические приложения. Сильно ориентированный на инженерию и математику, он включает в себя использование программного обеспечения для моделирования и представляет единый подход, который может быть использован для любой функциональной структуры зерноуборочного комбайна. Рассматриваются вопросы моделирования, симуляции, эволюционной оптимизации и проектирования комбинированных процессов. Включает общие технические характеристики, разработку компоновки машины в соответствии с инженерными расчетами и конструктивные соображения для основных процессов сборки узлов.

Исследования эффективности использования зерноуборочных комбайнов на примере уборки кукурузы на зерно выявили пути снижения расхода топлива на единицу продукции за счет лучшего согласования рабочего режима и условий труда. Разработана модель динамики технологического процесса с кривыми зависимости интенсивности выделения зерна по длине рабочего органа, позволяющая определить параметры для уменьшения потерь зерна при уборке комбайнами (рисунок 2) [19].



Рисунок 2 – Система интегрированного модуля сепарации, применяемого на зерноуборочных комбайнах Laverda

В данных зерноуборочных комбайнах применяется встроенная автоматическая система выравнивания с приводом от четырёх гидроцилиндров, которые корректируют положение машины на склонах.

Проведены исследования влияния технологических и кинематических параметров при прохождении срезанной хлебной массы через рабочие органы комбайна на уменьшение потерь и их минимизацию (рисунок 3) [19].

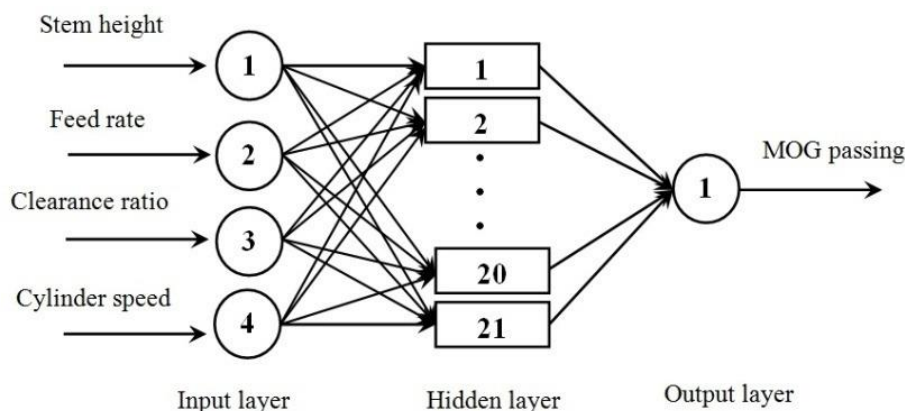


Рисунок 3 – Топология оптимальной модели искусственной нейронной сети

Известны конструктивные решения по автоматическому выравниванию комбайна при крене при помощи поворота бортового редуктора ходовой части, с помощью шарнирных четырехзвенников на мосту ведущих колес и гидроцилиндров на мосту управляющих колес. Для повышения пропускной способности зернового вороха совершенствуются конструкции воздушно-решетных очисток, а также устройства, улучшающие их работу: разделение воздушного потока, создаваемого вентилятором, где верхний поток продувает слой вороха на выходе с грохота, а второй поток продувает слои вороха решет (рисунок 4) [19].

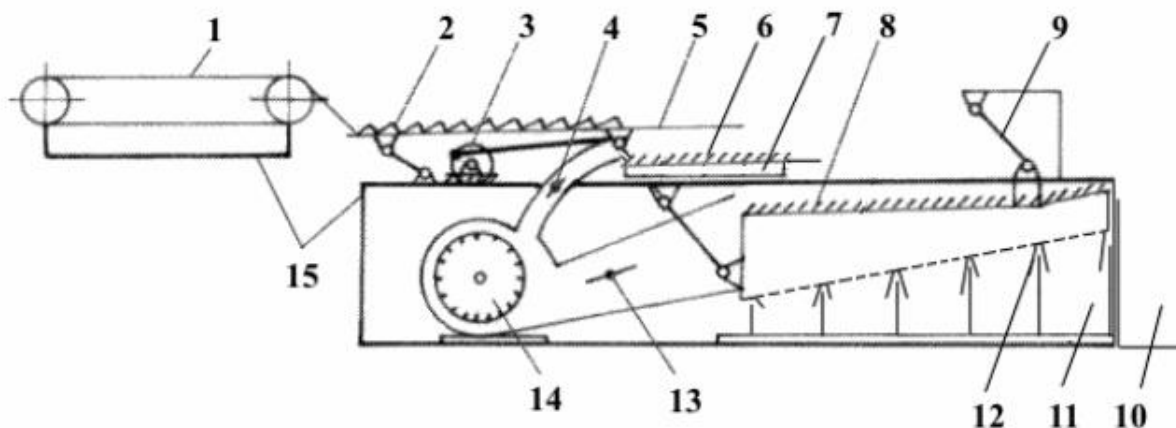


Рисунок 4 – Схема воздушно-решетной очистки для отделения мякины от злаков

Существуют методики выравнивания грохота, решет очистки в горизонтальное положение при боковом крене с использованием гироскопа, гидроцилиндра, шарнирного двухплечевого рычага, или с использованием гироскопа, гидроцилиндра, шарнирно-рычажных механизмов. В некоторых комбайнах днище грохота разделено в продольном направлении на пять частей, каждая из которых опирается на шарнир, закрепленный на раме грохота. При боковом крене все пять частей днища одновременно занимают горизонтальное положение.

Для выравнивания линейной плотности распределения зернового вороха на грохоте очистке при боковом крене комбайна предлагаются различные способы и устройства. Наибольший интерес из них представляет динамический способ компенсации крена комбайнов, реализованный в системе 3-D фирмой «CLAAS» и устройстве по патенту RU 2041594 (рисунок 5) [19, 20].

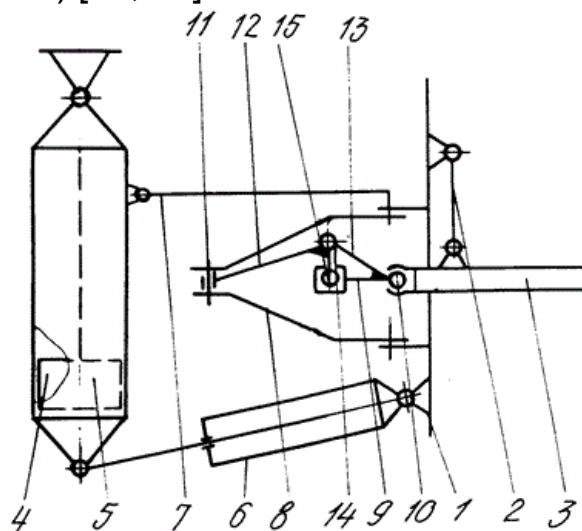


Рисунок 5 – Устройство зерноуборочного комбайна для выравнивания по ширине зернового вороха на решетке при работе на склонах

Принцип работы рассмотренного устройства заключается в дополнительных колебательных движениях решет, направленных к вершине склона. Мощность и направление колебательных движений зависят от крутизны склона, и положения на нем комбайна.

Из анализа литературных источников следует, что проблемы снижения потерь при работе зерноуборочных комбайнов на склонах полей на современном этапе развития являются актуальными. Одним из перспективных направлений выравнивания плотности распределения зернового вороха на очистке является динамический способ и устройства, обеспечивающие совместное боковое движение зернового вороха с грохотом очистки вверх по крену и скольжение грохота относительно зернового вороха при движении грохота вниз по крену.

Литература

1. Белинский, А.В. Интенсификация рабочих процессов мобильных сельхозмашин [Текст] / А.В. Белинский // Тракторы и с.-х. машины. - 2000. - N 9. - С. 34-35.
2. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное исследование дробления зерна на зерноуборочных комбайнах / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной

научно-практической конференции, посвященной 70-летию ИМиТС (Казань, 28–30 мая 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 82-87.

3. Разработка способа определения механических микроповреждений зерна / Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Лукманов, А.В. Дмитриев, Д.Т. Халиуллин // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 12-2. – С. 264-267.

4. Энергетическая математическая модель зерноуборочного комбайна на прямом обмолоте зерновых культур / Р.Н. Хафизов, Д.К. Самигуллин, А.А. Тухватуллин, К.А. Хафизов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета* – Казань, 2011. - № 4 (22). – С. 94 – 98.

5. Методика и результаты экспериментальных исследований потерь зерна на уборке / К.А. Хафизов, Д.К. Самигуллин, А.А. Тухватуллин, Р.Н. Хафизов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета* – Казань, 2011. - № 4 (22). – С. 98 – 102.

6. 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.

7. 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.

8. Галиев И.Г. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. - 2014. - Т. 9. - № 2 (32). - С. 68-71.

9. Оценка продовольственной безопасности России / И.Н. Сафиуллин, Б.Г. Зиганшин, Э.Ф. Амирова [и др.] // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 124-132.

10. Организационно-экономические основы технической модернизации аграрного бизнеса / Ф.Н. Мухаметгалиев, Д.И. Файзрахманов, А.Р. Валиев [и др.] // *Финансовый бизнес*. – 2021. – № 6(216). – С. 171-175.

11. Методика сквозного определения травмирования семян в технологическом процессе производства зерновых культур / Э.Г. Нуруллин, Р.А. Файзуллин, И.Р. Зайнутдинов [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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 304-308.

12. Ибяттов, Р.И. Моделирование таксационных показателей древостоев в среде офисных программ / Р.И. Ибяттов, Н.Г. Киселева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 68-71. – DOI 10.12737/20639.

13. 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.

14. 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.

15. 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 Мазитова Назиба Каюмовича (Казань, 02 ноября 2020 г). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 40-45.

16. Мадияров, А.А. Экспериментальная установка для смешивания сыпучих кормов / А.А. Мадияров, 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 83-86.

17. Анализ конструкций машин для дробления кормов / З.С. Хабибуллин, Р.Р. Лукманов, С.А. Сеницкий, 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 86-91.

18. 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.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00093.

19. Belinsky A.V. Theoretical investigation of increasing efficiency of combine harvester operation on slopes / Belinsky, A., Ziganshin, B., Valiev, A., Haliullin, D., Galiev, I., Adigamov, N. // Paper presented at the Engineering for Rural Development, 18 206-213. doi:10.22616/ERDev2019.18.N252.

20. Белинский, А.В. Кулачковое устройство зерноуборочного комбайна для динамического выравнивания слоя зернового вороха на очистке при работе на склонах / А.В. Белинский, А.В. Милюков, Р.А. Жильцов // Патент РФ № 2521667 от 10.07.2014 Бюл. №19 С.13.

УДК 629.3

Халиуллин Фарит Ханафиевич*Кандидат технических наук, доцент**khaliullin_kai_adis@mail.ru***Пикмуллин Геннадий Васильевич***Кандидат технических наук, доцент**pikmullin@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье приводится динамическое исследование двигателя, в котором принимают приближенный способ определения сил инерции шатуна, заменяя, на основании законов механики, движение фактической массы шатуна движением двух условных масс, одна из которых условно совершает поступательное движение, а другая – вращательное. При этом сделан вывод о том, что приведенные значения отклонений силовых факторов показывают необходимость обоснованного выбора расчетной схемы кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей.

Ключевые слова: масса шатуна, кривошипно-шатунный механизм, силы инерции, двигатель.

Farit H. Khaliullin*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**khaliullin_kai_adis@mail.ru***Gennady V. Pikmullin***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**pikmullin@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE DESIGN SCHEME OF THE CRANK MECHANISM OF PISTON ENGINES

Abstract. The article presents a dynamic study of the engine, in which an approximate method for determining the inertia forces of the connecting rod is adopted, replacing, on the basis of the laws of mechanics, the movement of the actual mass of the connecting rod with the movement of two conditional masses, one of which conditionally performs a translational movement, and the other – a rotational one. At the same time, it is concluded that the given values of deviations of power factors show the need for a

reasonable choice of the design scheme of the crank-connecting rod mechanism of piston engines.

Keywords: connecting rod mass, crank mechanism, inertia forces, engine.

При динамическом исследовании двигателя принимают приближенный способ определения сил, инерции шатуна, заменяя, на основании законов механики, движение фактической массы шатуна движением двух условных масс, одна из которых условно совершает поступательное движение, а другая – вращательное [1].

Вместе с тем, подавляющее большинство двигателей для современных автомобилей и тракторов являются быстроходными. В них детали кривошипно-шатунного механизма, развивают значительные скорости и ускорения, что в свою очередь приводит к повышению требований в надежности динамического расчета, появлению альтернатив при расчете тех самых упрощений, что успешно использовались ранее.

Силы инерции, действующие в кривошипно-шатунном механизме (рисунок 1), в соответствии с характером движения приведенных масс по двухмассовой схеме подразделяют на силы инерции поступательно движущихся масс P_j и центробежные силы инерции вращающихся масс K_{RK} и $K_{RШ}$.

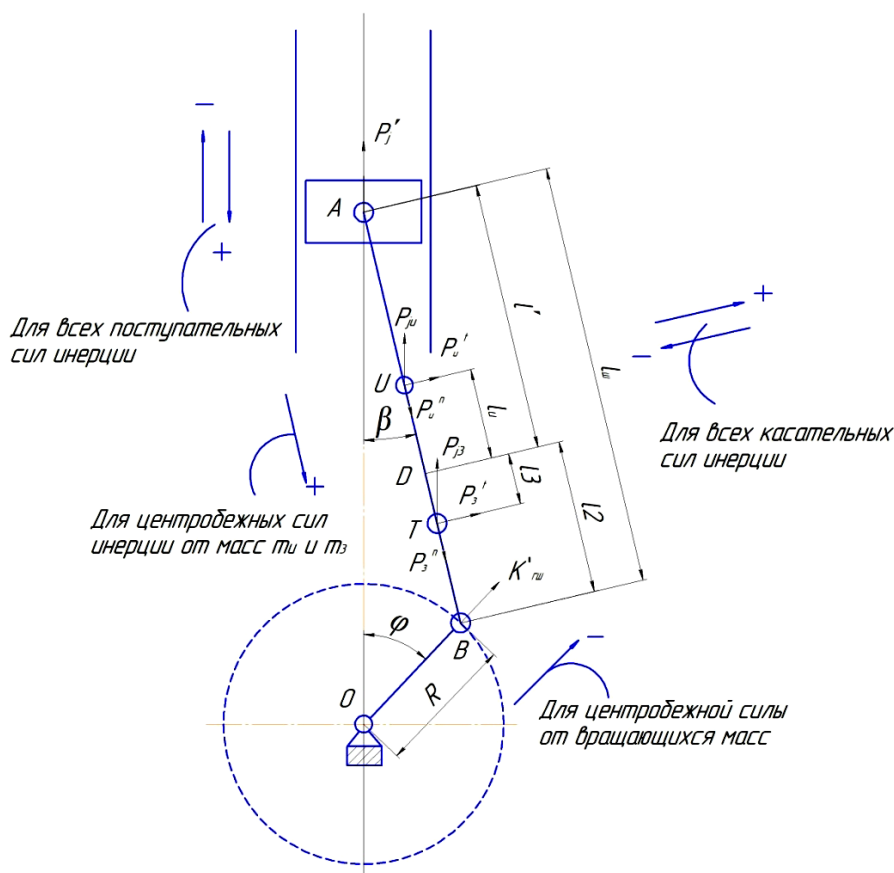


Рисунок 1 - Приложение всех сил инерции

Сила инерции от возвратно-поступательно движущихся масс:

$$P_j = P_{jI} + P_{jII} = -(m_j * R * \omega^2 * \cos\varphi + m_j * R * \omega^2 * \lambda * \cos 2\varphi),$$

$$P_{jI} = -m_j * R * \omega^2 * \cos\varphi, \quad (1)$$

– сила инерции первого порядка;

$$P_{jII} = -m_j * R * \omega^2 * \lambda * \cos 2\varphi, \quad (2)$$

– сила инерции второго порядка.

Эти силы действуют по оси цилиндра и как и силы давления газов считаются положительными, если направлены к оси коленчатого вала, и отрицательными, если направлены от коленвала.

Центробежная сила инерции вращающихся масс шатуна:

$$K_{R_{ш}} = -m_{ш.к} * R * \omega^2. \quad (3)$$

Сила приложена в центре шатунной шейки, постоянна по величине и направлению и направлена по радиусу кривошипа.

Для вычисления сил в четырехмассовых схемах сначала рассмотрим графическую расстановку сил приложенных к шатуну [2, 3]. Выберем систему координат с началом в точке А шатуна и осью x направленной по оси симметрии шатуна. Воздействие со стороны стенки цилиндра и шатунной шейки на поршень заменим силами реакции R_N и R_B .

Дальше для вычисления сил K' и T' требуется спроектировать эти силы на оси параллельную и перпендикулярную кривошипу OB (рисунок 2).

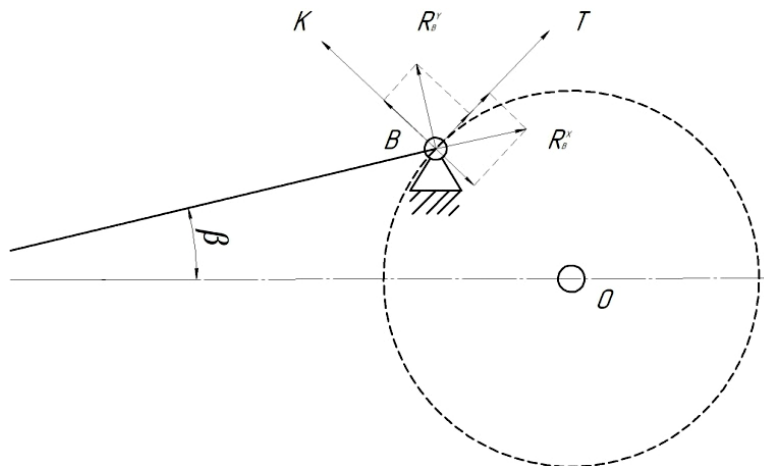


Рисунок 2 - Проекция сил из системы координат связанной с шатуном в систему связанную с кривошипом

$$K' = -R_B^y * (-\sin(\varphi + \beta)) - R_B^x * \cos(\varphi + \beta), \quad (4)$$

$$T' = -R_B^y * (\cos(\varphi + \beta)) - R_B^x * \sin(\varphi + \beta). \quad (5)$$

Учитывая силу инерции от вращающихся масс шатуна, можем вычислить результирующую силу, действующую по радиусу кривошипа:

$$K'_{\text{сум}} = K' + K'_{R_{ш}}. \quad (6)$$

Возьмем именно «нестандартные» шатуны т.к. для «стандартных» обыкновенная двухмассовая схема замены имеет вполне допустимые погрешности. Нестандартные шатуны в нашем случае будут таковыми за счет смещенного момента инерции (взятого либо ближе к поршневой головке, либо ближе к нижней головке шатуна) и своей длины (слишком

большой, либо слишком малой). При расчете 4-м схемы значения масс, точки их приложения, а также момент инерции будут меняться. Это сделано для того, чтобы получить закономерность изменения различия сил, а также для оценки влияния параметров. Для того, чтобы лучше понять расчет и его результаты, введем дополнительные параметры, характеризующие отношения динамически меняемых величин в процентах [3].

Также для сравнения введем разности сравниваемых сил:

$$\Delta N = |N_{2M} - N_{4M}|, \quad (7)$$

ΔN_{\max} соответственно максимальное значение разности.

$$dN = \frac{|N_{2M} - N_{4M}|}{|N_{2M}|} * 100\%, \quad (8)$$

Значения ΔT , ΔK , dT , dK а также максимальные значения этих величин вычисляются по тому же принципу.

Зададим исходные данные и последовательно приведем результаты вычисления программы по изначально заданному порядку данного расчета. Эти данные будут использоваться не столько как результат расчета, сколько для проверки его верности.

Номинальная частота вращения:	$n=3000$ об/мин
Длина шатуна:	$L_{ш} = 0,375$ м
Диаметр цилиндра:	$D = 0,15$ м
Ход поршня:	$S = 0,15$ м
Безразмерный коэффициент КШМ:	$\lambda = 0,2$
Масса шатуна:	$m_{ш} = 9,052$ кг
Масса части шатуна, отнесенная к поступ. движ.:	$m_{шп} = 3,800$ кг
Масса части шатуна, отнесенной к вращат. движ.:	$m_{шк} = 5,252$ кг
Отношение момента инерции 4-м. схемы к 2-м.:	$q = 90\%$
Отношение задаваемой массы m_u к массе шатуна:	$z_u = 15\%$

Значения индикаторной диаграммы дизельного двигателя.

Четырехмассовая расчетная схема типа 1:

- Вычисление центра масс (расстояние от оси поршневой головки до непосредственно центра):

$$l' = 0,375 * \left(1 - \frac{3,8}{9,052}\right) = 0,218 \text{ м.}$$

- Вычисление момента инерции 2-м. системы:

$$I_{ш} = 9,052 * (0,375 - 0,218) * 0,218 = 0,31 \text{ кг} * \text{м}^2.$$

- Вычисление масс с учетом системы условий эквивалентного приведения масс:

$$m_u = 1,36 \text{ кг};$$

$$m_3 = 0,043 \text{ кг};$$

$$m_2 = 4,7 \text{ кг};$$

$$m_1 = 2,95 \text{ кг}.$$

- Подбор момента инерции 4-м.системы:

$$I_{ш4м} = 0,263 \text{ кг} * \text{м}^2$$

- Оптимальный подбор длин:

$$l_u = 0,0725 \text{ м};$$

$$l' = 0,218 \text{ м};$$

$$l_2 = 0,157 \text{ м};$$

$$l_3 = 0,0525 \text{ м}.$$

Максимальные относительные отклонения по силовым факторам приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Расхождения сил, действующих в КШМ 4-х массовой схемы

№	Силовой фактор	Относительное расхождение 4-х массовой схемы, %
1	<i>T</i>	3,76
2	<i>K</i>	-7,16
3	<i>N</i>	15,45

Приведенные значения отклонений силовых факторов показывают необходимость обоснованного выбора расчетной схемы кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей.

Литература

1. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Кн. 2. Динамика и конструирование/ В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров и др.; Под ред. В.Н. Луканина. - М.: Высшая школа, 1995. 320 с.
2. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.
3. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.
4. Галиев, И.Г. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2014. - Т. 9. - № 2 (32). - С. 68-71.
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. 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.

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. Mudrov, A.P. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines. / A.P. Mudrov, A.G. Mudrov, S.M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // BIO Web of Conferences 2020. Изд-во: EDP Sciences. С. 00012.

9. 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 // 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. 00143.

10. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 112-114.

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

12. Пикмуллин, Г.В. Расчет пружины на прочность и жесткость. / Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 – Казань: Издательство Казанского государственного аграрного университета, 2020. - С.160-163.

13. Khaliullin, F.Kh. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings. / Khaliullin, F., Pikmullin, G., Aladashvili, J., Vakhrameev, D., Potapov, E. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 699(1), 012042.

14. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упруго-демпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф.Х. Халиуллин, Б.И. Ситдинов, Г.В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. - 2021. - № 7. - С. 99-102.

15. Khaliullin, F.Kh. Determination of statistical data of conditional probabilities of the technical condition of internal combustion engines when

compiling the Bayes diagnostic table. / Kh Khaliullin, F., Aladashvili, J.K., Nurmiev, A.A., Pikhullin, G.V., Sinitsky, S.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, 635(1), 012017.

16. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

17. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

18. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 39-41.

19. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 82-84.

20. Сравнительная оценка динамических характеристик энергетических установок с газодизельным циклом на газомоторном топливе/ Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, А.В. Матяшин, Д.А. Вахрамеев // Инновации и инвестиции. - 2018. - № 11. - С. 181-185.

21. Повышение эффективности машинно-тракторного агрегата за счет перевода его энергетических установок на газодизельную систему подачи топлива / Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, З.М. Халиуллина, А.В. Матяшин // Транспорт на альтернативном топливе. - 2019. - № 1 (67). - С. 69-74.

УДК 623.437.42

Киселев Вадим Леонидович

Студент

kiselev14@list.ru

Пикмуллин Геннадий Васильевич

Кандидат технических наук, доцент

pikmullin@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ ТРАКТОРОВ CLAAS

Аннотация. Трактор компании CLAAS – это универсально пропашная машина, которая является незаменимым помощником в хозяйстве. Трактор используется на достаточно широком спектре сельхоз работ. Процесс создания данного трактора занимает несколько лет. Это высокотехнологичный продукт.

Ключевые слова: трактор, трансмиссия, сборка, кабина, производство, деталь, процесс, оборудование, агрегат, механизм.

Vadim L. Kiselev

Student

kiselev14@list.ru

Gennady V. Pikmullin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

pikmullin@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ASSEMBLY AND PRODUCTION OF CLAAS TRACTORS

Abstract. The tractor of the CLAAS company is a universally tilled machine, which is an indispensable assistant on the farm. The tractor is used on a fairly wide range of agricultural work. The process of creating this tractor takes several years. This is a high-tech product

Keywords: tractor, transmission, assembly, cab, production, part, process, equipment, unit, mechanism.

Трактор компании CLAAS – это универсально пропашная машина, которая является незаменимым помощником в хозяйстве. Трактор используется на достаточно широком спектре сельхоз работ. Процесс создания данного трактора занимает несколько лет. Это высокотехнологичный продукт.

Изготовление кабины. Сборочная линия длиной 200 метров с высоким уровнем автоматизации на заводе в городе Ле-Ман производит 100 кабин в день. Каждые семь минут с конвейера сходит 1 кабина. Из простой конструкции, из стекла и стали возникает кабина, на которую

сотрудники предприятия устанавливают около 1000 деталей по точно заданным стандартам. Вдоль автоматизированной сборочной линии в производственных боксах собираются разные узлы: приборная панель, рулевое управление и тормозная система, крыша, сиденья, крылья и тому подобное, и поступает в производство. Отдельные рабочие станции оснащены инструментами и эргономичными средствами помощи для снижения нагрузки на рабочих. Современная система отслеживания повышает ответственность рабочих, чтобы качество постоянно поддерживалась на высочайшем уровне. Каждая кабина уникальна, каждая кабина изготавливаются по заказу и оснащается электронным оборудованием, которое необходимо для управления заказанными клиентами функциями. В ходе производственного процесса проводятся испытания моделируемых функций трактора на испытательных стендах примерно по 260 пунктам. Перед тем как кабина покинет производственную линию она проходит всестороннюю общую проверку. Только после этого она отправляется на главный сборочный конвейер трактора.

Производство трансмиссий HEXASHIFT и QUADRISHIF. Компания GIMA - это совместное предприятие, 50 % которого принадлежит компании CLAAS. GIMA ежегодно производит около 25 тысяч коробок передач в том числе HEXASHIFT и QUADRISHIF и задний мосты для тракторов ORION и AXION. GIMA находится в городе Бове, в 75 километрах к северу от Парижа на территории в 43 тысячи квадратных метров, на предприятии работают 1000 сотрудников. GIMA производит коробки передач HEXASHIFT и QUADRISHIF в соответствии со стандартами компаний CLAAS. Компания GIMA отвечает также за выпуск большинства зубчатых колес, валов и корпусов различных узлов машин CLASS. Для их производства используется 25 тысяч тонн стали и чугуна, который обрабатывается на 105 станках. Постоянное обновление парка машин обеспечивает высокое качество готовых деталей и высокую эффективность рабочих процессов.

Коробки передач и задний мосты собираются на двух разных линиях, модули переключения под нагрузкой QUADRISHIF и HEXASHIFT, а также делители собираются на отдельных станциях. Затем выполняется окончательная сборка и пробное испытание. Задние мосты на сборочной линии оснащаются подъемниками и другими гидравлическими компонентами, узлы собираются по технологическим картам соответствие заказа. В ходе всего производственного процесса от обработки первых зубчатых колес до окончательной сборки все детали и узлы контролируются сотрудниками с помощью так называемых границ качества. После сборки все задние мосты и коробки передач проходят испытания, 175 проверок обеспечивают безупречную работу каждого приводного агрегата. Каждая коробка передач

соединяется соответствующим задним мостом перед транспортировкой узла привода в Ле-Ман.

Производство бесступенчатых трансмиссий. CLAAS Industrietechnik это дочернее предприятие CLAAS с офисом в городе Паденборн, Германия. Она производит различные системы для машин CLAAS, а также для других предприятий, не входящих в группу CLAAS. С 1957 года компания с 650 сотрудниками разрабатывает и производит мосты, коробки передач, зернодробилки, гидравлические и электронные узлы. Для максимального усовершенствования тракторов CLAAS компания разработала бесступенчатые коробки передач нового поколения. С 2012-го года в городе Паденборн производятся различные варианты для ARION. Эти уникальные коробки передач с многочисленными техническими новинками, обеспечивают высокую производительность тракторов серии ARION. Для полностью автоматической обработки отдельных компонентов применяется 16 обрабатывающих центров. Они выполняют свою работу с высочайшей точностью. Каждый картер или деталь коробки передач после операции обработки полностью очищается, в том числе сжатым воздухом для обеспечения надёжности агрегатов даже в экстремальных условиях. Сотрудники обучаются в соответствии со стандартами автомобильной промышленности. Используя методики и инструменты, они собирают из примерно 700 деталей коробки передач. Продуманные решения в области производства помогают рабочим при сборке различных узлов для обеспечения высочайшего качества готовых агрегатов. Помимо непрерывного контроля деталей и процессов каждая коробка передач проходит испытания на стенде в течение 30 минут при этом коробка передач работает под нагрузкой для проверки всех функций. После этого коробка передач упаковывается в защитный контейнер перед отправкой в Ле-Ман.

Сборка трансмиссии. Двигатель, коробка передач, передний и задние мосты, а также гидравлические компоненты собираются в узел перед нанесением покрытия. Электронные системы помогают рабочим выбирать компоненты, запрограммированные системы завинчивания обеспечивает затяжку каждого винта с нужным моментом, благодаря удобству использования, все вспомогательные системы оптимально помогают сотрудникам при выполнении работы. Для выполнения требований высочайших стандартов качества CLAAS ежегодно планирует 20000 часов на повышение квалификации всех сотрудников. Это гарантирует постоянный рост эффективности и качества производственных процессов.

Окончательная сборка. Сборочный конвейер длиной 500 метров работает по принципу смешанного производства на всем предприятии ежедневно проходят планерки для сотрудников, благодаря этому каждая производственная бригада имеет возможность обмениваться мнениями

по вопросам качества и получить замечание по ежедневной работе. Эти короткие собрания длиной всего в 5 минут повышает дух коллективизма в бригадах и быстроту их реагирования на изменение производственного процесса.

Компоненты системы очистки выхлопных газов, катализатор, сажевый фильтр, система охлаждения и другие вспомогательные агрегаты, стартер, генератор и тому подобное, монтируется во время окончательной сборки. Чтобы соединить кабину с ходовой частью, всего за 7 минут затягивается 12 винтов, 10 гидравлических шлангов и 7 гнезд бортового электронного оборудования. На этом этапе требуется идеальная синхронизация всех рабочих операций. Затем трактор заправляется маслом и топливом перед монтажом капота и шин в соответствии с заказом. После окончательной сборки тракторы проходят испытания на стенде и испытательной трассе на этом этапе испытывается помимо прочего тормозная система, рулевое управление, подъемный механизм и работа коробки передач.

Лакировальная установка. На заводе в Ле-Ман более 10 млн. евро были инвестированы на современную окрасочную установку. Она позволяет окрашивать до 100 шасси ежедневно. В покрасочной установке, конвейер длиной 350 метров перемещает шасси тракторов весом до 8 тонн. Общий цикл в окрасочной установке занимает около 4 часов. Сначала роботы обезжиривают детали, затем выполняется химическая чистка, детали промываются, высушиваются и покрываются лаком. Благодаря покрасочным роботам расход лака составляет всего от двух до четырех килограмм на трактор, при этом качество окрашивания повышается. Окрасочная установка соединена с установкой очистки сточных вод благодаря контролю качества очистки воды уменьшается негативное воздействие на окружающую среду и минимизируется расход воды, благодаря этому качество покрытия тракторов CLAAS соответствует высочайшим стандартам качества продукции.

Разрешение на отгрузку. Контроль производственных цепочек после проверки подтверждается разрешением на отгрузку. В световом туннеле мощностью 10.400 люмен проверяется качество окраски и обработки оснащения кабины, а также чистота готового изделия. В соответствии с утвержденным протоколом проверки, контролер отмечает на планшете проверку всех функций нового трактора. Открытие, закрытия капота и дверей, вращение вентилятора, доступность точек обслуживания и так далее. Все эти контрольные точки определяется в тесном сотрудничестве представители дилеров и CLAAS.

Отзывы пользователей помогают специалистам совершенствовать процесс. Контролеры обучаются таким образом, чтобы они могли оценить готовое изделие глазами самого требовательного клиента. Только после серии проверок трактор получает разрешение на отгрузку.

Сертификат качества подтверждает, что изделие соответствует высочайшим требованиям качеству CLAAS.

Литература

1. Победин, А.В. Технология автомобиле- и тракторостроения / А.В. Победин, Ю.Н. Полянчиков, О.Д. Косов, Е.И. Тескер // – М.: Академия, 2009. – 352с.
2. Балашов, В.Н. Технология производства деталей автотракторной техники. / В.Н. Балашов // – М.: Академия, 2011. – 288с.
3. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.
4. Mudrov, A.P. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines. / A.P. Mudrov, A.G. Mudrov, S.M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // BIO Web of Conferences, 2020. Изд-во: EDP Sciences. С. 00012.
5. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.
6. Галиев, И.Г. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2014. - Т. 9. - № 2 (32). - С. 68-71.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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 // 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. 00143.

11. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 112-114.

12. Пикмуллин, Г.В. Расчет пружины на прочность и жесткость. / Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С.160-163.

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

14. Евсеенко, И. САПР планетарных коробок передач. / И. Евсеенко. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 212с.

15. Khaliullin, F.Kh. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings. / Khaliullin, F., Pikhullin, G., Aladashvili, J., Vakhrameev, D., Potapov, E.// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 699(1), 012042.

16. Влияние конструктивных параметров коленчатого вала на его упруго-демпфирующие свойства при крутильных колебаниях / Ф.Х. Халиуллин, Б.И. Ситдинов, Г.В. Пикмуллин [и др.] // Инновации и инвестиции. - 2021. - № 7. - С. 99-102.

17. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

18. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 39-41.

19. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 82-84.

20. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

21. Сеницкий, 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 / Сеницкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 19 с.

УДК.621.929

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

ЧЕТЫРЁХЗВЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются пространственные шарнирно-рычажные механизмы с особой структурой, разработанные на базе пространственного четырёхзвенника Беннета. Четырёхзвенные механизмы применяются как с кривошипом и балансиром, так и с двумя балансирами. Упростить конструкцию, увеличить надёжность, работоспособность и срок службы устройства можно, используя пространственные механизмы только с вращательными кинематическими парами, созданные на базе механизма Беннетта.

Использование в пространственном механизме одних вращательных пар позволяет конструктивно оформлять шарнирные узлы на подшипниках качения, надёжно изолировав их от воздействия неблагоприятной рабочей среды.

Ключевые слова: пространственные механизмы, четырёхзвенник Беннета, вращательные пары, привод.

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

FOUR-LINK MECHANISMS AGRICULTURAL USE

Abstract. The article deals with spatial hinge-lever mechanisms with a special structure, developed on the basis of the spatial four-link Bennett. Four-link mechanisms are used both with a crank and a balance beam, and with two balance beams. To simplify the design, increase the reliability, efficiency and service life of the device, you can use spatial mechanisms with only rotational kinematic pairs, created on the basis of the Bennett mechanism. The use of a single rotational pair in the spatial mechanism allows you to structurally

formalize the hinge assemblies on the rolling bearings, reliably isolating them from the effects of an unfavorable working environment.

Keywords: spatial mechanisms, Bennett four-link, rotational pairs, drive.

Пространственные механизмы нашли широкое распространение в самых различных отраслях техники: приборах, текстильной технике, самолетах, тракторах, автомобилях и так далее, но особенно значительное применение они получили в сельскохозяйственных машинах [18]. Еще академик В.П. Горячкин писал: «Пространственные механизмы разработаны до сих пор очень мало, так как встречаются вообще сравнительно редко, но в земледельческих машинах и орудиях применение их очень широко (косилки, жнеи, сноповязалки, грабли, ворошилки, плуги)». Надо отметить, что В.П. Горячкин первым в России стал заниматься теорией пространственных механизмов, дав еще в 1914 году кинематический и силовой анализ грабель жатвенной машины. В своем фундаментальном труде «Земледельческая механика» он посвятил этим механизмам отдельный параграф. В настоящее время указанный В.П. Горячкиным список машин, где используются пространственные механизмы, пополнился зерноуборочными, картофелеуборочными и свеклоуборочными комбайнами, пресс-подборщиками, сажалками и другими. Известны осуществленные схемы с использованием четырёх-, пяти- и шестизвенных механизмов.

Четырёхзвенные механизмы применяются как с кривошипом и балансиrom, так и с двумя балансирами. Примером использования четырёхзвенника с кривошипом и балансиrom может служить привод ножа режущего аппарата зерноуборочного комбайна, а - с двумя балансирами - механизм предохранительного крючка упора поршня пресс-подборщика; механизм деки зерноуборочного комбайна и механизм копира-водителя свеклоуборочного комбайна (рисунок 1).

Пространственные пятизвенные механизмы, кинематика которых была подробно исследована ещё Г.Д. Анановым [1], применяют для преобразования вращательного движения кривошипа в возвратно-вращательное движение балансира или в возвратно-поступательное движение ползуна, например, в приводе ножа косилки. Шестизвенные механизмы используют в устройстве сеноворошилки, или «активного» лемеха плуга, который помимо вспашки пласта почвы оказывает на него дополнительное динамическое воздействие. Также в сельскохозяйственных машинах нашли применение сферические механизмы с качающейся шайбой и вилкой, шарнирами Кардана-Гука [2]. Большинство из применяемых пространственных механизмов имеют в своей структуре сферические, сферические с пальцем или шарцилиндр кинематические пары, что усложняет конструкцию, уменьшает её технологичность, значительно сокращает срок службы устройства,

базирующегося на таких механизмах. Упростить конструкцию, увеличить надёжность, работоспособность и срок службы устройства можно, используя пространственные механизмы только с вращательными кинематическими парами, созданные на базе механизма Беннетта.

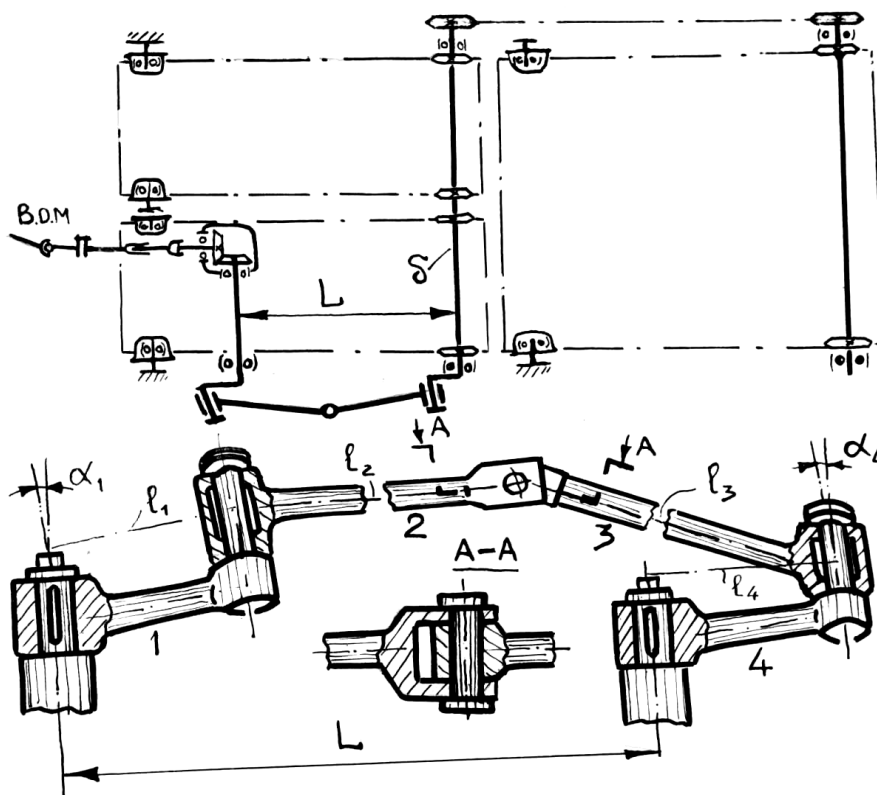


Рисунок 1 - Схема привода элеваторов картофелеуборочного комбайна

Цель исследования - разработать теорию проектирования, создания и исследования новых надёжных, эффективных устройств сельскохозяйственного назначения на базе пространственных шарнирно-рычажных механизмов с одними вращательными парами.

Использование в пространственном механизме одних вращательных пар позволяет конструктивно оформлять шарнирные узлы на подшипниках качения, надёжно изолировав их от воздействия неблагоприятной рабочей среды. Это не просто повышает надёжность и долговечность устройства, но увеличивает его коэффициент полезного действия, позволяет повысить передаваемую силовую нагрузку [3, 4].

Однако получить пространственный механизм простым присоединением звеньев без учета их геометрических параметров и их согласованности нельзя. Ученые-механики, понимая большое преимущество механизма, имеющего только вращательные пары, пытались создать такие механизмы, но никому из них не удалось получить работоспособный образец, механизмы не проворачивались. Только в 1903 году английский математик Джеффри Томас Беннетт (1868-1943 г.г.) теоретически описывает четырехзвенный пространственный механизм (названный впоследствии его именем), оси

шарниров которого скрещиваются под определёнными углами. Беннетт нашёл зависимость между углами (тангенсами половинных углов) поворота звеньев, связанных со стойкой механизма, и её графическую интерпретацию, но изготовить модель механизма он не смог (механизм не проворачивался) и по этой причине сомневался в его практическом использовании. В дальнейшем многие отечественные и зарубежные ученые исследовали этот механизм, теоретически образовали еще два – три механизма, но ни модель, ни тем более натурный образец хотя бы одного из механизмов этой группы изготовить они не смогли. Лишь спустя 70 лет после теоретического описания механизма Беннетта ученые кафедры детали машин Казанского сельскохозяйственного института, профессора Б. В. Шитиков и П.Г. Мудров раскрыли секрет изготовления модели и натурального образца [5].

Литература

1. Ананов, Г.Д. Кинематика пространственных шарнирных механизмов сельскохозяйственных машин [Текст] / Г.Д. Ананов, д-р техн. наук. - Москва; Ленинград: Машгиз. [Ленингр. отд-ние], 1963. - 220 с.: ил.
2. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.
3. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Кленин Н. И., Егоров В. Г. - Москва: КолосС, 2013. - 464 с.
4. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.
5. Галиев, И.Г. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2014. - Т. 9. - № 2 (32). - С. 68-71.
6. 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.
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.
8. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

9. 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.

10. Research results of spatial mechanisms and directions of their application in farming machinery / A.P. Mudrov, S.M. Yakhin, G.V. Pikhmullin, A.G. Mudrov // 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. 00143.

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

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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 115-118.

13. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 112-114.

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

15. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev// Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

16. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 39-41.

17. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции

(Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 82-84.

18. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

19. Kinematics and parameters for spiral-helical machinery unit used for second-ary tillage / L. M. Nuriev, S. M. Yakhin, I. I. Aliakberov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : Russian Conference on Technological Solutions and Instrumentation for Agribusiness, TSIA 2019, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. – Stavropol: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012051. – DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012051.

20. Матяшин, А.В. Совершенствование технологий и средств механизации в животноводстве и растениеводстве с использованием шарнирно-рычажных механизмов / А.В. Матяшин // 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). – Казань, Изд-во Казанского ГАУ, 2015. – С. 265-272.

УДК 631.3

Салахов Ильсур Муллахматович*Старший преподаватель**ilsur_baltasi@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены основные преимущества применения жидких минеральных удобрений (ЖМУ) по сравнению с удобрениями других видов. Однако, в России минеральные удобрения в жидкой форме вносятся в почву в небольшом объеме. Основная причина – дороговизна ЖМУ и отсутствие технических средств для их транспортировки, хранения и внесения. Однако, имеются предпосылки к увеличению объема применения ЖМУ при возделывании сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: жидкие минеральные удобрения, почва, экологичность, эффективность.

Ilsur M. Salakhov*Senior Lecturer**ilsur_baltasi@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

AGROTECHNICAL EFFICIENCY OF APPLICATION LIQUID MINERAL FERTILIZERS

Abstract. The article discusses the main advantages of using liquid mineral fertilizers (LMS) in comparison with fertilizers of other types. However, in Russia, mineral fertilizers in liquid form are introduced into the soil in a small volume. The main reason is the high cost of the press and the lack of technical means for their transportation, storage and application. However, there are prerequisites for an increase in the volume of use of oil and gas in the cultivation of agricultural crops.

Keywords: liquid mineral fertilizers, soil, environmental friendliness, efficiency.

В современных условиях производство продукции растениеводства невозможно представить без применения агрохимических средств. Правительством Российской Федерации разработаны и реализуются различные мероприятия по обеспечению продовольственной безопасности страны, которые способствовали увеличению производства минеральных удобрений (рисунок 1), что позволило обеспечивать сельскохозяйственные товаропроизводители

минеральными удобрениями. Так, например, в России применение минеральных удобрений с 2010 года увеличилось в 2,2 раза и в 2020 году в физическом выражении составило около 21 млн. т удобрений [1]. Однако, доля удобренных посевных площадей составляет около 60% от всей площади. Значит, имеются перспективы к увеличению применения удобрений при производстве продукции растениеводства [2, 3].

Согласно плану мероприятий по развитию производства минеральных удобрений в России, утвержденному распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 марта 2018 г. № 532-р, объем внесения минеральных удобрений сельскохозяйственными производителями (в пересчете на 100 процентов питательных веществ) к 2025 году должен составить 60 кг на 1 гектар [5]. При этом важное значение имеет проблемы экологической безопасности сельскохозяйственного производства и получаемой продукции. Поэтому вопросы экологической безопасности и экономической эффективности применения удобрений являются актуальными в настоящее время.

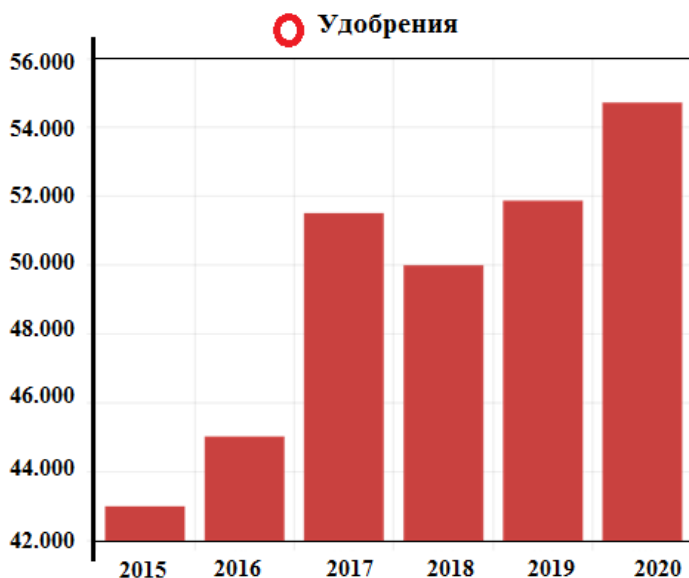


Рисунок 1 - Производство минеральных удобрений в Российской Федерации, тыс. т

Наибольший объем производства приходится на твердые минеральные удобрения, среди которых лидируют азотные удобрения. В последнее время наблюдается увеличение объема применения минеральных удобрений с содержанием различных микроэлементов и вторичных питательных веществ (кальций, магний, сера, бор), а также удобрений в жидкой форме.

В основном в Российской Федерации применяются следующие виды жидких минеральных удобрений (ЖМУ) [1, 6, 7]:

- жидкий аммиак - это наиболее концентрированное и дешевое азотное удобрение, содержащее 82 % азота;

- жидкие комплексные удобрения (ЖКУ), которые относятся к азотнофосфорным удобрениям на основе фосфорной кислоты;
- карбамидо-аммиачная смесь (КАС) – это азотное удобрение, содержащее три основные формы азота.

Различными исследованиями установлено, что эффективность действия жидких и твердых минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур одинаково [1-4]. Однако, можно выделить следующие основные преимущества ЖМУ по сравнению с минеральными удобрениями в твердой форме:

- относительная простота и дешевизна производства;
- высокая концентрация действующего вещества;
- возможность совмещения операций внесения ЖМУ и средств защиты растений;
- при внесении ЖМУ более равномерно распределяются в почве за счет точности их дозирования;
- все операции по транспортировке, заправке и внесению ЖМУ в почву можно выполнить механизированным способом, в результате чего значительно снижаются затраты труда. Для этого промышленностью выпускаются определенный комплекс машин и технических средств;
- при применении ЖМУ обеспечивается более высокий уровень безопасности труда;
- при выполнении технологических процессов транспортировки, хранения и внесении в почву потерь и утечки ЖМУ сводятся к минимуму, что обеспечивает более высокую экологичность их применения.

Необходимо также отметить, что внесение ЖМУ возможно тремя способами: внутрипочвенно, по поверхности почвы и в виде листовых подкормок [1, 2, 3]. Независимо от применяемого способа ЖМУ вносятся в почву более равномерно в доступной для растений форме. Отсюда следует, что ЖМУ более эффективны по сравнению с минеральными удобрениями в твердой форме, т.к. для их для растворения необходим большой объем влаги в почве [8]. Это имеет важное значение для Центрально-Черноземной зоны, юга Нечерноземья, Ставрополья, Ростовской области, Поволжья и других районов, т.к. в этих зонах наблюдается недостаточное обеспечение влагой почвы в течение вегетационного периода. Обеспечение растений питательными веществами в доступной форме способствует повышению их сопротивляемости к недостатку или переизбытку влаги, бактериальным и грибковым инвазиям, пониженным или повышенным температурам. При этом растения активнее накапливают полезные вещества, что способствует, в конечном итоге, повышению урожайности сельскохозяйственной культуры и его качества [7].

По данным различных исследований, можно сказать, что влияние ЖМУ на урожайность сельскохозяйственных культур зависит от их вида и почвенно-климатических условий возделывания. Например,

эффективность жидкого аммиака для зерновых культур составляет 6,3...11,7 кг, для картофеля – 52...100 кг, для кормовых корнеплодов – 216...283 кг, для сена – 20...50 кг на 1 кг азота [8], что в конечном итоге повышает экономическую эффективность производства продукции растениеводства.

Некоторые исследователи установили, что при применении ЖМУ улучшается качество урожая сельскохозяйственных культур. В частности, применение ЖКУ способствует увеличению сахаристости в сахарной свекле до 0,5%, а содержание белка в зернах зерновых культур и крахмала в клубнях картофеля до 0,4% [6, 8].

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) доля ЖМУ составляет 8...9% от всего мирового объема внесенных минеральных удобрений. Например, в Северной Америки на долю ЖМУ приходится около 35%, в странах Европы – 10...15%, в России – 6...8%. За последние годы в России в почву вносится в среднем не более 90 тыс. тонн ЖМУ [1]. Основной причиной низкого уровня применения ЖМУ в России является отсутствие или недостаточность технических средств для применения ЖМУ [9, 10, 12, 14] (рисунок 2). У сельскохозяйственных товаропроизводителей, занимающихся растениеводством, зачастую отсутствуют технические средства для внесения, перегрузки, транспортировки ЖМУ, склады для их хранения из-за недостаточности финансовых ресурсов [1, 11, 15].



а)



б)



в)



г)

а - аппликатор для внесения ЖМУ; б - опрыскиватель для подкормки пропашных культур; в – автоцистерна для транспортировки ЖМУ; г - бак для ЖМУ

Рисунок 2 – Технические средства для внесения и транспортировки жидких минеральных удобрений

Таким образом, можно сделать вывод, что применение ЖМУ способствует повышению эффективности растениеводства в

неблагоприятных условиях, как минимум, предотвращая получение заведомо отрицательного результата. Необходимо повышать уровень использования ЖМУ сельскохозяйственными товаропроизводителями. Для этого в современных условиях необходимо внедрять прогрессивные технологии внесения удобрений, особенно с использованием точного земледелия и цифровизации, более активно взаимодействовать с производителями ЖМУ с целью выстраивания оптимальной логистики их закупки и доставки, а также использование мер государственной поддержки для приобретения необходимых технических средств.

Литература

1. Фомин, А. Об оценке потребности растениеводческих хозяйств страны в растениипитателях-аппликаторах на основании роста востребованности жидких минеральных удобрений типа КАС в разрезе почвенно-климатических условий России / А. Фомин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. - № 3. – С. 60-63.

2. Вафин, И.Х. Оценка эффективности применения некорневой подкормки комплексными удобрениями на озимой пшенице / И.Х. Вафин, Р.И. Сафин // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 332-336.

3. Влияние минеральных удобрений на качество корма козлятниковых агроценозов / Г.С. Миннуллин, Л.Т. Вафина, Н.Ф. Вафин, [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2015. – Т. 10. - № 4 (38). – С. 81-83.

4. 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.

5. План мероприятий («дорожная карта») по развитию производства минеральных удобрений на период до 2025 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 марта 2018 г. № 532-р // Госновости.РФ: [сайт]. – URL: <https://gov-news.ru/news/750631> (дата обращения 24.11.2021).

6. Матяшин, Ю.И. Ротационные почвообрабатывающие машины (теория, расчет, эксплуатация) / Ю.И. Матяшин, Н.Ю. Матяшин. – Казань, Изд-во Казанского ГАУ, 2008. – 204 с.

7. Система земледелия Республики Татарстан: Инновации на базе традиций. В 3 ч. Ч.1. Общие аспекты системы земледелия / под ред.

И.Х. Габдрахманов, Д.И. Файзрахманов, И.Р. Валеев – Казань, 2013. – 166 с.

8. Способы влагонакопления и влагосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Мейзер, Б.Г. Зиганшин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. - С.293-298.

9. Вафин, Н.Ф. Обоснование параметров аэратора - удобрения кормовых угодий / Н.Ф. Вафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2011. – Т. 6. - № 1 (19). – С. 98-100.

10. Салахов, И.М. Агротехнические аспекты применения рабочего органа для безотвальной обработки почвы / И.М. Салахов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. - № 3 (45). – С. 82-85.

11. 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: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 412-415.

12. Патент на полезную модель № 80649 U1. Аэратор-удобритель: № 2008124784/22: заявл. 17.06.2008: опубл. 20.02.2009 / Ю.И. Матяшин, А.В. Матяшин, Н.Ф. Вафин ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ. – 8 с.

13. Вафин, Н.Ф. Порядок расчета параметров рыхлителя для безотвальной обработки почвы с ротационно-колебательными рабочими органами / Н.Ф. Вафин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2011., № 2. – С. 95-96.

14. Сафиуллин, И.Н. Состояние и тенденции развития растениеводческих отраслей в Республике Татарстан / И.Н. Сафиуллин, Г.П. Захарова // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ и 80-летию члена-корреспондента АН РТ доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ильшата Ахатовича Гайсина (Казань, 17 марта 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 364-369.

15. Сафиуллин, И.Н. Состояние машинно-тракторного парка сельского хозяйства в Республике Татарстан / И.Н. Сафиуллин, Р.М.

Галяутдинов // Профессия бухгалтера - важнейший инструмент эффективного управления сельскохозяйственным производством: Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти проф. В.П. Петрова (Казань, 21–22 мая 2019 года). - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 224-228.

УДК 631.3

Ибятюв Равиль Ибрагимович
Доктор технических наук, профессор
r.ibjatov@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ОБ УЧЕТЕ СЛУЧАЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЗАДАЧАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Многие процессы агропромышленного комплекса протекают в непрерывном режиме. Объемы подачи, характеристики, необходимое время обработки исходного сырья могут иметь определенные колебания случайного характера. Интенсивность входящего потока исходного сырья должна быть согласованной с производительностью агрегата. Данная проблема в условиях внедрения роботизированных комплексов является актуальной задачей. В данной работе показано возможность описания случайных отклонений входящего потока в непрерывно действующих агрегатах с помощью модели чистого размножения.

Ключевые слова: входящий поток, случайные отклонения, модель чистого размножения, распределение Пуассона.

Ravil I. Ibyatov
Doctor of technics sciences, professor
r.ibjatov@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

TO CALCULATION OF RELATIVE GRAIN SPEED IN AIR FLOW

Abstract. Many processes of the agro-industrial complex proceed in a continuous mode. The supply volumes, characteristics, the required processing time of the feedstock may have certain fluctuations of a random nature. The intensity of the incoming flow of the feedstock must be consistent with the capacity of the unit. This problem in the context of the introduction of robotic systems is an urgent task. This paper shows the possibility of describing random deviations of the incoming flow in continuously operating units using the model of pure reproduction.

Keywords: inflow, random deviations, pure breeding model, Poisson distribution.

Многие процессы, встречающиеся в промышленности и в частности агропромышленном комплексе, протекают в непрерывном режиме [1-3]. При проведении классификации процессов можно выделить два класса – детерминированные и стохастические процессы.

Детерминированные физические явления могут быть описаны с помощью дифференциальных уравнений относительно вполне определенных параметров, как скорость, температура, давление и т.д. [4-6]. Движущей силой детерминированных процессов могут являться центробежное поле [7-11], гидравлический напор [5, 12, 13], сила гравитации [14-17].

Стохастические процессы имеют вероятностный характер [18-21]. Наиболее развитым математическим аппаратом для изучения стохастических процессов является теория массового обслуживания [18, 22, 23]. В теории массового обслуживания основным понятием является требования на обслуживание, которые поступают в случайные моменты времени. Среднее число требований, приходящееся на единицу времени называется интенсивностью входящего потока. Для удовлетворения требований необходима система массового обслуживания, которая в свое очередь, тоже характеризуется своей интенсивностью обслуживания. Эффективность функционирования система массового обслуживания оценивается суммой потери времени на ожидание очереди и простоя каналов обслуживания.

В данной работе подходы и методы теории случайных процессов применяется для анализа случайных явлений, которые возникают при работе сельскохозяйственных машин и агрегатов. В качестве примера назовем работу зерноуборочного комбайна или переработку сельскохозяйственной продукции в разнообразных технологических агрегатах. Объемы подачи исходного сырья и, как следствие, необходимое время для ее обработки могут иметь определенные колебания случайного характера. При значительных колебаниях входящего потока могут наблюдаться разные нежелательные эффекты. Если интенсивность входящего потока преобладает над интенсивностью обслуживания, могут наблюдаться, например, не досушенный продукт, не до отмоленный колосок, не до срезанный стебель в поле, поскольку в непрерывных процессах и системах целевой продукт не задерживается в рабочем узле. Преобладание интенсивности обслуживания над интенсивностью входящего потока может означать пересушку, пере протравку продукта или неэффективную работу технологического комплекса. Поэтому обеспечение согласованности интенсивности входящего потока исходного сырья и интенсивности обслуживания в условиях внедрения роботизированных комплексов является очень важным.

Средним значением входящего потока можно управлять, изменяя, например, скорости движения сельскохозяйственной машины или режима работы узла подачи агрегата. При этом возникает задача о выборе рационального значения скорости движения или режима работы узла подачи с учетом случайности характера входящего потока.

Входящий поток может иметь случайные отклонения от своего некоторого среднего значения в большую или меньшую сторону. Отклонения входящего потока в разные направления могут вызывать разные последствия. На практике чаще всего недопустимыми являются либо недозагрузка, либо перезагрузка используемого агрегата. Поэтому достаточным бывает учет отклонений только в одном направлении. Таких случайных процессов можно моделировать с помощью модели чистого размножения. Когда важными являются отклонения во всех направлениях, то можно использовать, так называемую, модель размножения и гибели. В данной работе рассматривается случайный поток обрабатываемой сельскохозяйственной продукции с учетом отклонений в одном направлении.

Пусть случайные отклонения происходят в фиксированные моменты времени. Обозначим через $P_n(t)$ вероятность того, что к моменту времени t окажется n отклонений. Тогда, так как $P_0(t)$ означает вероятность того, что за время t не произойдет ни одного изменения, вероятность одного или большего числа изменений составит $1 - P_0(t)$. Обозначим через λ интенсивность появления отклонений. Вероятность одного или большего числа изменений в течение малого интервала времени h составит λh . Соответственно, $1 - \lambda h$ означает вероятность того, что за время h не произойдет ни одного отклонения. Рассмотрим смежные интервалы времени $(0, t)$ и $(t, t + h)$. Во втором интервале n отклонений могут произойти несколькими способами. Наиболее вероятными являются следующие две ситуации:

- 1) с вероятностью $P_n(t)(1 - \lambda h)$ может оказаться n отклонений за первый интервал времени и не одного отклонения за второй интервал;
- 2) с вероятностью $P_{n-1}(t)\lambda h$ может оказаться $n-1$ отклонений за первый интервал времени и не одного отклонения за второй интервал.

Следовательно, $P_n(t+h) = P_n(t)(1 - \lambda h) + P_{n-1}(t)\lambda h$.

Отсюда, после предельного перехода $h \rightarrow 0$, для $n \geq 1$ получим дифференциальное уравнение

$$P'_n(t) = -\lambda P_n(t) + \lambda P_{n-1}(t). \quad (1)$$

Полученное уравнение имеет рекуррентную структуру. Для $n=1, 2, 3, \dots$ получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} P'_1(t) &= -\lambda P_1(t) + \lambda P_0(t); \\ P'_2(t) &= -\lambda P_2(t) + \lambda P_1(t); \\ P'_3(t) &= -\lambda P_3(t) + \lambda P_2(t). \end{aligned} \quad (2)$$

Эти уравнения решаются сверху вниз после определения функции $P_0(t)$. Для определения $P_0(t)$, повторим вышеприведенные рассуждения с помощью смежных интервалов $(0, t)$ и $(t, t + h)$. Не сложно заметить,

что в предположении $n=0$ вторая из выше названных ситуаций не возникает. Тогда, для малого интервала времени h , имеем

$$P_0(t+h) = P_0(t)(1-\lambda h). \quad (3)$$

С учетом предельного перехода

$$P_1'(t) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{P_0(t+h) - P_0(t)}{h}, \quad (4)$$

получим дифференциальное уравнение

$$P_0'(t) = -\lambda P_0(t). \quad (5)$$

Количество отклонений контролируемой характеристики моделируемого процесса, от принятого стандартного ее значения, будем фиксировать с момента времени $t=0$. Естественно, в начальном моменте времени количество отклонений равно нулю, и такое начальное состояние имеет сто процентную вероятность:

$$P_0(0) = 1. \quad (6)$$

Решение уравнения (3) при начальном условии (6) имеет вид

$$P_0(t) = e^{-\lambda t}. \quad (7)$$

Подставляя (7) в первое уравнение системы (2), для вычисления $P_1(t)$ получим обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$P_1'(t) = -\lambda P_1(t) + e^{-\lambda t}. \quad (8)$$

Решение неоднородного уравнения (8) при начальном условии $P_1(0) = 0$ имеет следующий вид:

$$P_1(t) = \lambda t e^{-\lambda t}. \quad (9)$$

Далее, с учетом полученного выражения (9), решается второе уравнение системы (2), потом треть уравнение и так далее. При этом виды начальных условий остаются прежними $P_n(0) = 1, i = 2, 3, 4, \dots$. Результаты полученных решений соответствуют распределению Пуассона:

$$P_n(t) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^n}{n!}. \quad (10)$$

Таким образом, случайные мгновенные отклонения контролируемых характеристик непрерывных процессов агропромышленного комплекса могут быть описаны распределением Пуассона. Причем, вывод данной формулы опирается на естественные физические допущения при анализе и математическом моделировании случайных отклонений конкретных параметров рассматриваемого процесса. При этом коэффициент λ , равный интенсивности появления существенных отклонений входящего потока от своего нормального значения, определяется заранее. Данный параметр вычисляется путем обработки результатов статистических наблюдений за контролируемой характеристикой рассматриваемого процесса.

Литература

1. Современная техника для машинного доения / Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев, Р.Р. Лукманов, А.А. Мустафин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2012. – 256 с.
2. К определению конструктивно-технологических параметров двухроторного вакуумного насоса / Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев, И.И. Кашапов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 4(26). – С. 75-78.
3. Гаязиев, И.Н. Вакуумный насос для доильных установок / И.Н. Гаязиев, Р.Р. Лукманов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 12-14.
4. Ибяттов, Р.И. Методы расчета гидромеханических процессов при фильтровании и центрифугировании суспензий: дис. на соиск. учен. степ. док. техн. наук: 05.17.08 / Ибяттов Равиль Ибрагимович. - Казань, 2005. – 340 с.
5. 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.
6. 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.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). 2020. – P. 00093.
7. 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.
8. К вопросу очистки отработанных масел от нерастворимых примесей в гидроциклоне / А.А. Глущенко, Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 81-84.
9. On the issue of the installation of the purification degree dependence of polluted spent mineral oil on the hydrocyclone constructive and geometrical parameters / A. Glushchenko, D. Molochnikov, A. Khokhlov [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). 2020. – P. 00018.
10. Моделирование траектории движения зерна по рабочим органам пневмомеханического шелушителя / Ю.Ф. Лачуга, Р.И. Ибяттов, Б.Г. Зиганшин, Ю.Х. Шогенов, А.В. Дмитриев // Российская сельскохозяйственная наука. - 2020. - № 4. - С. 73-76.
11. Метод расчета траектории движения зерна в пневмомеханическом шелушителе / Ю.Ф. Лачуга, Р.И. Ибяттов, Б.Г.

Зиганшин, Ю.Х. Шогенов, А.В. Дмитриев // Российская сельскохозяйственная наука. - 2021. - № 6. - С. 64-67.

12. Математическое моделирование течения многофазной гетерогенной среды по проницаемой трубе / Р.И. Ибяттов, Л.П. Холпанов, Ф.Г. Ахмадиев, И.Г. Бекбулатов // Теоретические основы химической технологии. – 2005. – Т. 39. – № 5. – С. 533-541.

13. 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. 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. Математическое моделирование гидродинамики на проницаемых поверхностях / Л.П. Холпанов, Р.И. Ибяттов, Ф.Г. Ахмадиев, Р.Р. Фазылзянов // Теоретические основы химической технологии. 2003. Т. 37. № 3. С. 227-237.

16. 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.

17. 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.

18. Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии: Учебник / А.С. Гордеев. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 384 с.

19. Ибяттов, Р.И. Моделирование таксационных показателей древостоев в среде офисных программ / Р.И. Ибяттов, Н.Г. Киселева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 68-71.

20. Шайхутдинов Ф.Ш. Современные методы и подходы обработки информации по урожайности яровой пшеницы / Ф.Ш. Шайхутдинов, Р.И. Ибяттов, А.А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2016. - Т. 11. - № 3 (41). - С. 9-15.

21. Ибяттов, Р.И. Анализ урожайности яровой пшеницы методом главных компонент / Р.И. Ибяттов, Ф.Ш. Шайхутдинов, А.А. Валиев // Зерновое хозяйство России. - 2017. - № 2 (50). - С. 17-22.

22. Ибяттов Р.И. Система массового обслуживания: учебное пособие / Р.И. Ибяттов, Н.Г. Киселева, А.Н. Зиннатуллина – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 70 с.

23. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т. 1 / В. Феллер. – Москва: Изд-во Мир, 1967. – 498 с.

УДК 631.51

Хафизов Камиль Абдулхакович
Доктор технических наук, профессор
fts-kgau@mail.ru

Мухаметзянова Зилья Рустамовна
Студентка магистратуры
zilya_99@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ВСПАШКА И ЕЁ ПЕРСПЕКТИВЫ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. Статья посвящена сбору и анализу материалов по обоснованию основных параметров тракторов и пахотных агрегатов по критерию энергетической эффективности и снижению карбонового следа от использования пахотных агрегатов. Проведена классификация плугов, выявлено наличие плугов в РТ, тенденции изменения марочного состава плугов. Выявлено, что энергетические затраты и выброс диоксида углерода на вспашке значительно зависят от удельного сопротивления почвы. С ростом удельного сопротивления почвы выброс диоксида углерода двигателем трактора в атмосферу растёт и при 65 кН/м доходит до 170 кг/га.

Ключевые слова: вспашка, плуг, обработка почвы, трактор, урожайность, диоксид углерода, экология.

Kamil A. Khafizov

Doctor of Technic sciences, Professor
fts-kgau@mail.ru

Zilya R. Mukhametzyanova

Graduate student
zilya_99@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

PLOWING AND ITS PROSPECTS IN THE AGRICULTURAL PRODUCTION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. Article is devoted to collecting and the analysis of materials on justification of critical parameters of tractors and arable units by criterion of power efficiency and decrease in carboxylic trace from use of arable units. Classification of plows is carried out, existence of plows in RT, tendency of change of branded structure of plows is revealed. It is revealed that power expenses and emission of carbon dioxide on plowing considerably depend on the unit resistance of the soil. With growth of unit resistance of the soil carbon dioxide emission by the tractor engine in the atmosphere grows and at 65 kN/m reaches 170 kg/hectare.

Keywords: plowing, plow, processing of the soil, tractor, productivity, carbon dioxide, ecology.

Сельское хозяйство – одно из важных отраслей народного хозяйства Татарстана. Ее главной задачей является – обеспечение населения продуктами питания.

В сельском хозяйстве существует много аспектов, которые влияют на конечный результат производства – высокий урожай и прибыль предприятия. Основным аспектом считается – обработка почвы. Вспашка является одной из наиболее высокоэнергоемких технологических операций в производственных процессах возделывания различных культур. На данную технологическую операцию приходится большая часть денежных и энергетических затрат, связанных с обслуживанием и ремонтом тракторов, расходом топлива и смазочных материалов. На данной технологической операции заняты тракторы различных тяговых классов, которые вероятно обеспечивают различные затраты денежных средств и энергии.

Рассмотрим классификацию плугов.

Плуги подразделяются:

- по виду тяги – конные, канатные и тракторные;
- по способу агрегатирования – навесные, полунавесные и прицепные;
- по числу основных рабочих органов – одно, двух и многокорпусные;
- по конструкции – лемешные, дисковые, чизельные и ротационные;
- по технологическому процессу – для свально-развальной и гладкой вспашки. [1]

Плуг предназначен для эффективного рыхления почвы с использованием мощности трактора. Он позволяет насытить почву воздухом, избавиться от сорняков и создать условия для лучшего развития растений. [2-6]

Переход в РТ на энергосберегающие технологии в последние годы несколько отодвинул на задний план использование плугов на основной обработке почвы. Однако выяснилось, что при отсутствии глубокой (до 25-30 см) обработки почвы, наблюдается повышение плотности почвы в пахотном слое и ниже пахотного слоя до $2,5-3 \text{ г/см}^3$, что негативно сказывается на росте и развитии растений, ведет к снижению урожайности зерновых и других культур.

Поэтому руководство РТ в последние годы все чаще говорит о необходимости разноглубинной обработки почвы в зависимости от предшественников и возделываемой культуры.

В число технологических операций по разноглубинной обработке почвы входит и вспашка. На сегодня в РТ имеется перечень плугов, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Наличие плугов на предприятиях РТ по годам

Марка плуга	Наличие плугов по годам, шт	
	2013 г.	2020 г.
ПЛН-3х35	177	151
ПЛН-4х35	1873	1782
ПЛН-5х35	871	855
ПЛН-6х35	57	71
ПН-7х35	15	20
ПН-8х35	359	374
ПТК-9х35	27	32

Как видно из таблицы имеется тенденция снижения 3,4 корпусных плугов при одновременном увеличении 6,7,8,9 корпусных плугов, что связано с использованием на вспашке мощных тракторов высокого тягового класса (John Deere, New Holland и др.).

Однако возникает вопрос, эффективно ли использование на вспашке плугов с большим количеством корпусов?

По предварительным расчетам [7-12] параметры трактора, энергетические затраты и выброс диоксида углерода (основной парниковый газ) сильно зависят от удельного сопротивления почвы. На рисунке 1 приведены некоторые расчетные данные по выявлению влияния сопротивления почвы на выброс диоксида углерода.

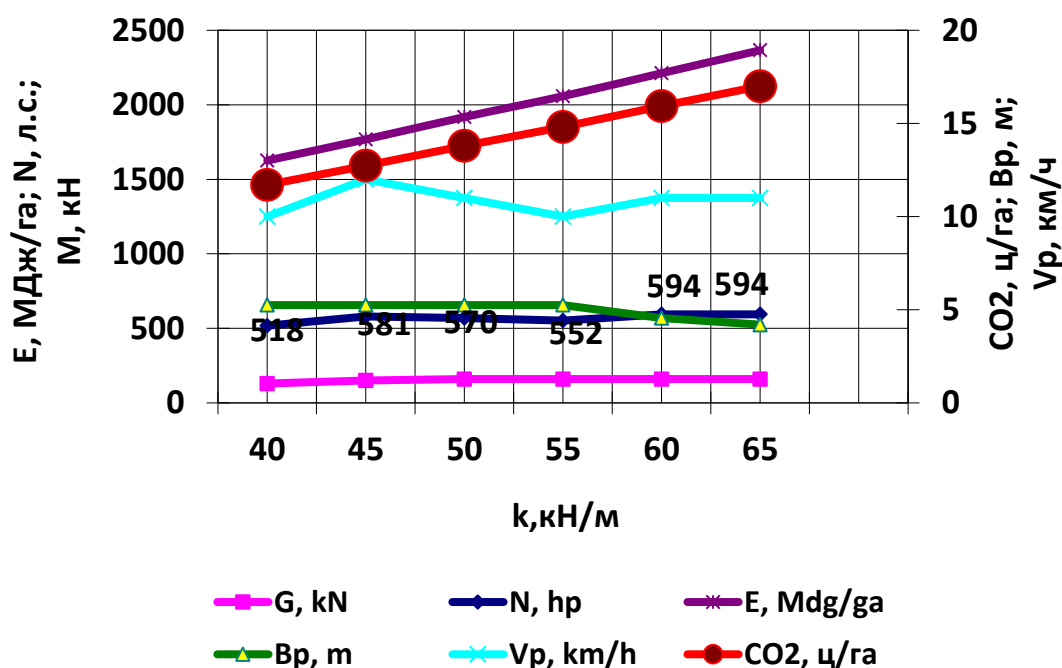


Рисунок 1 – Зависимость суммарных энергетических затрат, выброса диоксида углерода, параметров и режимов работы пахотного агрегата от удельного сопротивления почвы

Расчет выброса диоксида углерода на вспашке произведен исходя из суммарных энергетических затрат с использованием среднего значения переводного коэффициента при использовании 1 МДж энергии. Данный коэффициент равен 0,072 кг/МДж, т.е. при получении 1 МДж энергии через ископаемое топливо в атмосферу выбрасывается 0,072 кг диоксида углерода [13-15]. Как видно из рисунка с ростом удельного сопротивления почвы закономерно увеличиваются энергетические затраты и выброс диоксида углерода. При сопротивлении почвы 40 кН/м² выброс углекислого газа составил 11,7 ц/га (117 кг/га), то при сопротивлении почвы 65 кН/м² выброс вырос до 17 ц/га или 170 кг/га.

В дальнейших исследованиях будут поставлены и решены задачи выявления оптимальных параметров тракторов и пахотных агрегатов по критерию энергетической эффективности и снижению карбонового следа от использования пахотных агрегатов.

Таким образом, при обработке почвы плугами тратится значительное количество энергии [16-21] и выбрасывается в атмосферу значительное количество диоксида углерода на единицу площади. Необходимо провести довольно сложные исследования пахотных агрегатов для выявления путей снижения энергетических затрат и карбонового следа.

Заключение.

1. В Республике Татарстан имеется тенденция снижения 3,4 корпусных плугов при одновременном увеличении 6,7,8,9 корпусных плугов, что связано с использованием на вспашке мощных тракторов высокого тягового класса (John Deere, New Holland и др.).

2. Основные параметры трактора, энергетические затраты и выброс диоксида углерода (основной парниковый газ) на вспашке сильно зависят от удельного сопротивления почвы, а значит степени загруженности агрегата.

3. Вычислительные эксперименты позволили выявить что при сопротивлении почвы на вспашке 40 кН/м² для трактора с оптимальными основными параметрами выброс углекислого газа его двигателем составляет 11,7 ц/га (117 кг/га), а при сопротивлении почвы 65 кН/м² выброс вырос до 17 ц/га или 170 кг/га.

Литература

1. Дураев, Б.О. Эффективное использование сельскохозяйственной техники / Б.О. Дураев // АПК: Экономика, управление. - 2016. - № 12. - С. 88-93.

2. Шекихачев, Ю.А. Комбинированные пахотные агрегаты с ротационными рабочими органами / Ю.А. Шекихачев, Л.М. Хажметов, Л.З. Шекихачева // Инновационная наука. – 2015. – № 9(9). – С. 118-120.

3. 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.
4. Самсонов, В.А. Расчет оптимальных значений мощности и энергонасыщенности сельскохозяйственного трактора / В.А. Самсонов, Ю.Ф. Лачуга // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 7. – С. 25-31.
5. Кокорева, Е.Б. Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники / Е.Б. Кокорева // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 2. С. 320-325.
6. 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.
7. 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, 18 января 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 317-322.
8. 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.
9. C. Khafizov. 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.
10. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: Учеб. для студентов вузов по агр. специальностям / В.М. Халанский, И.В.Горбачев. – М.: КолосС, 2003. – 624 с.: ил.
11. 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.
12. 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.
13. Юрков, М.М. Резервы в эксплуатации агрегатов для основной обработки почвы / М.М. Юрков, А.Р. Гаврилов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2010. – № 3(11). – С. 73-75.

14. Numerical simulation of two-phase “Air-Seed” flow in the distribution system of the grain seeder / S. Mudarisov, I. Badretdinov, Z. Rakhimov [et al.] // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2020. – Vol. 168. – P. 105151. – DOI 10.1016/j.compag.2019.105151.

15. Зайнутдинов, И.Р. Определение пропускной способности пневмозагрузочного устройства мобильного протравливателя семян зерновых культур / И.Р. Зайнутдинов, Э.Г. Нуруллин // *Агроинженерная наука XXI века : Научные труды региональной научно-практической конференции (Казань, 18 января 2018 года)*. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 102-106.

16. Халиуллин, Ф.Х. Классификация условий эксплуатации энергетических установок машинно-тракторных агрегатов / Ф.Х. Халиуллин, Б.Г. Зиганшин // *Техника и оборудование для села*. – 2018. – № 3. – С. 27-29.

17. 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.

18. Малиев, В.Х. Новый способ гладкой вспашки / В.Х. Малиев, М.В. Данилов, В.С. Пьянов // *Вестник АПК Ставрополя*. – 2011. – № 1(1). – С. 49-53.

19. Хафизов, Р.Н. Метод расчета энергии урожая, потерянного из-за негативного воздействия движителей трактора на почву / Р.Н. Хафизов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 81-85. – DOI 10.12737/14762.

20. Первушин, В.Ф. Комбинированные пахотные агрегаты / В.Ф. Первушин // *Сельский механизатор*. – 2004. – № 9. – С. 6-7.

21. Galiev I.G. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, S. 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.

УДК 621

Мудров Александр Петрович*Кандидат технических наук, доцент**mudrov.aleks@yandex.ru**Казанский государственный аграрный университет,
Казанский национальный исследовательский технический
университет (КАИ) им. А.Н.Туполева, Казань***Гургенидзе Зураб Джемалович***Кандидат технических наук, доцент**t001ke116rus@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ПРАКТИЧЕСКОЕ УРАВНОВЕШИВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО СМЕСИТЕЛЯ

Аннотация. В статье рассматривается динамическое уравновешивание пространственного смесителя, базовым механизмом которого является пространственный четырёхзвенник Беннета с вращательными парами. Приведены два способа уравновешивания, их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: пространственный смеситель, механизм Беннета, уравновешивание, противовес, входной кривошип.

Alexander P. Mudrov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**mudrov.aleks@yandex.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan National Research Technical
University (KAI) named after A.N.Tupolev, Kazan, Russia***Zurab Dzh. Gurgeniidze***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**t001ke116rus@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

PRACTICAL BALANCING OF THE SPATIAL MIXER

Abstract. The article reviews the dynamic balancing of dimensional mixer, which is the basic mechanism of dimensional quadric Bennett with rotational pairs. There are two ways of balancing, their advantages and disadvantages.

Key words: there are the dimensional mixer, the mechanism of Bennett, the balancing counterweight, the input crank.

Уравновешивание механизмов машин является одним из важнейших вопросов в их динамике [1, 2, 3]. Правильное его решение снижает энергоёмкость машины, повышает надёжность и долговечность её [4, 5, 6]. Уравновешивание пространственного смесителя с базовым

четырёхзвенником Беннета, как и любого механизма, заключается в устранении динамического воздействия движущихся звеньев на станину [7, 8, 9]. Это воздействие приводится в общем случае к силе \bar{Q}_4 и моменту \bar{M}_4

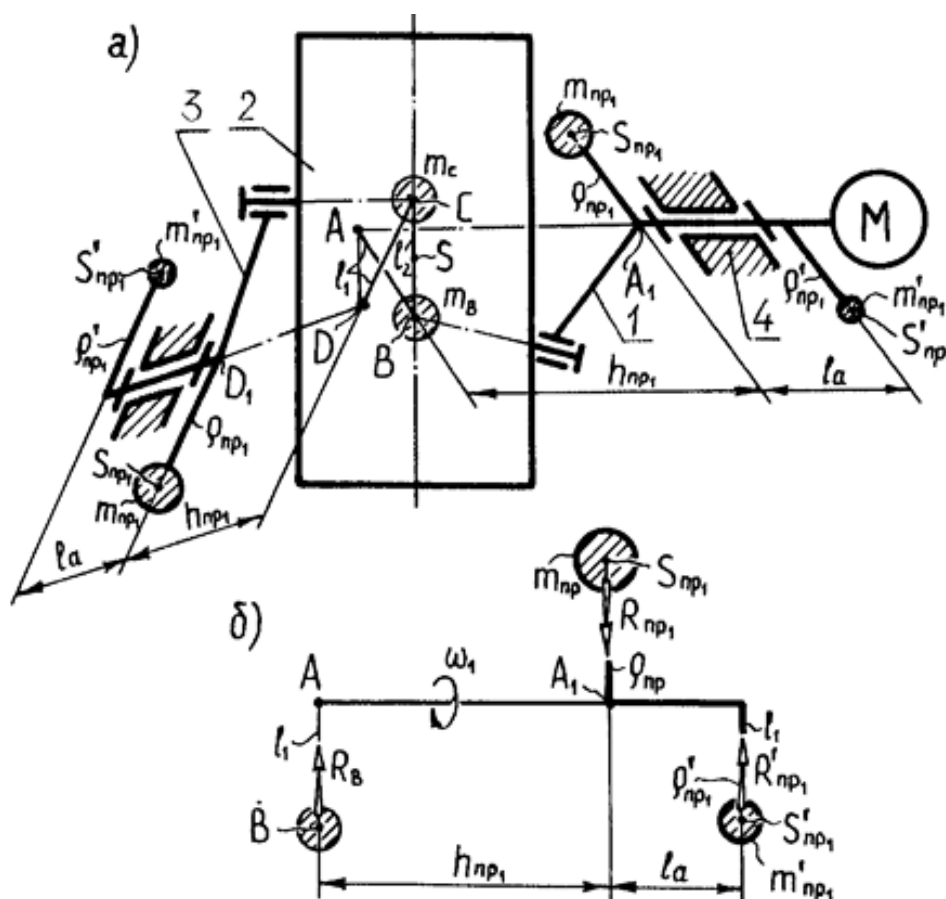
$$\bar{Q}_4 = -\sum_{i=1}^3 \bar{R}_i, \quad (1)$$

$$\bar{M}_4 = -(\sum_{i=1}^3 \bar{M}_{Ri} + \sum_{i=1}^3 \bar{M}_{iR}), \quad (2)$$

где \bar{R}_i и \bar{M}_{iR} – главный вектор и главный момент сил, приложенных к i -му подвижному звену ($i=1\dots 3$);

\bar{M}_{Ri} – момент главного вектора относительно точки приведения сил.

Механизм будет уравновешен, когда $(Q_4)^- = 0$ и $(M_4)^- = 0$. Для пространственного смесителя (схема его дана на рисунке 1а) если ось вращения каждого из двух кривошипов (входного -1 и выходного -3) совпадает с одной из главных центральных осей инерции (кривошипы уравновешены), то $(R_1)^- = (R_3)^- = 0$ и $(M_{R1})^- = (M_{R3})^- = 0$. Примем, что угловая скорость вращения входного кривошипа постоянна ($\omega_1 = \text{const}$), тогда и $M_{1R} = J_1 \cdot \varepsilon_1 = 0$.



а) схема смесителя; 1 – входной кривошип; 2 – смесительная ёмкость (барaban); 3 - выходной кривошип; 4 – стойка (станина);

б) схема уравновешивания входного кривошипа

Рисунок 1 – Схема смесителя, уравновешенного первым способом

Возьмём за точку приведения сил, действующих на механизм смесителя, центр теоретического шарнира А четырёхзвенного пространственного механизма Беннета ABCD – базового механизма смесителя. Тогда $\overline{M}_{R_2} = \overline{AS} \times \overline{R}_2$, где \overline{AS} – радиус-вектор точки S – центра масс барабана (звена 2), \overline{R}_2 – главный вектор сил, приложенных к барабану. Поскольку выходной кривошип (звено 3) вращается с переменной угловой скоростью ω_3 , то $M_{3R} = J_3 \cdot \varepsilon_3$, где J_3 – момент инерции выходного кривошипа относительно главной центральной оси инерции, совпадающей с его осью вращения, ε_3 – угловое ускорение этого кривошипа:

$$\varepsilon_3 = -\frac{\sin\varphi \sin\alpha_1 \sin\alpha_2 (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1) \omega_1^2}{(1 - \cos\alpha_1 \cos\alpha_2 - \sin\alpha_1 \sin\alpha_2 \cos\varphi)^2}. \quad (3)$$

Здесь α_1 – угол скрещивания геометрических осей шарниров кривошипов, α_2 – угол скрещивания осей цапф барабана, φ – угол поворота входного кривошипа.

Тогда выражения (1) и (2) примут следующий вид:

$$\overline{Q}_4 = -\overline{R}_2, \quad (4)$$

$$\overline{M}_4 = -[(\overline{AS} \times \overline{R}_2) + \overline{M}_{2R} + J_3 \cdot \varepsilon_3], \quad (5)$$

Если пренебречь массой кривошипов ввиду относительной её малости по сравнению с массой барабана, тогда третье слагаемое в формуле (5) равняется нулю и её можно записать так

$$\overline{M}_4 = -[(\overline{AS} \times \overline{R}_2) + \overline{M}_{2R}]. \quad (6)$$

Силу \overline{Q}_4 и момент \overline{M}_4 можно найти в проекциях на оси системы координат XYZ, жестко связанную со станиной, если спроецировать на них выражения (4) и (6):

$$Q_4^x = -R_2^x = -m \cdot a_S^x, \quad Q_4^y = -R_2^y = -m \cdot a_S^y, \quad Q_4^z = -R_2^z = -m \cdot a_S^z, \quad (7)$$

$$\begin{cases} M_4^x = -(\overline{AS} \times \overline{R}_2)_x - M_{2R}^x, \\ M_4^y = -(\overline{AS} \times \overline{R}_2)_y - M_{2R}^y, \\ M_4^z = -(\overline{AS} \times \overline{R}_2)_z - M_{2R}^z, \end{cases} \quad (8)$$

где

$$\begin{cases} (\overline{AS} \times \overline{R}_2)_x = AS^y \cdot R_2^z - AS^z \cdot R_2^y, \\ (\overline{AS} \times \overline{R}_2)_y = AS^z \cdot R_2^x - AS^x \cdot R_2^z, \\ (\overline{AS} \times \overline{R}_2)_z = AS^x \cdot R_2^y - AS^y \cdot R_2^x, \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{vmatrix} M_{2R}^x \\ M_{2R}^y \\ M_{2R}^z \end{vmatrix} = T_{C'O} \cdot \begin{vmatrix} M_{2R}^{x'} \\ M_{2R}^{y'} \\ M_{2R}^{z'} \end{vmatrix}. \quad (10)$$

Здесь m – масса барабана, a_S^x , a_S^y , a_S^z – проекции ускорения центра масс барабана, которые можно определить, продифференцировав по времени соответствующие проекции радиус-вектора центра масс (AS^x , AS^y , AS^z), высчитываемые по формулам:

$$\begin{cases} AS^x = -l_1 \sin\varphi - 0,5l_2(\cos\alpha_1 \cos\varphi \sin\gamma + \sin\varphi \cos\gamma), \\ AS^y = l_1 \cos\varphi - 0,5l_2(\cos\alpha_1 \sin\varphi \sin\gamma + \cos\varphi \cos\gamma), \\ AS^z = -0,5l_2 \sin\alpha_1 \sin\gamma, \end{cases} \quad (11)$$

где l_1 - кратчайшее расстояние между геометрическими осями шарниров кривошипов;

l_2 - кратчайшее расстояние между осями цапф барабана (см. рисунок 1,а);

γ - угол поворота выходного кривошипа (определение $\cos\gamma$, $\sin\gamma$ в зависимости от угла φ дана в литературе [7]).

В формуле (10) $T_{C'O}$ - матрица перехода от системы координат $X'_C Y'_C Z'_C$, жёстко связанной с барабаном, к неподвижной системе координат XYZ , определяется по известной методике [7].

Рассмотрим два способа практического уравнивания смесителя.

Первый способ. Масса барабана (см. рисунок 1,а) заменяется массами m_B и m_C , которые находятся из выражений

$$m_B = m \frac{CS}{BC}, m_C = m \frac{BS}{BC}, \quad (12)$$

Если $CS = BS = 0,5BC = 0,5l_2$, то $m_B = m_C = 0,5m$.

Затем каждый кривошип с отнесённой к нему сосредоточенной массой динамически уравнивается - ось вращения его совмещается с одной из главных центральных осей инерции. Это достигается путём установки двух противовесов: большого с массой $m_{\text{пр1}}$ и малого с массой $m'_{\text{пр1}}$. Центры этих масс $S_{\text{пр1}}$ и $S'_{\text{пр1}}$ расположены в одной плоскости с точкой В (С), где сосредоточена отнесённая масса m_B (m_C) барабана. Массы противовесов определяются по формулам:

$$m_{\text{пр1}} = m_B \left(\frac{l_1}{\rho_{\text{пр1}}} + \frac{l_1 h_{\text{пр1}}}{l_a \rho'_{\text{пр1}}} \right), \quad (13)$$

$$m'_{\text{пр1}} = m_B \frac{l_1 h_{\text{пр1}}}{l_a \rho'_{\text{пр1}}}, \quad (14)$$

где $\rho_{\text{пр1}}$ и $\rho'_{\text{пр1}}$ - радиусы вращения точек $S_{\text{пр1}}$ и $S'_{\text{пр1}}$ (центров масс соответственно большего и меньшего противовесов);

$h_{\text{пр1}}$ и l_a - расстояния между плоскостями вращения указанных радиусов.

После установки противовесов кривошипы действительно будут динамически уравновешены, поскольку (см. рисунок 1,б):

$$R_B = m_B \omega_1^2 l_1, \quad R_{\text{пр1}} = m_{\text{пр1}} \omega_1^2 \rho_{\text{пр1}}, \quad R'_{\text{пр1}} = m'_{\text{пр1}} \omega_1^2 \rho'_{\text{пр1}},$$

то, учитывая формулы (13) и (14), а также $\rho_{\text{пр1}} = \rho'_{\text{пр1}}$, получим:

$$\overline{R_B} + \overline{R_{\text{пр1}}} + \overline{R'_{\text{пр1}}} = 0.$$

Соответственно, и сумма моментов сил относительно любой точки кривошипа (например, точки A_1) равна нулю

$$R_B \cdot h_{\text{пр1}} - R'_{\text{пр1}} \cdot l_a = 0.$$

После уравнивания смесителя рассмотренным способом сила Q_4 станет равной нулю, а момент M_4 примет вид:

$$\overline{M}_4 = -[\Delta \overline{M}_{2R} + 2(m_c l_1^2 + m'_{\text{пр1}} \rho_{\text{пр1}}^2) \varepsilon_3], \quad (15)$$

или в проекциях на оси X, Y, Z

$$\begin{cases} M_4^x = -[\Delta M_{2R}^x - 2(m_c l_1^2 + m'_{\text{пр1}} \rho_{\text{пр1}}^2) \varepsilon_3 \sin \alpha_2], \\ M_4^y = -\Delta M_{2R}^y, \\ M_4^z = -[\Delta M_{2R}^z + 2(m_c l_1^2 + m'_{\text{пр1}} \rho_{\text{пр1}}^2) \varepsilon_3 \cos \alpha_2]. \end{cases} \quad (16)$$

Здесь

$$\begin{vmatrix} \Delta M_{2R}^x \\ \Delta M_{2R}^y \\ \Delta M_{2R}^z \end{vmatrix} = T_{C'O} \cdot \begin{vmatrix} \Delta M_{2R}^{x'} \\ \Delta M_{2R}^{y'} \\ \Delta M_{2R}^{z'} \end{vmatrix}, \quad (17)$$

где $\Delta M_{2R}^{x'}$, $\Delta M_{2R}^{y'}$ и $\Delta M_{2R}^{z'}$ - проекции «остаточного» главного момента на оси координат X'_C, Y'_C, Z'_C , вычисляемые по формулам:

$$\begin{cases} \Delta M_{2R}^{x'} = \varepsilon_2^{x'} \Delta J_2^{x'} + \omega_2^{y'} \omega_2^{z'} (\Delta J_2^{z'} - \Delta J_2^{y'}), \\ \Delta M_{2R}^{y'} = \varepsilon_2^{y'} \Delta J_2^{y'} + \omega_2^{z'} \omega_2^{x'} (\Delta J_2^{x'} - \Delta J_2^{z'}), \\ \Delta M_{2R}^{z'} = \varepsilon_2^{z'} \Delta J_2^{z'} + \omega_2^{y'} \omega_2^{x'} (\Delta J_2^{y'} - \Delta J_2^{x'}). \end{cases} \quad (18)$$

Входящие сюда погрешности в определении моментов инерции от замены барабана двумя сосредоточенными массами имеют вид:

$$\Delta J_2^{x'} = J_2^{x'} - m \cdot BS \cdot CS, \quad \Delta J_2^{y'} = J_2^{y'}, \quad \Delta J_2^{z'} = J_2^{z'} - m \cdot BS \cdot CS. \quad (20)$$

Рассмотренный способ уравнивания смесителя, путём разнесения массы барабана на два кривошипа с последующим их уравниванием, полностью устранил силу динамического воздействия на станину, оставив не уравновешенным момент. Более того, величина этого момента несколько возросла за счёт неравномерности вращения выходного кривошипа, к которому отнесена часть массы барабана. Существенное влияние на величину этого момента оказывает, как видно из формул (16), ускорение ε_3 указанного кривошипа.

Второй способ. Барабан конструируется так, чтобы центр масс его располагался в точке В – центре теоретического шарнира, связывающего барабан с входным кривошипом. Затем этот кривошип уравнивается, как и при первом способе, установкой двух противовесов (см. рисунок 2) с массами:

у большого:

$$m_{\text{пр}} = m \left(\frac{l_1}{\rho_{\text{пр1}}} + \frac{l_1 h_{\text{пр1}}}{l_a \rho'_{\text{пр1}}} \right); \quad (21)$$

у малого:

$$m'_{np} = m \frac{l_1 h_{np1}}{l_a \rho'_{np1}}. \quad (22)$$

В этом случае сила Q_4 равняется нулю, а момент M_4 определяется проекциями:

$$M_4^x = -M_{2R}^x, \quad M_4^y = -M_{2R}^y, \quad M_4^z = -M_{2R}^z, \quad (23)$$

где проекции M_{2R}^x , M_{2R}^y и M_{2R}^z главного момента M_{2R} находятся по формулам (10).

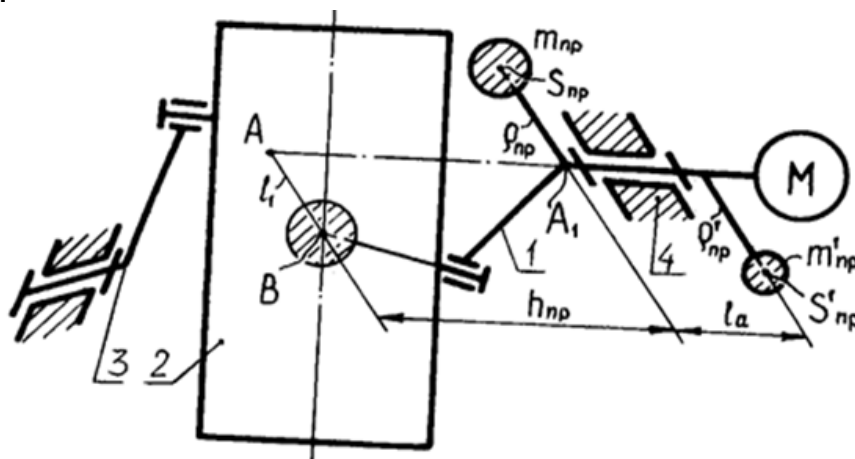


Рисунок 2 – Схема смесителя, уравновешенного вторым способом

Как видим, и в этом случае момент M_4 остается неуравновешенным, однако, проведенные расчёты показали, что его величина будет меньше, чем при уравновешивании первым способом, поэтому второй способ уравновешивания предпочтительнее [10,11,12].

Литература

1. Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов, Г.А. Тимофеев. – 7-е изд.– М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. -688 с.
2. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.
3. Салахов, И.М. Обоснование применения рабочего органа колебательного вида для обработки почвы / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Н.Ф. Вафин, Р.К. Абдрахманов // Техника и оборудование для села. – 2018. - № 3. – С. 21-23.
4. Сравнительная оценка динамических характеристик энергетических установок с газодизельным циклом на газомоторном топливе/ Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, А.В. Матяшин, Д.А. Вахрамеев // Инновации и инвестиции. - 2018. - № 11. - С. 181-185.

5. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, А.В. Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. - 2021. - № 7. - С. 170-174.

6. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

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

8. Мудров, А.П. Исследование движения сферического тренажера / А.П. Мудров, М.Р. Фаизов // Вестник Московского авиационного института. - 2019. - Т. 26. - № 1. - С. 182-191.

9. Повышение эффективности машинно-тракторного агрегата за счет перевода его энергетических установок на газодизельную систему подачи топлива / Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, З.М. Халиуллина, А.В. Матяшин // Транспорт на альтернативном топливе. - 2019. - № 1 (67). - С. 69-74.

10. Патент № 2748814 С1. Способ образования дифференциальных пространственных шарнирных механизмов : № 2020127817 : заявл. 19.08.2020 : опубл. 31.05.2021 / А.П. Мудров, Г.В.Пикмуллин ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. – 7 с.

11. Патент № 2319328 С2. Ротационный рабочий орган : № 2011140904/13 : заявл. 07.10.2011 : опубл. 20.07.2013 / Ю.И. Матяшин, А.В. Матяшин, А.З. Маликов [и др.] : заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. – 7 с.

12. Патент № 2487518 С2. Способ безотвальной обработки склоновых земель: № 2011140904/13 : заявл. 07.10.2011 : опубл. 20.07.2013 / Ю.И. Матяшин, А.Р. Валиев, А.В. Матяшин [и др.] ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ. – 8 с.

13. Вафин, Н.Ф. Порядок расчета параметров рыхлителя для безотвальной обработки почвы с ротационно-колебательными рабочими органами / Н.Ф. Вафин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2011., № 2. – С. 95-96.

14. Вафин, Н.Ф. Расчет кинематических параметров кривошипа рыхлителя с ротационно-колебательными рабочими органами / Н.Ф. Вафин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // Инновационное развитие агропромышленного комплекса. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2011.- Т. 78. Ч 2. – С. 179-183.

УДК 631.361

Гургенидзе Зураб Джемалович*Кандидат технических наук, доцент**t001ke116rus@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Мудров Александр Петрович***Кандидат технических наук, доцент**mudrov.aleks@yandex.ru**Казанский государственный аграрный университет,
Казанский национальный исследовательский технический
университет (КАИ) им. А.Н.Туполева, Казань*

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ЧАСТИЦЫ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА В ДИСКОВОЙ ШЛИФОВАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Аннотация. В статье рассматривается кинематика частицы обрабатываемого материала - семян сахарной свеклы, в рабочей зоне дисковой шлифовальной установки. Получены аналитические зависимости, которые можно использовать для составления математической модели установки, расчёта её конструкции. Аналитические зависимости приведены также в графической форме. Проведён их анализ.

Ключевые слова: кинематика частицы, дисковая шлифовальная установка, кривошип, показатель кинематического режима.

Zurab Dzh. Gurgenidze*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**t001ke116rus@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Alexander P. Mudrov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**mudrov.aleks@yandex.ru**Kazan State Agrarian University,**Kazan National Research Technical University (KAI)**named after A.N.Tupolev, Kazan, Russia*

INVESTIGATION OF THE KINEMATICS OF A PARTICLE OF THE PROCESSED MATERIAL IN A DISC GRINDING MACHINE

Abstract. The article considers the kinematics of a particle of the processed material - sugar beet seeds, in the working area of a disk grinding machine. Analytical dependencies have been obtained that can be used to compile a mathematical model of the installation and calculate its design.

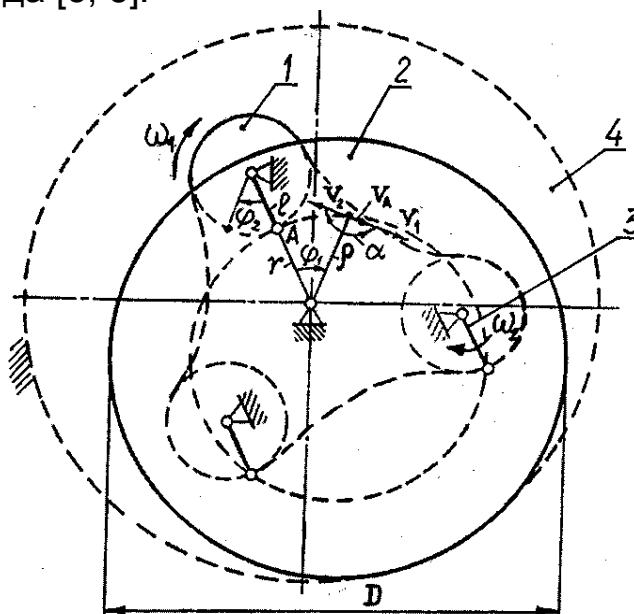
Analytical dependencies are also given in graphical form. Their analysis was carried out.

Keywords: particle kinematics, disc grinder, crank, kinematic mode index.

Исследование кинематики частицы обрабатываемого материала в рабочей зоне (междисковом пространстве) проводилось с целью определения оптимальных кинематических и геометрических параметров разновидности дисковой шлифовальной установки, у которой верхний диск установлен неподвижно, а нижний совершает параллельно ему сложное движение [1, 2, 3]. Это движение складывается из кругового плоскопараллельного движения диска 2 относительно крестовины 1, создаваемого тремя параллельными кривошипами одинаковой длины ℓ , вращающимися с угловой скоростью ω_2 , и вращательного движения с угловой скоростью ω_1 самой крестовины, в которой шарнирно установлены кривошипы (рисунок 1) [4]. Для характеристики движения диска 2 использован показатель кинематического режима

$$\lambda = \varphi_2 / \varphi_1 = \omega_2 / \omega_1, \quad (1)$$

где φ_1, φ_2 и ω_1, ω_2 - углы поворота и угловые скорости нижнего диска и кривошипов привода [5, 6].



1- крестовина; 2- нижний диск; 3- кривошип; 4- неподвижный верхний диск;
 φ_1, φ_2 и ω_1, ω_2 - углы поворота и угловые скорости соответственно нижнего диска и кривошипов привода; ℓ - длина кривошипа; r, ρ - относительный и абсолютный радиусы-векторы частицы - точки А;

V_1, V_2, V_A - переносная, относительная и абсолютная скорости частицы

Рисунок 1 – К исследованию кинематики точки А (семени свёклы) для кинематического режима $\lambda = 1$

Рассмотрим движение частицы обрабатываемого материала, обозначив её точкой А. Частица - точка А - расположена на поверхности

диска 2 на расстоянии r от неподвижной оси вращения крестовины 1, или оси неподвижного диска 4 (рисунки 1 – 3). В результате сложения указанных выше движений диска и крестовины точка А будет совершать относительно неподвижного диска движение (абсолютное движение) по определённой траектории, зависящее от показателя λ кинематического режима. При величине $\lambda = 1$, т.е. когда $\omega_2 = \omega_1$ точка А движется по окружности, центр которой смещён от оси неподвижного диска на расстояние $h = r \cos \varphi_1 - l \cos \varphi_2$, имея в абсолютном движении радиус-вектор ρ , определяемый выражением (рисунок 1) [7]:

$$\rho = -l \cos \varphi_1 + \sqrt{l^2 (\cos^2 \varphi_1 - 1) + (r + l)^2}, \quad (2)$$

где φ_1 - угол поворота диска;

l - длина кривошипов;

r - расстояние рассматриваемой частицы от оси неподвижного диска.

Если величина $\lambda = 0,5$, т.е. при $\omega_2 = \omega_1 / 2$, рассматриваемая точка совершает движение по более сложной траектории (рисунок 2) и численное значение радиуса-вектора ρ определяется формулой [8]:

$$\rho = r + l(1 - \cos \varphi_2) = r + l \left(1 - \cos \frac{\varphi_1}{2}\right). \quad (3)$$

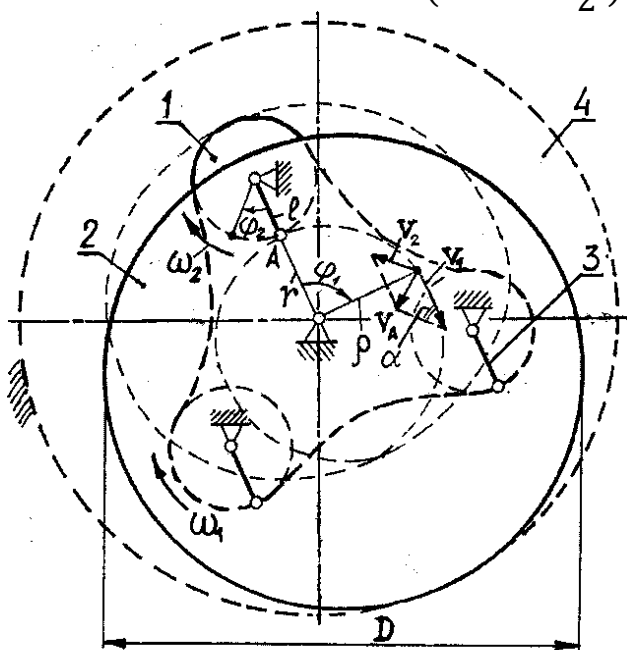


Рисунок 2 – К исследованию кинематики точки А для кинематического режима $\lambda = 0,5$

При величине показателя $\lambda = 2$, т.е. при $\omega_2 = 2 \omega_1$ траектория исследуемой точки представляет собой эллиптическую лемнискату (рисунок 3).

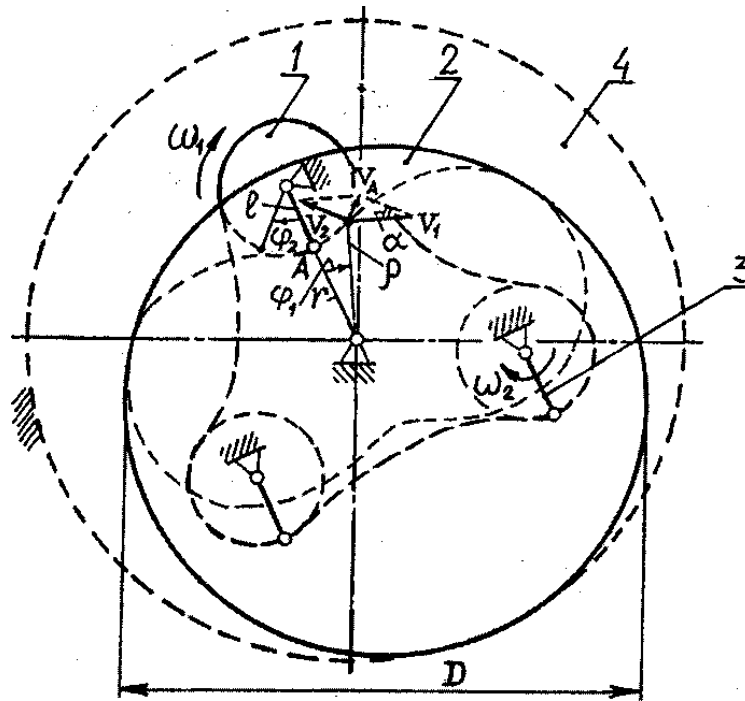


Рисунок 3 – К исследованию кинематики точки А для кинематического режима $\lambda = 2$

С учётом уравнения лемнискаты в полярных координатах выражение для определения радиуса-вектора точки А запишется в следующем виде:

$$\rho = \sqrt{r^2 + 4\ell \sin^2 \varphi (r + \ell)} . \quad (4)$$

Рассматриваемая частица А во всех указанных выше кинематических режимах, двигаясь вместе с нижним диском вокруг неподвижной оси вращения крестовины со скоростью $V_1 = \omega_1 \rho$, совершает одновременно круговое поступательное движение со скоростью $V_2 = \omega_2 \ell$. Абсолютная скорость точки А определяется на основании теоремы косинусов

$$V_A = \sqrt{\omega_1^2 \rho^2 + \omega_2^2 \ell^2 - 2\omega_1 \omega_2 \rho \ell \cos \alpha} , \quad (5)$$

где α - угол между векторами скоростей V_1 и V_2 .

Принимая во внимание показатель кинематического режима, имеем:

$$V_A = \omega_1 \sqrt{\rho^2 + \lambda^2 \ell^2 - 2\lambda \rho \ell \cos \alpha} . \quad (6)$$

Для кинематического режима $\lambda = 1$ указанный выше угол $\alpha = 180^\circ$ (рисунок 1). После подстановки в уравнение (5) значения ρ из выражения (2) и преобразования имеем:

$$V_A = \omega_1 \sqrt{4\ell^2 \cos^2 \varphi_1 + (r + \ell)^2 - 2\ell (\cos \varphi_1 + \cos \alpha) \sqrt{\ell^2 (\cos^2 \varphi_1 - 1) + (r + \ell)^2}} \quad (7)$$

Когда показатель $\lambda = 0,5$, угол $\alpha = (\varphi_1 - \varphi_2) = \varphi_1 / 2$. Подставив в выражение (5) значения ρ из формулы (3) и объединяя однородные

члены, получим зависимость для определения величины абсолютной скорости исследуемой частицы:

$$V_A = \omega_1 \sqrt{r^2 + 0,25\ell^2 - \ell r \cos \frac{\varphi_1}{2} + \ell(1 - \cos \frac{\varphi_1}{2}) \sqrt{r + \ell(1 - \cos \frac{\varphi_1}{2}) - \ell \cos \frac{\varphi_1}{2}}. \quad (8)$$

Для третьего кинематического режима ($\lambda = 2$, угол $\alpha = (\varphi_2 - \varphi_1) = \varphi_1$) подстановкой в уравнение (5) значения ρ из зависимости (4) и ряда упрощений, окончательно получим выражение для определения V_A

$$V_A = \omega_1 \sqrt{r^2 + 4\ell \sin^2 \varphi_1 (r + \ell) + \ell - \cos \varphi_1 \sqrt{r^2 + 4\ell \sin^2 \varphi_1 (r + \ell)}}. \quad (9)$$

Рассмотрим определение абсолютной скорости точки А при каждом кинематическом режиме для конкретных значений геометрических параметров: $D = 480$ мм, $\ell = 55$ мм, $\omega_1 = 21$ с⁻¹, $r = 130$ мм. Проведя расчёты с использованием формул (6-8) за один оборот крестовины (угол $\varphi_1 = 0 \dots 360^\circ$), получим результаты в виде графиков $V_A = f(\varphi_1)$ (рисунок 4).

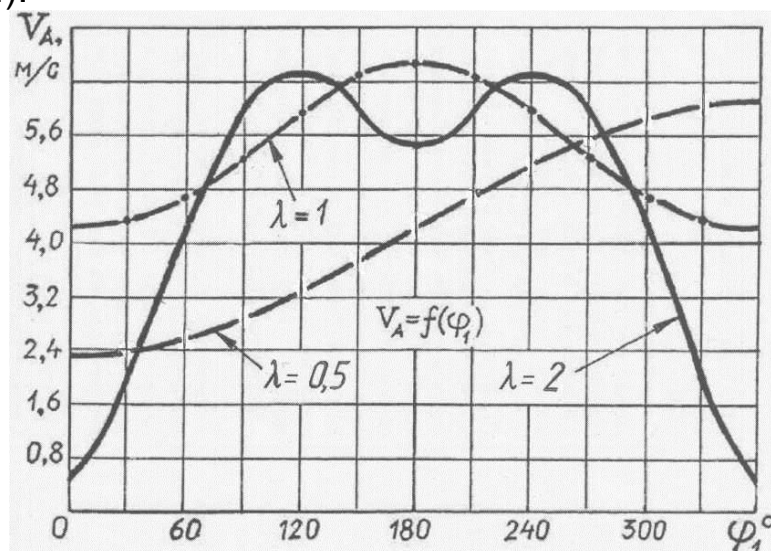


Рисунок 4 – Графики абсолютной скорости V_A движения частицы при различных значениях показателя кинематического режима λ

Анализ полученных графиков позволяет сказать, что при угловой скорости вращения кривошипов меньшей угловой скорости нижнего диска ($\lambda = 0,5$), а также в случае вращения кривошипов и нижнего диска с одинаковыми угловыми скоростями ($\lambda = 1$) характер изменения абсолютной скорости частицы плавный, с достижением пикового значения при $\varphi_1 = 180^\circ$ только для второго кинематического режима. Поэтому частицы материала при обработке, перемещаясь со слабым вращением вокруг своих центров масс между дисками по достаточно простым траекториям, подвергаются не достаточно качественной шлифовке [9, 10, 11].

Если угловая скорость кривошипов больше угловой скорости нижнего диска ($\lambda = 2$), то абсолютная скорость частицы изменяется более резко и динамично, достигая пикового значения дважды за один оборот крестовины при $\varphi_1 = 120^\circ$ и $\varphi_1 = 240^\circ$. Это способствует возникновению достаточно значительных ускорений, что вкупе со сложной траекторией ведёт к повышению интенсивности обработки семенного материала [12, 13, 14]. Этот вывод согласуется с исследованиями и других авторов [15, 16, 17].

Литература

1. Патент № 162270 U1. Дисковое устройство для шлифования семян сахарной свёклы: № 2015153964/13 : заявл. 15.12.2015: опубл. 10.06.2016 / З.Д. Гургенидзе, И.И. Алиакберов, С.М. Яхин; заявитель, патентоуладатель Гургенидзе Зураб Джемалович, Алиакберов Ильфат Ирфанович, Яхин Сергей Мирбатович. – 12 с.
2. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.
3. 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 // 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. 00143.
4. Патент № 155837 U1. Устройство для шлифования семян: № 2015115333/13: заявл. 23.04.2015: опубл. 20.10.2015 / И.И. Алиакберов, З.Д. Гургенидзе, С.М. Яхин; заявитель, патентоуладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ. – 6 с.
5. Гургенидзе, З.Д. Обоснование параметров и разработка конструкции дисковой установки для шлифования семян сахарной свеклы: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.20.01 / Гургенидзе Зураб Джемалович. - Казань, 2019. - 144 с.
6. 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.
7. Бакельман, И.Я. Аналитическая геометрия и линейная алгебра / И.Я. Бакельман. – М.: Просвещение, 1976. – 288 с.
8. Корн, Т. Справочник по математике. Для научных работников и инженеров / Т. Корн. – М.: Наука, 1977. – 831 с

9. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 65-69.

10. Салахов, И.М. Обоснование применения рабочего органа колебательного вида для обработки почвы / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Н.Ф. Вафин, Р.К. Абдрахманов // Техника и оборудование для села. – 2018. - № 3. – С. 21-23.

11. Сравнительная оценка динамических характеристик энергетических установок с газодизельным циклом на газомоторном топливе/ Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, А.В. Матяшин, Д.А. Вахрамеев // Инновации и инвестиции. - 2018. - № 11. - С. 181-185.

12. Повышение эффективности машинно-тракторного агрегата за счет перевода его энергетических установок на газодизельную систему подачи топлива / Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, З.М. Халиуллина, А.В. Матяшин // Транспорт на альтернативном топливе. - 2019. - № 1 (67). - С. 69-74.

13. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, А.В. Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. - 2021. - № 7. - С. 170-174.

14. 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.

15. 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.

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

17. Старостин, И.А. Разработка дискового шлифовального устройства для предпосевной подготовки семян сахарной свёклы: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.20.01 / И.А. Старостин. – Пенза: ПГСХА, 2015. – 155с.

УДК 536.25

Ибятюв Равиль Ибрагимович
Доктор технических наук, профессор
r.ibjatov@mail.ru

Галеев Дамир Миннурович
Аспирант

damirgaleev97@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

К РАСЧЕТУ ЖИДКОСТНЫХ СЕПАРАТОРОВ С ПАРАБОЛИЧЕСКИМИ ТАРЕЛКАМИ

Аннотация. Обсуждаются методы математического моделирования гидродинамики потока неоднородных сред в жидкостных тарельчатых сепараторах. Рассматривается геометрия сепаратора с параболическими тарелками. Приводится алгоритм расчета координат, радиуса вращения и толщины межтарелочного зазора для произвольной точки.

Ключевые слова: разделение неоднородных сред, жидкостные сепараторы, параболическая тарелка, толщина межтарелочного зазора.

Ravil I. Ibyatov

Doctor of technics sciences, professor
r.ibjatov@mail.ru

Damir M. Galeev

Postgraduate student
damirgaleev97@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

TO CALCULATION OF LIQUID SEPARATORS WITH PARABOLIC PLATES

Abstract. Methods of mathematical modeling of hydrodynamics of flow of inhomogeneous media in liquid disc separators are discussed. The geometry of the separator with parabolic trays is considered. An algorithm for calculating the coordinates, radius of rotation and thickness of the inter-plate gap for an arbitrary point is given.

Keywords: separation of inhomogeneous media, liquid separators, parabolic plate, inter-plate gap thickness.

В различных отраслях пищевой промышленности, в том числе в производстве молочных продуктов, важнейшим элементом технологической цепочки является процессы разделения или осветления неоднородных сред. Эти процессы реализуются с помощью

аппаратов с различными принципами действия. Условно можно выделить три группы аппаратов: фильтры [1-4], отстойники [5-8] и аппараты центробежного типа [9-13]. Среди аппаратов центробежного действия достойное место занимают жидкостные тарельчатые сепараторы [14-16].

В жидкостных сепараторах рабочее пространство делится, с помощью пакета тарелок, на тонкие слои. При этом удается обеспечить ламинарный режим течения и уменьшить путь осаждения частиц. Параллельность конических поверхностей обеспечивается радиальными направляющими ребрами. Из-за наличия направляющих ребра угловая скорость жидкости практически равна угловой скорости тарелки [14]. Вместо конических тарелок иногда применяют тарелки параболической формы [17].

Проектирование и эксплуатация жидкостных тарельчатых сепараторов, обеспечивающих технологическую и экономическую эффективность, возможны только при наличии математических моделей гидродинамики потока и движения дисперсных частиц [18]. Можно выделить два подхода, которые применяются при математическом моделировании процесса разделения в жидкостном тарельчатом сепараторе. В первом подходе решаются уравнения Навье-Стокса для потока вязкой жидкости:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \bar{\nabla}(\rho \bar{V}) = 0,$$

$$\rho \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} + \rho(\bar{V} \cdot \bar{\nabla})\bar{V} = -\bar{\nabla}P + \bar{\nabla} \tau + \rho \bar{F}.$$

Далее, по известной гидродинамике потока, вычисляется траектория движения дисперсных частиц.

Однако модель однородной жидкости лишь приближенно описывает процесс разделения. Для описания движения неоднородных сред успешно применяются уравнения механики гетерогенных сред. Согласно результатам работы [19] уравнения механики гетерогенных сред в многофазном случае имеют вид

$$\frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \bar{\nabla}(\rho_1 \bar{V}_1) = 0,$$

$$\rho_1 \frac{\partial \bar{V}_1}{\partial t} + \rho_1(\bar{V}_1 \cdot \bar{\nabla})\bar{V}_1 = -\alpha_1 \bar{\nabla}P + \bar{\nabla} \tau_1 - \sum_{j=2}^{\theta} \bar{F}_{j1} + \rho_1 \bar{F}_1,$$

$$\frac{\partial \rho_i}{\partial t} + \bar{\nabla}(\rho_i \bar{V}_i) = 0, \tag{1}$$

$$\rho_i \frac{\partial \bar{V}_i}{\partial t} + \rho_i(\bar{V}_i \cdot \bar{\nabla})\bar{V}_i = -\alpha_i \bar{\nabla}P + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^{\theta} \bar{F}_{ji} + \rho_i \bar{F}_i. \tag{2}$$

Здесь $\sum_{j=1}^{\theta} \alpha_j = 1$, α_i - концентрация i - ой фазы, ρ_i - плотность i - ой фазы, \bar{F}_{ji} - сила межфазного взаимодействия. Первые две уравнения описывают движение сплошной среды. Уравнения (1)-(2) записываются для каждой дисперсной фазы потока по отдельности $i = \overline{2, \theta}$. Эти уравнения были использованы в работах [20-22] при расчете процессов разделения суспензий в центробежных аппаратах.

Решение полных уравнений гидродинамики вызывает большие трудности. Разными авторами были предложены различные подходы к упрощению математических моделей. Учет тонкослойности потока в межтарелочном зазоре позволило перейти к моделям, близким к одномерным течениям. Математическая модель существенно упрощается, если усреднить инерционные слагаемые по толщине межтарелочного зазора. Полученные математические модели решаются численными методами [15, 23-27]. В работах [10-13, 20, 21] для решения уравнений механики гетерогенных сред был развит метод поверхностей равных расходов.

Несмотря на большое количество работ, посвященных исследованию гидродинамики жидкостных тарельчатых сепараторов, данная проблема остается актуальной. Недостаточно изученным остаются гидродинамика и процессы разделения в сепараторах с параболическими тарелками. Межтарелочный зазор в подобных сепараторах имеет переменную толщину и меняющийся угол наклона относительно оси вращения.

Рассмотрим межтарелочное пространство, которое образовано двумя параболоидами вращения (рисунок 1). Пусть параболоиды вращения заданы уравнениями

$$\begin{aligned} z &= ar^2, \\ z &= ar^2 + \varepsilon. \end{aligned} \quad (3)$$

В ортогональной системе координат (x, y, φ) , продольная координата при заданном радиусе r определяется длиной дуги и вычисляется по формуле:

$$x = \int_0^r \sqrt{1 + (dz/dr)^2} dr.$$

После вычисления определенного интеграла с учетом уравнений (3) получаем

$$x = \frac{r}{2} \sqrt{1 + 4a^2 r^2} + \frac{1}{4a} \ln \left(r + \frac{\sqrt{1 + 4a^2 r^2}}{2a} \right) + \frac{1}{4a} \ln(2a). \quad (4)$$

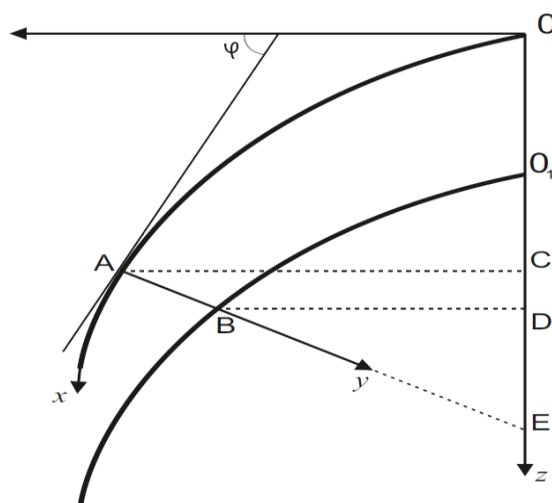


Рисунок 1 - К определению толщины межтарелочного зазора

Толщина межтарелочного зазора h является переменной величиной. Построим алгоритм ее расчета для произвольной точки x_A , находящиеся на верхней тарелке. Пусть отрезок $AB = d$ является кратчайшим расстоянием от точки x_A до нижней тарелки (рисунок 1). В цилиндрической системе координат (r, z) расстояние между точками $A(r_A, z_A)$ и $B(r, z)$ равно

$$d = \sqrt{(r - r_A)^2 + (ar^2 + \varepsilon - ar_A^2)^2}. \quad (5)$$

Для обеспечения минимального расстояния потребуем выполнения условия $d'_r = 0$. Тогда, после несложных преобразований получим алгебраическое уравнение:

$$2a^2r^3 + (1 + 2a\varepsilon - 2a^2r_A^2)r - r_A = 0. \quad (6)$$

Полученное уравнение позволяет вычислить радиус искомой точки $r_B = r$ на нижней тарелке, соответствующей кратчайшему расстоянию до точки A .

Итак, алгоритм расчета толщины межтарелочного зазора и значения координат текущей точки в потоке следующий:

1. Для расчетной точки верхней тарелки x из уравнения (4) находится ее расстояние r_A до оси вращения.
2. Из уравнения (6) определяется радиус $r_B = r$.
3. По известным двум радиусам, с помощью формулы (5) вычисляется толщина межтарелочного зазора.
4. Для произвольной точки потока в межтарелочном зазоре (x, y) вычисляется радиус вращения $r = r_A - y \cos \beta$ [28].

Литература

1. Жужиков, В.А. Фильтрование: Теория и практика разделения суспензий / В.А. Жужиков. - М.: Химия, 1980. – 400 с.

2. Mathematical modeling of the flow of a multiphase heterogeneous medium in a permeable tube / Ibyatov R.I., Akhmadiev F.G., Kholpanov L.P., Bekbulatov I.G. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. - 2005. - Т. 39. - № 5. - С. 503-511.

3. Mathematical modeling of the flow of a multiphase heterogeneous medium in a permeable channel | Ibyatov R.I., Akhmadiev F.G., Kholpanov L.P., Bekbulatov I.G. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. - 2007. - Т. 41. - № 5. - С. 490-499.

4. Ибяттов, Р.И. Математическое моделирование закрученного неизотермического течения двухфазных сред по пористым поверхностям // Теоретические основы химической технологии. - 2017. - Т. 51. - № 6. - С. 649-658.

5. Разделение суспензий в химической промышленности / Т.А. Малиновская, И.А. Кобринский, О.С. Кирсанов, В.В. Рейнфарт. – М.: Химия, 1983. – 264 с.

6. Calculation of flow of heterogeneous media of non-newtonian behavior on permeable surfaces / Ibyatov R.I., Kholpanov L.P., Akhmadiev F.G., Fazylzyanov R.R. // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2003. Т. 76. № 6. С. 1289-1299.

7. Ibyatov R.I. Flow of a multiphase medium over a permeable surface with formation of sediment / Ibyatov R.I., Akhmadiev F.G., Kholpanov L.P. // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. - 2005. - Т. 78. - № 2. - С. 272-280.

8. 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.

9. Шкоропад, Д.Е. Центрифуги и сепараторы для химических производств / Д.Е. Шкоропад, О.П. Новиков. – М.: Химия, 1987. – 256 с.

10. Kholpanov, L.P. Simulation of the hydrodynamics of multiphase heterogeneous media in a centrifugal field / Kholpanov L.P., Ibyatov R.I. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. - 2009. - Т. 43. - № 5. - С. 629-641.

11. Ibyatov R.I. Mathematical simulation of a twisted flow in a cylindrical-conical hydrocyclone / Ibyatov R.I., Murtazin T.Sh., Kholpanov L.P. // Heat Transfer Research. - 2010. - Т. 41. - № 1. - С. 41-57.

12. Математическое моделирование течения гетерогенных сред по вращающимся пористым поверхностям / Р.И. Ибяттов, Л.П. Холпанов, Ф.Г. Ахмадиев, Р.Р. Фазылзянов // Теоретические основы химической технологии. - 2003. - Т. 37. - № 5. - С. 479-492.

13. Kholpanov, L.P. Calculation of the hydrodynamics of multiphase heterogeneous media in a centrifugal field / Kholpanov L.P., Ibyatov R.I. // Heat Transfer Research. - 2006. - Т. 37. - № 4. - С. 307-320.

14. Романков, П.Г. Жидкостные сепараторы / П.Г. Романков, С.А. Плюшкин. – Л.: Машиностроение, 1976. – 256 с.

15. Карпычев, В.А. Гидромеханические процессы тонкослойной обработки молочных продуктов. Обоснование и математическое моделирование / В.А. Карпычев, Е.В. Семенов. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1982. – 240 с.

16. Торосян, Д.С. Основы теории и метода расчета процессов сепарирования в мясной и молочной промышленности / Д.С. Торосян. - М.: Агропромиздат, 1986. – 128 с.

17. Семенов, Е.В. Особенности процесса центробежного разделения жидкостной системы в сепараторе со вставками двойной кривизны / Е.В. Семенов, А.А. Славянский, Н.Н. Лебедева // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2019. - № 3. - С. 3-7.

18. Гольдин, А.М. Гидродинамические основы процессов тонкослойного сепарирования / А.М. Гольдин, В.А. Карамзин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 264 с.

19. Нигматулин, Р.И. Динамика многофазных сред. Ч. I. / Р.И. Нигматулин. - М.: Наука, 1987. – 464 с.

20. Ибяттов Р.И. Методы расчета гидромеханических процессов при фильтровании и центрифугировании суспензий: дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук : 05.17.08 / Ибяттов Равиль Ибрагимович. - Казань, 2005. – 340 с.

21. Ибяттов, Р.И. Об аппроксимации скорости асимметричного потока в межтарелочном пространстве сепаратора / Р.И. Ибяттов // Вестник Казанского ГАУ. - 2013. - № 4 (30). - С. 61 - 64.

22. Ахмадиев, Ф.Г. Новый метод расчета центробежных сепараторов / Ф.Г. Ахмадиев, И.Н. Дорохов, В.В. Кафаров // Докл. АН СССР, 1984. - Т. 274. - № 5. - С. 1156-1159.

23. Гольдин, Е.М. Нелинейный гидродинамический поток между тарелками сепаратора (метод итераций) / Е.М. Гольдин, В.А. Карамзин, Г.Д. Новиков // Труды ВНИЭКИпродмаш. - 1976. - № 46. - С. 25-31.

24. Семенов, Е.В. О сходящемся ламинарном потоке жидкости между двумя вращающимися дисками / Е.В. Семенов // Прикладная механика и техническая физика. - 2001. - № 2. - С. 71-83.

25. Перелыгин, О.А. Совершенствование технологии синтеза полисилоксанов на основе моделирования процесса центробежного сепарирования эмульсий: дис. на соиск. докт. техн. наук : 05.17.08 / Перелыгин Олег Андреевич. - Казань, 1997. – 272 с.

26. Гольдин, Е.М. Исследование нелинейных осесимметричных потоков между тарелками сепаратора методом малого параметра / Е.М. Гольдин, В.А. Карамзин // Труды ВНИЭКИпродмаш. - 1976. - № 46. - С. 32-44.

27. Математическое моделирование процесса сепарирования полидисперсных систем / А.Н. Саламатин, И.И. Поникаров,

О.А. Перелыгин, Ф.А. Байгузин // Теоретические основы химической технологии. - 2002. - Т. 36. - № 5. - С. 529-532.

28. Ибяттов Р.И. Расчет гидродинамики неньютоновского потока в осесимметричной вращающейся щели переменной толщины / Р.И. Ибяттов // Сборник трудов Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-33». - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2020. - Т. 6. - С. 3-7.

УДК 531.62

Рахматуллина Резида Гайфулловна
Кандидат физико-математических наук, доцент
rachmatrg@mail.ru

Зиннатуллина Алсу Наилевна
Кандидат технических наук, доцент;
zinnatullina-alsu@mail.ru

Исхаков Ильвир Айдарович
Студент
Iskhakov.29@inbox.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ МАХОВИКА

Аннотация. В данной работе особое внимание уделяется получению расчетной формулы момента инерции твердого тела (маховика) с помощью закона сохранения энергии. Для этого мысленно разбили все твердое тело на множество частиц малой массы Δm_i . Были использованы угловые кинематические характеристики с моментом действующих сил, форму связи линейной и угловой скорости. Также определили работу перемещения какой-либо малой частицы тела, а затем просуммировали эти значения работы.

Ключевые слова: момент инерции, маховик, закон сохранения энергии, кинетическая энергия, работа.

Rezeda G. Rakhmatullina

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
rachmatrg@mail.ru

Alsu N. Zinnatullina

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
zinnatullina-alsu@mail.ru

Ilvir A. Iskhakov

Student
Iskhakov.29@inbox.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

DETERMINATION OF THE MOMENT OF INERTIA OF THE FLYWHEEL

Abstract. In this paper, special attention is paid to obtaining the calculation formula of the moment of inertia of a solid body (flywheel) using the law of conservation of energy. To do this, we mentally split the entire solid body into many particles of low mass Δm_i . Angular kinematic characteristics with the moment of acting forces, the form of connection of linear and angular

velocity were used. We also determined the work of moving some small particle of the body, and then summed up these work values.

Keywords: moment of inertia, flywheel, law of conservation of energy, kinetic energy, work.

Механика это часть физики, в которой рассматриваются механические движения и причины, изменяющие это движения.

Простейшими и весьма распространенными движениями твердого тела являются поступательное и вращательное движения. Примерами вращательного движения являются: движение земли вокруг свое оси, движение маховых колёс и шкивов, движение обтачиваемого материала на токарных станках и т.д. [1-7].

В данной работе рассматриваем поступательное движение маховика. При таком виде движения, все точки имеют одинаковую скорость.

Формула для кинетической энергии будет равна:

$$E = \frac{1}{2}mv^2,$$

где v – скорость тела, m – масса тела.

Следующим видом движения твёрдого тела является вращательное движение тела по окружности (рисунок 1).

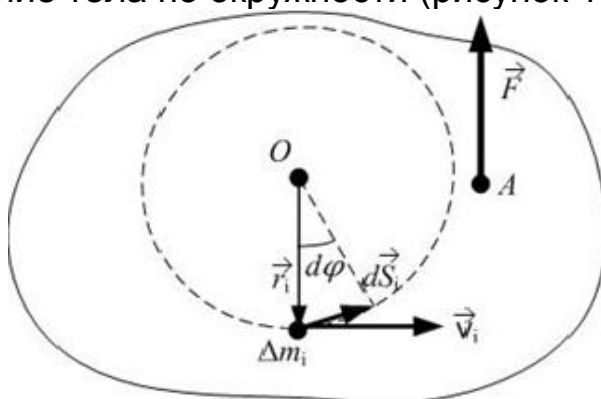


Рисунок 1 - Твердое тело, которое совершает вращательное движение

Определим кинетическую энергию маховика, при движении его элементарных частей. Обратимся к рисунку 1. Пусть на точку A приложена внешняя сила F . Разобьем мысленно твердое тело на малые элементарные участки. При вращении твердого тела, точки или различные малые участки тела будут описывать окружность [8-9].

Введём основные величины, характеризующие вращательное движение. Массу элементарных участков обозначим - Δm_i , а радиус от рассматриваемой точки до центра окружности – r_i .

Пусть при вращении тела одна из его точек за время dt повернется на угол $d\varphi$. При этом путь будет равен $dS_i = r_i \cdot d\varphi$. Если путь разделить

на время, то можем получить формулы для линейной скорости v и угловой скорости ω . Для всех точек тела угловая скорость числена равна углу поворота в единицу времени. Запишем связь этих характерных величин для i -того элементарного участка:

$$v_i = r_i \cdot \omega.$$

Полную кинетическую энергию тела мы найдем, если сложим энергии, всех элементарных участков то есть:

$$E_{кин.} = \frac{1}{2} \Delta m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} \Delta m_2 v_2^2 + \dots = \frac{1}{2} \omega^2 (\Delta m_1 \cdot r_1^2 + \Delta m_2 \cdot r_2^2 + \dots), \quad (1)$$

где выражение в скобках называется моментом инерции [10-15].

Для сплошных твердых тел, чтобы найти момент инерции нужно его разделить на множество бесконечно малых частей. Суммирование из формулы (1) нужно заменить интегрированием:

$$I = \int r^2 dm,$$

где dm масса твердого тела и равна произведению плотности тела на его объём.

Также вычисление момента инерции сводится к тройному интегралу по координатам. Вычисление тройных интегралов приводит к сложному решению задачи. Поэтому момент инерции для сложных формы твердых тел проще определить экспериментально [16].

Для твердых тел правильной геометрической формы (шар, цилиндр, диск, стержень) определить момент инерции достаточно просто. Для таких твердых тел кинетическую энергию вращающегося тела можно найти по следующей формуле:

$$E_{вр} = \frac{I \cdot \omega^2}{2}.$$

Это выражение похоже на выражение для энергии поступательного движения. Единственное отличие в том, что вместо скорости v стоит угловая скорость ω , а вместо массы m – момент инерции I . Так что при вращении момент инерции играет роль, аналогичную массе при поступательном движении [17-18].

Запишем формулу для кинетической энергии твердого тела, которое катится без скольжения по наклонной плоскости:

$$E_{кин} = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}. \quad (3)$$

Из формулы (3) видно, что кинетическая энергия состоит из суммы энергий поступательного и вращательного движений.

Целью работы является получение расчетной формулы момента инерции твёрдого тела с помощью закона сохранения энергии.

В данной работе используется именно этот закон, который имеет следующий вид:

$$\Delta E = \Delta E_{\text{кин}} + \Delta E_{\text{пот}} = \Delta A, \quad (4)$$

где $\Delta E_{\text{кин}}$ - кинетическая энергия твердого тела;
 $\Delta E_{\text{пот}}$ - потенциальная энергия твердого тела;
 ΔA - работа.

Тогда формула для работы $A = F \cdot S$, при поступательном движении, можно переписать для вращательного движения в виде:

$$A = M \cdot \varphi.$$

Схема установки для определения момента инерции представлена на рисунке 2.

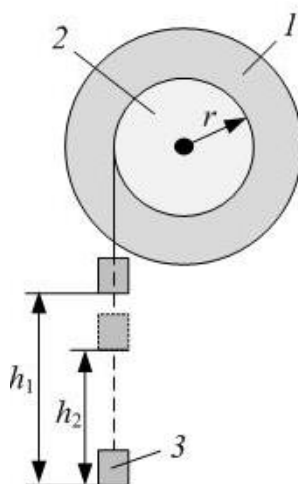


Рисунок 2 - Схема установки

Имеется маховик (1) радиусом r имеет шкив (2). На шкив намотана нить, к которой прикреплен груз (3). Высота поднятия груза h_1 над основанием отсчитывается по линейке. Время опускания груза измеряется секундомером.

Если груз начинает двигаться от верхней точки до самой нижней, то закон сохранения энергии примет вид:

$$mgh_1 = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + M_{\text{тр}} \cdot \Delta\varphi_1, \quad (5)$$

где mgh_1 – потенциальная энергия груза;

$\frac{mv^2}{2}$ - кинетическая энергия груза;

$\frac{J\omega^2}{2}$ – кинетическая энергия маховика груза;

$M \cdot \Delta\varphi_1$ – работа при повороте маховика на угол $\Delta\varphi_1$ за время падения груза с высоты h_1 [19-20].

Запишем формулу для угла поворота:

$$\Delta\varphi_1 = \frac{h_1}{r}. \quad (6)$$

Так как груз движется равноускоренно, то скорость груза в конце движения можно найти из уравнения:

$$h_1 = \frac{v}{2} \cdot t, v = \frac{2h_1}{t}. \quad (7)$$

Используя формулу угловой скорости маховика, сможем написать:

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2h_1}{t \cdot r}. \quad (8)$$

Момент сил трения M_{mp} можно найти следующим образом. После того, как груз достигнет нижней точки, маховик, вращаясь по инерции, поднимет груз на новую высоту h_2 , которая меньше h_1 . Изменение потенциальной энергии груза равно работе против момента сил трения равно:

$$mgh_1 - mgh_2 = M_{mp} \cdot \Delta\varphi, \quad (9)$$

где $\Delta\varphi = \frac{h_1 + h_2}{r}$ – угол поворота маховика за время прохождения грузом пути $h_1 + h_2$.

Отсюда момент силы трения в опорах равен:

$$M_{mp} = mg \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \cdot r. \quad (10)$$

Таким образом, если подставить в выражение, закона сохранения энергии, значения угла поворота, скорости, угловой скорости и момента силы трения, проделав математические преобразования, получим расчетную формулу для определения момента инерции маховика:

$$I = mr^2 \left[\frac{gt^2 h_2}{h_1(h_1 + h_2)} - 1 \right].$$

Литература

1. Савельев, И. В. Курс физики: учеб. пособие: в 3-х т. Т. 1 / И.В. Савельев. – Москва: Наука, 1977. – 415 с.
2. Савельев, И. В. Курс физики: учеб. пособие: в 3-х т. Т. 1 / И.В. Савельев. – Москва: Наука, 1989. – 350 с.
3. Фаизов, М.Р. Кинематика сферического кривошипно-шатунного механизма / М.Р. Фаизов, М.Г. Яруллин, А.П. Мудров // Теория механизмов и машин. – 2018. – Т. 16. – № 2(38). – С. 66-73. – DOI 10.5862/ТММ.38.2.
4. Зисман, Г.А. Курс общей физики / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. – Москва: Высшая школа, 1972. – 465 с.
5. Яруллин, М.Г. Кинематика плоского двухподвижного пятизвенного рычажного механизма / М.Г. Яруллин, И.Р. Исянов, А.П. Мудров // Современное машиностроение. Наука и образование. –

2016. – № 5. – С. 297-305. – DOI 10.1872/MMF-2016-29.

6. Мудров, А.П. Определение рабочей угловой скорости входного кривошипа пространственного смесителя / А.П. Мудров // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 239-242.

7. Медведев, В.М. Математическая модель оценки динамических показателей двигателя МТА при неустановившейся нагрузке / В.М. Медведев, С.А. Синицкий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 106-110.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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 // 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. 00143.

12. Мудров, А.Г. Исследование пространственных механизмов с особой структурой / А.Г. Мудров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 111-116.

13. Дой, М. Динамическая теория полимеров / М. Дой, С.Эдвардс. – М.: Мир, 1998.

14. 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). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 279-282.

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.

16. 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.

17. Рахматуллина, Р.Г. Простые механизмы в сельском хозяйстве / Р.Г. Рахматуллина, С.А. Сигов // 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. 317-320.

18. АСМ - исследования деформированного эластомера / Р.Г. Рахматуллина, Г.К. Аминова, З.Х. Куватов [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 140-146.

19. Рахматуллина, Р.Г. Измерение плотности твердых тел разными способами / Р.Г. Рахматуллина, Г.В. Буров // 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. 308-311.

20. Зиннатуллина, А.Н. Исследование распространения мигрирующих веществ при напорной фильтрации в области сложной конфигурации / А.Н. Зиннатуллина, Р.И. Ибятов // Актуальные проблемы математического образования: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 25-летию факультета математики и информатики (Набережные Челны, 24–25 апреля 2015 года). – Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2015. – С. 53-56.

УДК 631.348

Нуруллин Эльмас Габбасович*Д.т.н., профессор, профессор кафедры
«Машины и оборудование в агробизнесе»**Казанский государственный аграрный университет, Казань
nureg@mail.ru***Зайнутдинов Ильдар Рифкатович***Аспирант кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе»
Казанский государственный аграрный университет, Казань***Файзуллин Ренат Айратович***Аспирант кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе»
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

НОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ПРОТРАВОЧНЫХ МАШИН

Аннотация. Разработаны и предложены два новых показателя для оценки качества предпосевной обработки семян зерновых культур на протравочных машинах: степень травмирования, который характеризует увеличение количества семян, получивших микротравмы репродуктивных анатомических частей рабочими органами протравочной машины; степень покрытия поверхности семян препаратом, характеризующий площадь покрытия препаратом поверхности семян, который позволяет объективно оценивать обработку каждого зерна. Получены математические зависимости для их количественного определения. Новые показатели в совокупности с существующими (полнота протравливания, равномерность распределения препарата по семенам, степень удерживаемости препарата на поверхности семян) позволяют на более высоком уровне и всесторонне контролировать процесс обработки и работу протравливателей, что будет способствовать повышению качества семян, соответственно, урожайности.

Ключевые слова: протравливание; семена зерновых культур; оценка качества; показатели.

Elmas G. Nurullin*Dr. Sciences (Engineering), Professor
Professor of the department**«Machinery and equipment in agribusiness»
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
nureg@mail.ru***Ildar R.h Zaynutdinov***Graduate student of the department
«Machinery and equipment in agribusiness»
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

Renat A. Fayzullin

*Graduate student of the department
«Machinery and equipment in agribusiness»
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

NEW INDICATORS FOR ASSESSING THE WORK QUALITY OF SEED TREATERS

Abstract. Two new indicators have been developed and proposed to assess the quality of pre-sowing treatment of grain crops on seed treaters: the degree of injury, which characterizes the increase in the number of seeds that have received microtrauma of reproductive anatomical parts by the working organs of the treatment machine; the degree of coating of the seed surface with a preparation, which characterizes the area of coating of the seed surface with a preparation, which allows an objective assessment of the treatment of each grain. Mathematical dependences for their quantitative determination was been obtained. The new indicators in combination with the existing ones (the completeness of the treatment, the uniformity of the distribution of the preparation over the seeds, the degree of retention of the preparation on the surface of the seeds) will allow at a higher level and comprehensively control the treatment process and the work of the treatment machines, which will contribute to increase the quality of seeds, respectively, the yield.

Keywords: treatment; grain crop seeds; quality assessment; indicators.

Введение. Продовольственная безопасность страны – одна из важнейших составляющих её национальной безопасности. Основой продовольственной безопасности являются объемы производства и запасы качественного зерна. К важнейшим факторам, определяющим объемы производства и качество урожая зерновых культур, относится защитная предпосевная обработка (протравливание) семян на протравочных машинах (протравливателях) [1-20].

Для оценки качества протравливания в настоящее время применяют следующие показатели – полнота протравливания, равномерность распределения препарата по семенам, степень удерживаемости препарата на поверхности семян. В технических характеристиках протравочных машин в основном указывают первые два показателя, так как, третий связан с проведением операции очистки от пыли на дополнительном оборудовании (в основном на зерноочистительных машинах).

Однако многолетние исследования в области технологий и технических средств предпосевной обработки семян зерновых культур дают основание для совершенствования показателей оценки качества протравливания [1, 2, 6, 14, 17, 19, 20].

Цель – дополнение существующей системы показателей оценки качества работы протравливателей семян зерновых культур.

Материалы и методы. При достижении поставленной цели использованы материалы по исследованию травмирования семян зерновых культур в сельскохозяйственных машинах и оценки качества работы протравливателей семян. Исследования базировались на общенаучных и частных методах, также на методиках, разработанных для проведения исследований в данном направлении.

Результат и обсуждение. Рассмотрим характеристики, применяемых в настоящее время показателей оценки качества протравливания и математические зависимости по которым определяются их численные значения.

Полнота протравливания (Π) характеризует пределы отклонения нормы расхода препарата от заданной и определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{\Phi}{H} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где Φ – фактический расход рабочей жидкости, л/т;

H – рекомендуемая норма расхода рабочей жидкости, л/т.

Данный показатель зависит от настройки протравочной машины и непрерывно контролируется оператором и не должна превышать $100 \pm 20\%$.

Равномерность распределения препарата по семенам (C) оценивается по коэффициенту вариации выборочной совокупности проб, взятых из протравленных семян:

$$C = \frac{S}{\Phi_{cp}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где S – среднее квадратичное отклонение;

Φ_{cp} – среднее арифметическое значение массы препарата по всем пробам выборочной совокупности, мг/кг.

Данный показатель считается в пределах нормы, если коэффициент вариации не превышает 30% т.е. $C < 30\%$. Чем больше количества проб в выборке, тем точнее результат.

Степень удерживаемости (Y) характеризует количество удержавшихся на поверхности семян высохшего препарата при стандартном механическом воздействии (например, выгрузке протравленных семян в мешки). Иногда используют обратную ей величину – степень осыпаемости.

Численное значение данного показателя рассчитывается по формуле:

$$Y = \frac{\Phi_1}{\Phi} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где Φ и Φ_1 – масса препарата на поверхности семян в выборке, соответственно, до и после стандартного механического воздействия, мг (г).

Показатель степени удерживаемости считается допустимой, если превышает 70%, т.е. $У > 70\%$. Чем больше семян в выборке, тем точнее получается результат.

Перечисленные показатели могут быть качественно определены только квалифицированными специалистами в данной области на соответствующем оборудовании.

Кроме вышеперечисленных показателей, применяемых в настоящее время, для более полной оценки качества протравливания семян зерновых культур нами предлагается еще два новых показателя: степень травмирования семян в протравливателе и степень покрытия поверхности семян препаратом.

Исследования показывают, что при производстве зерна и подготовки семян в машинах и оборудовании происходит их повреждение (дробление и микротравмирование) [20-25]. Это наиболее актуально для протравочных машин, где травмируется семенной материал, который непосредственно идёт на посев. По нашим исследованиям на существующих протравливателях с механическими загрузочно-разгрузочными устройствами степень травмированности основных репродуктивных частей (эндосперма, зародыша, хохолка) семян пшеницы увеличивается на 8...10%, что снижает количество и качество урожая [22, 25]. Данный научный факт является одним из оснований для дополнения существующей системы оценки качества работы протравочных машин показателем степени травмирования семян.

Для определения показателя степени травмирования в протравочной машине предлагается следующая зависимость:

$$T_{\Pi} = \frac{K_{\text{ТП}} - K_{\text{Т}}}{K_{\text{Ос}}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где T_{Π} – показатель степени травмирования семян в протравочной машине, %;

$K_{\text{Т}}$ – количество травмированных (с учётом или без учёта дроблённых) семян в выборке до протравливания, шт;

$K_{\text{ТП}}$ – количество травмированных (с учётом или без учёта дроблённых) семян в выборке после протравочной машины, шт.

$K_{\text{Ос}}$ – общее количество семян в выборке, шт.

Чем больше количество семян в выборке, тем выше точность оценки по данному показателю.

Данная зависимость позволяет определить степень травмирования семян в протравочной машине с учётом и без учёта дроблённых семян. По агротехническим требованиям дробление семян в протравливателях допускается не более 0,5%. По микротравмам нет агротехнических требований.

Второй новый показатель – степень покрытия поверхности семян препаратом ($C_{\text{ПС}}$) характеризует площадь покрытия препаратом

поверхности семян. Данный показатель позволяет более объективно оценивать покрытие отдельно каждого семени протравочным препаратом. Оценивается визуально и численно определяется по формуле:

$$C_{\text{пс}} = \frac{K_{\text{пс}}}{K_{\text{ос}}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где $K_{\text{пс}}$ – количество семян в выборке, покрытых препаратом на 100%, шт;

$K_{\text{ос}}$ – общее количество семян в выборке, шт.

С учётом известного показателя равномерности распределения препарата по зёрнам (формула 2), степень покрытия поверхности семян препаратом должна составлять не менее 30%. Чем больше количество семян в выборке, тем точнее результат оценки по данному показателю.

Заключение. С целью совершенствования системы оценки качества предпосевной обработки семян зерновых культур в дополнение к существующим показателям (полнота протравливания, равномерность распределения препарата по семенам, степень удерживаемости препарата на поверхности семян), разработаны и предложены два новых.

Первый – степень травмирования, который характеризует увеличение количества семян, получивших микротравмы репродуктивных анатомических частей рабочими органами протравочной машины. Получена формула для её количественного определения.

Второй – степень покрытия поверхности семян препаратом, характеризующий площадь покрытия препаратом поверхности семян, который позволяет объективно оценивать обработку площади поверхности каждого зерна. Также предложена математическая зависимость для её количественного определения.

Литература

1. Нуруллин, Э.Г. Основные результаты научного направления по созданию новых технических средств пневмомеханического типа для реализации энергоресурсосберегающих экологически безопасных технологий производства и переработки зерна / Э.Г. Нуруллин // 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. 109-116.

2. Нуруллин Э.Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки / Э.Г. Нуруллин // Техника и оборудование для села. – 2018. - № 3 (249). – С. 13-15.

3. 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.

4. 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.

5. Influence of physical factors on viability of microorganisms for plant protection / Sabirov R., Valiev A.R., Karimova L., Dmitriev A., Khaliullin D. // Engineering for rural development : 18th international scientific conference engineering for rural development, erd (Jelgava, 22–24 мая 2019 года). – 2019. – P. 555-562. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N211.

6. Нуруллин Э.Г. Предпосевная подготовка семян по новой технологии / Э.Г. Нуруллин // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2016. - Т. 19. - № 16. - С. 28-30.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. Суханова, М.В. Преимущества использоваия высокоэластичных рабочих органов встряхивающего воздействия в сельскохозяйственных смесителях и машинах для предпосевной обработки семян /

М.В. Суханова // Научный альманах. – 2019. – №8(58) – 2019. – С. 146–149.

12. "Mixer-dresser" hybrid device / M.V. Sukhanova, V.P. Zabrodin, V.P. Bogdanovich, A.V. Sukhanov, V. Stýskala, J. Zegzulka, L. Jezerská, J. Rozbroj // Indian Journal of Science and Technology. – 2017. – V. 10. – No. 1 – P. 109959-109963.

13. 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.

14. Нуруллин Э.Г. Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян / Э.Г. Нуруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. - № 10 (220). - С. 5-8.

15. Гарипова, А.Н. Анализ конструкций пневмозагрузочных устройств сыпучих материалов / А.Н. Гарипова, Э.Г. Нуруллин // Материалы международного агроботехнологического симпозиума, посвященного 80-летию члена-корреспондента РАН, Заслуженного деятеля науки РФ Сочнева В. В. Сб. трудов. Т.2. - Н. Новгород, 2016. – С. 126–132.

16. Патент РФ № 2692642. Протравливатель семян: № 2018124119: заявл. 02.07.2018: опубл. 25.06.2019 / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. – 6 с.

17. Зайнутдинов, И.Р. Протравливатель семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством / И.Р. Зайнутдинов, Э.Г. Нуруллин // Агроинженерная наука XXI века: Труды региональной научно-практической конференции. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 95-98.

18. Патент РФ № 184960. Протравливатель семян: заявл. 09.07.2018: опубл. 15.11.2018 / Э. Г. Нуруллин, И. Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

19. Зайнутдинов, И. Р. Протравливатель семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством / И.Р. Зайнутдинов, Э.Г. Нуруллин // Агроинженерная наука XXI века: Труды региональной научно-практической конференции. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 95-98.

20. Нуруллин, Э.Г. Новая технология предпосевной обработки семян зерновых культур биопрепаратами / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов // Достижения техники и технологий в АПК: сборник научных трудов, посвященный памяти доктора технических наук,

профессора Артемьева В.Г. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2018 – С. 192–201.

21. Нуруллин, Э.Г. Травмирование зерна в комбайнах / Э.Г. Нуруллин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(58). – С. 104-112. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-58-2-104-112.

22. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы после окончательной подработки перед протравливанием / Э. Г. Нуруллин, И. Р. Зайнутдинов, Р. А. Файзуллин // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 110-117.

23. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное исследование травмирования семян пшеницы в загрузчике сеялок / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин // Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения : Сборник научных трудов IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Хазретали Умаровича Бугова. - 2020. - С. 124-128.

24. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы в зерновой сеялке с высевальным аппаратом катушечного типа / Э.Г. Нуруллин // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Том I. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021. – С. 105–108.

25. Исследование влияния травмирования семян пшеницы на урожайность: отчет о НИР (заключ.): 14-20 / ФГБОУ ВО Казанский ГАУ; рук. Э.Г. Нуруллин; исполн.: Р.А. Файзуллин, И.Р. Зайнутдинов. – Казань, 2020. – 32 С.

УДК 631.362.3

Нуруллин Эльмас Габбасович*Доктор технических наук, профессор
Казанский государственный аграрный университет, Казань
nureg@mail.ru***Еров Юрий Васильевич***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ассоциация «Элитные семена Татарстана», Казань
tatsemena@tatsemena.ru***Габдрахманов Ильдус Харисович***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Татарстан, Казань***Зайнуллин Шагит Аминбаевич***Кандидат сельскохозяйственных наук
Ассоциация «Элитные семена Татарстана», Казань***Грачев Владимир Александрович***ОАО «Киятское» Республики Татарстан, Буинск***Прокофьев Николай Петрович***ООО «Чистопольские семена», Чистополь***Имамеев Ильдар Магсумович***ООО «АГРО-АЛЬЯНС РИА», Казань***Мавлин Вазир Ракипович***Ассоциация «Элитные семена Татарстана», Казань*

МОДЕЛЬНЫЙ РЯД УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПНЕВМОСОРТИРОВАЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Наиболее перспективными зерно- и семяочистительными машинами являются пневмосепараторы с вертикальным воздушным потоком. Основными преимуществами машин такого типа выступают: высокая степень полноты разделения при малых потерях основного продукта в отходы; высокая производительность при малой энергоёмкости; способность выделять семена с наибольшей удельной массой, обладающие более высокой репродуктивностью; уменьшение степени травмирования семян, что сохраняет их репродуктивные качества; универсальность; простота, надёжность, эргономичность.

Выполнена систематизация и составлена классификация пневмосепараторов марки СМВО по следующим основным признакам: исполнению (стационарные, мобильные, переносные), назначению, производительности, конструкции в целом машины и пневмосепарирующего канала, признакам технической новизны.

Ключевые слова: зерноочистительные машины, пневмосепараторы.

Elmas G. Nurullin

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
nureg@mail.ru*

Yuriy V. Ero

*Candidate of Agricultural Sciences, Docent
Assotsiatsiya «Elitnye semena Tatarstana», Kazan, Russia
tatsemena@tatsemena.ru*

Ildus H. Gabdrakhmanov

*Candidate of Agricultural Sciences, Docent
Ministerstvo selskogo khozyaystva i prodovolstviya
Respubliki Tatarstan, Kazan, Russia*

Shagit A. Zaynullin

*Candidate of Agricultural Sciences
Assotsiatsiya «Elitnye semena Tatarstana», Kazan, Russia*

Vladimir A. Grachev

OAO «Kiyatskoye» Respubliki Tatarstan, Buinsk, Russia

Nikolay P. Prokofiev

OOO «Chistopolskiye semena», Chistopol, Russia

Ildar M. Imameev

OOO «AGRO-ALIANS RIA», Kazan, Russia

Vazir R. Mavlin

Assotsiatsiya «Elitnye semena Tatarstana», Kazan, Russia

MODEL RANGE OF UNIVERSAL PNEUMATIC-SORTING MACHINES

Abstract. The most promising grain and seed cleaning machines are pneumatic separators with vertical airflow. The main advantages of these type machines, are: a high degree of separation completeness with small losses of the main product to waste; high performance with low power consumption; the ability to excrete seeds with the highest specific gravity, with a higher reproductive capacity; reducing the degree of injury to seeds, which preserves the reproductive qualities of seeds; universality, simplicity, reliability, ergonomics.

The systematization and classification of pneumatic separators of the SMVO brand was carried out according to the main features: design (stationary, mobile, portable), purpose, productivity, structure of the whole machine and pneumatic separation channel, signs of technical novelty.

Keywords: grain-cleaning machines, pneumatic separators.

Введение. Качественная послеуборочная обработка и подготовка семян зерновых культур являются основами обеспечения сохранности собранной продукции и получения высокого урожая в будущем. Качество технологического процесса, наряду с другими факторами, в большей степени зависит от совершенства применяемых технических средств [1-3].

Исследования сельскохозяйственной и зерноперерабатывающей техники показывают, что наиболее перспективным с точки зрения качественного выполнения технологического процесса и снижения энергоёмкости, являются машины, основанные на использовании воздушного потока [4-14]. Производственный опыт доказывает, что наиболее перспективными зерно- и семяочистительными машинами являются пневмосепараторы с вертикальным воздушным потоком.

Одним из наиболее широко применяемых и эффективно работающих как в составе зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных комплексов, семяприготовительных технологических линий так и автономно являются пневмосепараторы, созданные на основе разработок научно-технической лаборатории послеуборочной обработки зерна Всероссийского института механизации сельского хозяйства (ВИМ г. Москва) и выпускаемые в Республике Татарстан под маркой СМВО. Конструктивно-технологические схемы, принцип работы, технические характеристики, внешний вид и другая информация по этим машинам представлены широко и подробно в различной научно-технической литературе, учебных пособиях, интернет-ресурсах, инструкциях по эксплуатации др. материалах. Однако исследований по целостной системной оценке модельного ряда данных машин в настоящее время нет. Поэтому исследования, направленные на их систематизацию с учётом преимуществ, технической новизны и других характеристик имеют определённую актуальность.

Цель данной работы – систематизация пневмосепараторов данной марки по назначению, исполнению и технической новизне.

Методы и методика. В исследованиях использованы общенаучные методы анализа и синтеза, обобщения, а также частные методики, разработанные для исследований подобного рода, подробно изложенные в предыдущих работах [1-3,9,15-17].

Результаты и обсуждение. Анализ научно-технических и технологических основ совершенствования послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, обзор технических средств с оценкой их преимуществ и недостатков, патентный поиск позволили определить, что по сравнению с машинами другого типа для очистки зерна и сортирования семян пневмосепараторы обладают следующими неоспоримыми достоинствами:

1. Имеют более высокую степень полноты разделения при малых потерях основного продукта в отходы.

2. Обладают более высокой производительностью при меньшей энергоёмкости.

3. Выделяют семена по удельной массе (плотности), которые имеют более высокие репродуктивные свойства.

4. Меньше травмируют семена, сохраняя их репродуктивность.

5. Универсальность, могут быть использованы как для первичной и вторичной очистки зерна, так и для сортирования при подготовке семенного материала.

6. Конструкция более простая, надёжная и эргономичная.

Перечисленные преимущества создают широкие возможности для разработки новых, совершенствования существующих и быстрого внедрения в производство пневмосепараторов с вертикальным воздушным потоком.

Выпускаемые в настоящее время модели пневмосепараторов марки СМВО условно можно объединить в три группы по исполнению: стационарные, передвижные (самопередвижные и тягово-передвижные), переносные (малогабаритные).

1. Стационарные модели.

А) Машина СМВО-10К «Идеал» с гравитационной колонкой.

Предназначена для первичной и вторичной очистки зерна и сортирования семян. Максимальная производительность 10 т/ч. Обеспечивает доведение продовольственного зерна до заготовительных кондиций и семенного материала до норм посевного стандарта по чистоте. Позволяет выбирать полноценные семена, отделяя щуплые, недозревшие, травмированные зёрна основной культуры, семена сорных и других растений, а также другую примесь. Эксплуатируется в составе технологических линий совместно с другими машинами.

Техническая новизна. В отличие от отечественных и зарубежных аналогов машина СМВО-10К «Идеал» выполнена в виде соединения двух последовательно работающих сепараторов гравитационного и пневматического типа, обеспечивающих первичную, вторичную очистку зерна и сортирование семян в едином непрерывном технологическом потоке с разделением на четыре фракции: первая – полноценное зерно основной культуры, вторая – неполноценное зерно основной культуры (зерновой отход), третья – крупные и мелкие примеси, четвёртая – лёгкие примеси. Мёртвые лёгкие отходы и пыль оседают в сетчатом фильтре, а очищенный воздух поступает в атмосферу.

Новизной конструкции пневмосепарирующего устройства являются:

– соединение двух входных и двух выходных вертикальных пневмосепарирующих каналов с помощью промежуточных каналов криволинейной формы, что уменьшает сопротивление воздушного потока и снижает травмирование семян;

– установка двух вертикальных дополнительных перегородок с определёнными геометрическими параметрами в начале второго канала, обеспечивающий повышение равномерности распределения сепарируемого материала по сечению канала, соответственно, качество сепарации;

– установка в конце основной перегородки выходных вертикальных пневмосепарирующих каналов заслоночного регулятора давления воздуха, позволяющего управлять качеством сепарации.

Б). Машина СМВО-10Б «Идеал» с бункером-дозатором-распределителем.

Предназначена для вторичной очистки зерна и сортирования семян. Максимальная производительность 10 т/ч. Обеспечивает доведение очищаемого продовольственного и семенного зерна до уровня требований государственных стандартов по чистоте. Позволяет выделять полноценные семена по их плотности, одновременно отделяя щуплые, недозревшие, травмированные зёрна и другую примесь. Разделяет очищаемый материал в едином непрерывном технологическом потоке на три основные фракции: первая – очищенное зерно, вторая – зерновой отход, третья – лёгкие примеси. Пыль и очень лёгкие отходы выделяются вентилятором и оседают в сетчатом фильтре, а очищенный воздух поступает в атмосферу. Используется в составе технологических линий в совокупности с другими зерно-семяочистительными машинами.

Техническая новизна. В отличие от предыдущей модели на СМВО-10Б «Идеал» вместо гравитационного сепаратора установлен бункер-дозатор-распределитель, что обеспечивает дозированную подачу и равномерное распределение очищаемого зерна по ширине пневмосепарирующего устройства, соответственно повышение качества сепарации.

Данное техническое решение позволило упростить конструкцию второго пневмосепарирующего канала и выполнить его без дополнительных вертикальных перегородок, что снижает травмирование семян за счёт уменьшения ударных взаимодействий с рабочими поверхностями.

В целом конструкция СМВО-10Б «Идеал» более простая и дешевле в изготовлении и обслуживании чем у машины СМВО-10К «Идеал».

В). Машина СМВО-30Б «Батыр» с бункером-дозатором-распределителем.

Производительность до 30 т/ч. Разработка и производство данной модели были вызваны необходимостью увеличения производительности зерно-семяочистительных технологических линий и зерноочистительно-сушильных комплексов крупных сельскохозяйственных предприятий, в которых суточное поступление

зернового вороха от комбайнов составляет 1000 тонн и более. Назначение, устройство и принцип работы машины СМВО-30Б «Батыр» аналогичны с моделью СМВО-10Б «Идеал».

2. Мобильные модели.

Основу конструкций этих моделей составляет пневмосепарирующее устройство с бункером-дозатором-распределителем, разработанное для стационарной машины СМВО-10Б.

А). Машина самопередвижная СМВО-10П «Идеал».

Предназначена для автономного мобильного использования на открытых площадках и в складских помещениях. Производительность до 10 т/ч. Конструктивно-технологическая схема пневмосепарирующего устройства с бункером-дозатором-распределителем идентична с моделью СМВО-10Б «Идеал».

Техническая новизна. В отличие от стационарных моделей СМВО-10П «Идеал» установлена на ходовую часть с электроприводом, что позволяет ей легко совершать необходимые в процессе работы перемещения. Электропривод оборудован коробкой перемены передач, которая позволяет ступенчато менять скорость движения машины для выполнения технологического процесса и перемещения на другое место работы. Машина оснащена загрузочным устройством, который состоит из транспортёра и горизонтального шнекового питателя, который жестко соединен с ним и обеспечивает подачу к нему обрабатываемого материала из бурта. Высота установки загрузочного устройства регулируется винтовым механизмом. На машине установлены два разгрузочных транспортёра, которые позволяют выгружать фракции в транспортное средство или на площадку. Они размещены перпендикулярно осевой линии машины, что исключает смешивание фракций при их выгрузке на площадке. Транспортёр для выгрузки семенной фракции выгружает материал в левую сторону, а транспортёр лёгких примесей назад. Все транспортёры скребкового типа, что снижает травмирование семян в процессе загрузки и разгрузки материал. Каждый из них оборудован отдельным электроприводом. Машина оборудована электроприводом ходовой части.

Б). Машина самопередвижная СМВО-8П «Идеал».

По назначению, конструкции и принципу работы зерно-семяочитительная машина СМВО-8П «Идеал» аналогична с машиной СМВО-10П. Отличие заключается только в производительности, массе и габаритных размерах. Максимальная производительность 8 т/ч.

В). Машина тягово-передвижная СМВО-5П «Идеал».

Предназначена также для автономного мобильного использования на открытых площадках и в помещениях. Максимальная производительность 5 т/ч. Конструктивно-технологическая схема и

принцип работы пневмосепарирующего устройства одинаковы с моделью СМВО-10П «Идеал» и СМВО-8П «Идеал».

Техническая новизна. В отличие от моделей СМВО-10П «Идеал» и СМВО-8П «Идеал» на зерно-семяочистительной машине вместо шнекового питателя загрузочного транспортёра установлен пассивный лоток для забора обрабатываемого материала из бурта. Конструкции разгрузочных устройств и их размещение на машине также отличаются от предыдущих моделей самопередвижных машин. Они шнекового типа, установлены горизонтально и перпендикулярно осевой линии (направлению движения) машины. Разгрузочные устройства обеспечивают выгрузку и складирование фракций на площадку: очищенную (семенную) фракцию в правую сторону, а лёгкие примеси в левую. С целью снижения энергоёмкости ввиду относительно малой массы СМВО-5П не оборудована электроприводом ходовой части и передвигается с помощью тяговой силы.

3. Переносные (малогабаритные) модели.

За основу конструкций данного модельного ряда взята стационарная машина вторичной очистки СМВО-10Б с бункером-дозатором-распределителем.

А) Машина СМВО-1 «Идеал» (для хозяйств небольшого размера).

Предназначена для вторичной очистки зерна и сортирования семян зерновых культур в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах с небольшим объёмом производства зерна. Имеет производительность до 1000 кг/ч. Используется автономно на открытых площадках и в складских помещениях.

Б). Машина СМВО-0,2 «Идеал» (селекционная).

Предназначена для вторичной очистки зерна и сортирования семян в селекционных работах. Производительность до 200 кг/ч. Разработана специально для нужд научно-исследовательских и других учреждений, занимающихся первичным семеноводством.

Техническая новизна. В отличие от стационарных и самопередвижных машин марки СМВО малогабаритные модели имеют маленький вес и легко могут переноситься с места на место обслуживающим персоналом. СМВО-1 «Идеал» может безопасно и эффективно эксплуатироваться автономно в производственных помещениях с малой площадью и объёмом. СМВО-0,2 может качественно и безопасно использоваться в лабораторных и других подобного рода помещениях.

Малогабаритные зерно-семяочистительные машины СМВО-1 «Идеал», СМВО-0,2 «Идеал» также как и другие модели нашли широкое применение и эффективно работают в фермерских хозяйствах, семеноводческих предприятиях и научно-исследовательских учреждениях, занимающихся селекцией зерновых культур.

Выводы. 1. Определены основные преимущества пневмосепараторов с вертикальным воздушным потоком: высокая степень полноты разделения при малых потерях основного продукта в отходы; высокая производительность при малой энергоёмкости; способность выделять семена с наибольшей удельной массой, обладающие более высокой репродуктивностью; уменьшение степени травмирования семян, что сохраняет репродуктивные качества семян; универсальность; проста, надёжность, эргономичность.

2. Выполнена систематизация и составлена классификация пневмосепараторов марки СМВО по основным признакам: исполнению (стационарные, мобильные, переносные), назначению, производительности, конструкции в целом машины и пневмосепарирующего канала, признакам технической новизны.

3. Результаты исследований могут быть использованы научными работниками, педагогами, инженерами, обучающимися разных категорий в научной, опытно-конструкторской и образовательной деятельности.

Литература

1. Нуруллин, Э.Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян // Техника и оборудование для села. - 2018. - № 3. - С. 13-15.

2. Нуруллин, Э.Г. Предпосевная подготовка семян по новой технологии // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2016. - Т. 19. - № 16. - С. 28-30.

3. Нуруллин, Э.Г. Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян // Техника и оборудование для села. - 2015. - № 10 (220). - С. 5-8.

4. 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.

5. Study of efficiency of peeling machine with variable deck / Andrey Dmitriev, Bulat Ziganshin, Damir Khaliullin, Alexey Aleshkin // 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Volume 19 May 20-22, 2020/ Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering, Jelgava, 2020 – P. 1053 – 1058. DOI:10.22616/ERDev.2020.19.TF249.

6. 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. - № 4 (63). - С. 27-37.

7. Ибяттов, Р.И. Исследование движения зерна в рабочем пространстве пневмомеханического шелушителя / Р.И. Ибяттов,

A.B. Дмитриев, P.Ш. Лотфуллин // Техника и оборудование для села. - 2018. - №2. - С 18-21.

8. Influence of physical factors on viability of microorganisms for plant protection / Rais Sabirov, Ayrat Valiev, Lylia Karimova, Andrey Dmitriev, Damir Khaliullin // 18th International Scientific Conference Engineering For Rural Development Proceedings, Volume 18 May 22-24 / Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering, Jelgava, 2019 – P. 555 – 562. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N211.

9. Numerical simulation of two-phase “Air-Seed” flow in the distribution system of the grain seeder / Salavat Mudarisov, Ildar Badretdinov, Zinnur Rakhimov, Ramil Lukmanov, Elmas Nurullin // Computers and Electronics in Agriculture. Volume 168, January 2020, 105151 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105151>.

10. Mathematical modeling of the grain trajectory in the workspace of the sheller with rotating decks / Ravil Ibyatov, Andrey Dmitriev, Bulat Ziganshin, Damir Khaliullin and Alsu Zinnatullina // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). BIO Web Conf. Vol.17, 00093, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700093>

11. Droplet size of virocide disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / Boris Ivanov, Bulat Ziganshin, Andrey Dmitriev, Gennady Pikmullin, Anas Mustafin // 20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Volume 20 May 26-28, 2021/ Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering, Jelgava, 2021 – P. 564 – 571. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF122

12. Specifying Two-Phase Flow in Modeling Pneumatic Systems Performance of Farm Machines / S. Mudarisov, E. Khasanov, Z. Rakhimov, I. Gabitov, I. Badretdinov, I. Farchutdinov, F. Gallyamov, M. Davletshin, R. Aipov, R. Jarullin // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, vol. 40, no. 4, pp.706-715, 2017. DOI: 10.7508/jmerd.2017.04.018.

13. Mudarisov, S. Specifying Two-Phase Flow in Modeling Pneumatic Systems Performance of Farm Machines / E. Khasanov, Z. Rakhimov, I. Gabitov, I. Badretdinov, I. Farchutdinov, F. Gallyamov, M. Davletshin, R. Aipov, R. Jarullin // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, vol. 40, no. 4, pp.706-715, 2017.

14. Rim R. Khamaletdinov, Ildar I. Gabitov, Salavat G. Mudarisov, Eduard R. Khasanov, Vladimir M. Martynov andrei V. Negovora, Vladimir A. Stupin, Faile N. Gallyamov, Ildar M. Farkhutdinov and Dmitry Y. Shirokov, 2018. Improvement in Engineering Design of Machines for Biological Crop Treatment with Microbial Products. Journal of Engineering and Applied Sciences, 13: 6500-6504.

15. Методика сквозного определения травмирования семян в технологическом процессе производства зерновых культур / Э.Г. Нуруллин, Р.А. Файзуллин, И.Р. Зайнутдинов [и др.] // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: материалы 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. 304–309.

16. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы после первичной очистки / Э.Г. Нуруллин, Р.А. Файзуллин, Э.Г. Батыршин, Л.Г. Батыршин, // Современные достижения аграрной науки: материалы 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 117–123.

17. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы после окончательной подработки перед протравливанием / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин // Современные достижения аграрной науки : материалы 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 110–117.

УДК 631.348

Файзуллин Ренат Айратович*Аспирант кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе»
Казанский государственный аграрный университет, Казань
fayzullinrenat@mail.ru***Нуруллин Эльмас Габбасович***Д.т.н., профессор, профессор
кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе»
Казанский государственный аграрный университет, Казань
nureg@mail.ru*

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЫЛИ И СПОСОБОВ ЕЕ ОТДЕЛЕНИЯ

Аннотация. В статье представлен анализ основных характеристик пыли, его классификация и способы для ее отделения, необходимые для проектирования пылеочистительного приспособления для нового протравливателя семян зерновых культур. Данный анализ позволит определить оптимальный способ отделения пыли.

Ключевые слова: пыль; классификация; способы отделения.

Renat A. Fayzullin*Graduate student
of the department «Machinery and equipment in agribusiness»
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
fayzullinrenat@mail.ru***Elmas G. Nurullin***Dr. Sciences (Engineering), Professor,
Professor of the department
«Machinery and equipment in agribusiness»
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
nureg@mail.ru*

CLASSIFICATION OF DUST AND METHODS OF ITS SEPARATION

Abstract. Analysis of the main characteristics of dust, its classification, methods for its separation, necessary for the design of a dust-cleaning device for a new grain crops seed treater. This analysis will determine the optimal way to separate the dust presented in the article.

Keywords: dust; classification; separation methods.

Введение. Предпосевная обработка семян защитно-стимулирующими средствами занимает важное место в технологии производства зерна. Одним из факторов, влияющих на качество

нанесения препарата на поверхность семян, является чистота поверхности семян от пыли перед протравливанием.

В существующей технологии, для очищения семян от пыли перед протравливанием, семенной материал из пыльной среды дополнительно пропускают через зерноочистительные машины, а затем снова складывают семена обратно в пыльную среду, тем самым, не добиваясь значительного положительного эффекта в утилизации пыли, при этом повышая ресурсоёмкость процесса и степень травмированности семян.

Одним из направлений повышения качества предпосевной обработки семян зерновых культур, выступают технологии с применением протравливателей семян пневмомеханического типа [1-2].

Нами предложен новый способ предпосевной обработки с использованием протравливателя семян зерновых культур оснащенным пневмозагрузочно-пылеочистительным приспособлением, которое позволит отделить пыль с поверхности семян непосредственно в самом протравливателе в едином герметичном процессе [3-5].

В связи с этим, для разработки пневмозагрузочно-пылеочистительного приспособления, нам необходимо изучить основные характеристики пыли, его классификации и способов ее отделения.

Цель данной работы. Анализ основных характеристик пыли и способов ее отделения.

Методы. Исследования проводились общенаучными методами анализа и синтеза, а также с применением частных методик, описанных ранее [1-5].

Результат и обсуждение. Пыль представляет совокупность тонкодисперсных, твердых частиц, которые могут находиться во взвешенном состоянии в воздухе (аэрозоль) или в виде налета на любой поверхности (аэрогель).

Пыль классифицируются по способу образования и типу своего происхождения.

В зерновом производстве, почти все операции сопровождаются образованием пыли. Пыль образуется в процессе дробления, размола, просеивания, очистки зерна, при транспортировке сыпучих материалов, а также при разгрузке бункеров. Часть образованной пыли заполняет межзерновое пространство, часть оседает на поверхности зернового материала [6-7; 10].

По типу происхождения, пыль классифицируется на:

- органическую пыль (растительную, животную, мучную, сахарную),
- неорганическую пыль (минеральную, металлическую),
- смешанную пыль.

В зависимости от способа образования пыли и ее происхождения, ее различают по дисперсности (фракционный состав), плотности,

смачиваемости, воспламеняемости, способности адсорбировать различные вещества и других физико-химических свойствах частиц.

Для правильного выбора пылеочистительного приспособления, необходимо прежде всего знать дисперсионный состав пыли.

Дисперсионный состав пыли разделяют на группы по диапазону линейных размеров частиц:

Первая – очень крупно дисперсная пыль (более 140 мкм);

Вторая – крупнодисперсная пыль (40...140 мкм);

Третья – средне дисперсная пыль (10...40 мкм);

Четвертая – мелкодисперсная пыль (1...10 мкм);

Пятая – очень мелкодисперсная пыль (менее 1 мкм).

Следующей важной характеристикой частиц пыли является плотность. Плотность частиц бывает истинной, кажущейся, насыпной).

Истинная плотность частиц – это отношение ее массы к объему за вычетом объема открытых пор.

Кажущаяся плотность – отношение массы частицы к объему.

Насыпная плотность – отношение массы пыли в слое к ее объему, она учитывает воздушную прослойку между частицами пыли.

Отметим, что в значительной степени она определяется дисперсностью частиц. С увеличением последней насыпная масса пыли уменьшается. Также стоит учитывать, что насыпная плотность слежавшейся пыли, примерно в 1,5 раза выше, свежееобразованных.

Значение величин насыпной плотности необходимо для инженерных расчетов емкостей в которых улавливают или складировуют пыли.

Адгезионные свойства пыли определяют ее слипаемость, которая зависит от степени дисперсности частиц, чем выше дисперсионность частиц, тем выше слипаемость пыли. Практически все пыли четвертой и пятой группы дисперсности относятся к слипающимся, вторая и третья группа – к среднеслипающимся, первая группа – к малослипающимся. Слипание пыли значительно возрастает, при его увлажнении.

Анализ литературы и исследований в области пылеудаления показывают [3-11], что на сегодняшний день, в существующих пылеочистительных устройствах применяются следующие способы отделения пыли:

а) Осаждение пыли под действием силы тяжести. По данному способу работают пылевые камеры, газоходы, инерционные пылеуловители. Аппараты данного типа обычно эффективны при улавливании грубых частиц первой и второй группы (выше 50 мкм).

б) Осаждение пыли под действием центробежной силы. Центробежная сила, может быть значительно выше, чем сила тяжести. В пылеочистительных устройствах, основанных на данном принципе, газу обычно сообщают вращательное движение при тангенциальном вводе его в аппараты круглого сечения, называемые циклонами. Они

очень эффективны при улавливании частиц пыли третьей и четвертой группы.

в) Отделение пыли фильтрацией. Фильтры составляют самостоятельную группу аппаратов сухой очистки. В процессе прохождения воздуха через фильтр, частицы пыли по мере накопления, образуют пылевой слой и становятся для вновь поступающих частиц частью фильтрующей среды. С одной стороны, это повышает эффективность пылеулавливания, с другой – приводит к постепенному снижению воздухопроницаемости фильтра. Это вызывает необходимость периодически заменять фильтрующий материал. Фильтры принято делить на три класса: фильтры тонкой очистки, воздушные фильтры и промышленные фильтры.

г) Электростатическое осаждение, основана на свойстве частиц пыли заряжаться в интенсивном электрическом поле, создаваемом вокруг электрода подведенным к нему постоянным током высокого напряжения (50-90кВ), данный метод используется в электрофильтрах. Подобная очистка используется для улавливания пыли состоящий из более мелких частиц (0.1 мкм).

д) Способ удаления пыли промывателями. Частицы пыли задерживаются на каплях или пленках промывающих жидкостей. Как и фильтры, они эффективны при улавливании очень мелких частиц пыли. К недостаткам применения промывателей относится образование шламовых сточных вод, необходимость изготовления аппаратуры из антикоррозионных материалов, а также высокие энергозатраты на очистку при улавливании мелкодисперсных пыли.

Процесс очистки воздуха от пыли, независимо от способа отделения пыли, характеризуется несколькими основными параметрами: эффективность очистки воздуха, производительность пылеочистительного устройства, стоимости очистки.

Эффективность очистки воздуха в пылеочистительных устройствах определяется следующей формулой (1):

$$\eta = \frac{m_y}{m_{вх}} \cdot 100 = \frac{m_{вх} - m_{вых} \cdot 100}{m_{вх}} \quad (1)$$

где $m_{вх}$ – количество пыли, поступившей в пылеотделитель, мг или мг/м³;

m_y – количество пыли, задержанной в пылеотделителе, мг или мг/м³;

$m_{вых}$ – количество пыли на выходе из пылеотделителя, мг или мг/м³;

При использовании двукратной системы очистки воздуха, общий коэффициент определяют по формуле (2):

$$\eta_0 = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2 \quad (2)$$

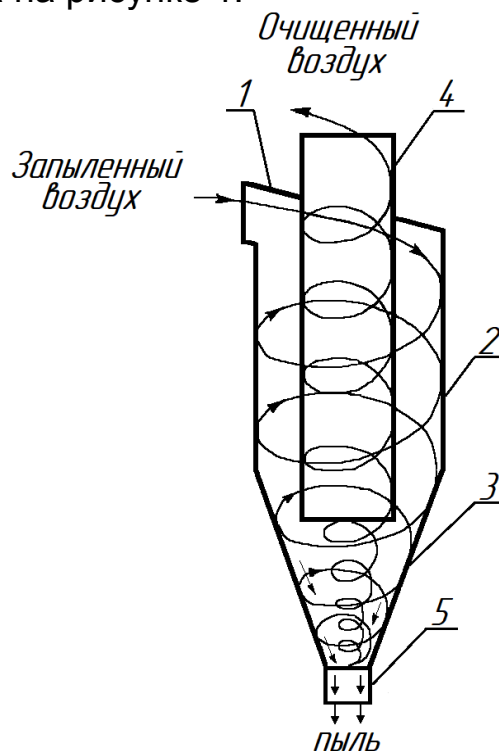
где η_1 и η_2 – коэффициенты первой и второй очистки воздуха.

Производительность пылеочистительного устройства характеризуется количеством воздуха, очищенным за 1 час работы.

Если в пылеочистительных устройствах, воздух очищается через фильтрующий слой, то производительность характеризуется удельной воздушной нагрузкой, т. е. количеством воздуха, которое проходит через 1 м^2 фильтрующей поверхности за 1 час.

После рассмотрения способов отделения пыли, можно прийти к выводу, что в нашем случае, для разработки пневмозагрузочно-пылеочистительного приспособления для протавливателя семян, целесообразно применить центробежный метод отделения пыли с использованием циклона [3-5; 7; 11].

Циклоны находят самое широкое применение для сухой очистки воздуха от всех видов пыли, ввиду простоты их конструкций, эксплуатационной надежности и экономичности. Схема устройства циклона представлена на рисунке 1.



1 – входной патрубок; 2 – цилиндрическая часть; 3 – конус;
4 – верхний патрубок; 5 – выходной патрубок.

Рисунок 1 - Схема устройства циклона

Коэффициент очистки обычных циклонов находится в пределах 97-98%, однако их эффективность работы на тонкодисперсной пыли пятой группы не удовлетворяют санитарно-гигиеническим требованиям, поэтому их используют как предварительный пылеотделитель. Поэтому для улавливания более мелких частиц применяют групповые (мультициклоны), состоящие из параллельного ряда небольших циклонов или же дополняют систему с использованием фильтра.

Принцип работы циклона заключается в следующем. Запыленный воздух, поступающий в входной патрубок 1, приобретает винтовое движение, при котором частицы пыли под действием центробежной

силы инерции отбрасываются к наружной стенке цилиндрической части 2 и конуса 3. Скользя по стенке, частицы пыли выводятся через выходной патрубок 5 из циклона. Вращающийся поток воздуха, очищенный от некоторой части пыли, выводится через верхний патрубок 4, подхватывая с собой, отделенные мельчайшие частицы пыли. Для снижения присоса воздуха, коническую часть циклона соединяют для герметизации выпуска.

Заключение. 1. В результате проведения анализа основных параметров пыли, а также способов ее отделения, можно прийти к выводу, что в нашем случае, для разработки пневмозагрузочно-пылеочистительного приспособления, целесообразно использовать метод центробежной очистки воздуха от пыли, совмещая его с пневмозагрузкой.

2. В перспективе необходимо разработать математическую модель отделения пыли с поверхности семян и провести ее исследования.

Литература

1. Нуруллин, Э.Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян / Э.Г. Нуруллин // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 3(249). – С. 13–15.

2. Нуруллин, Э.Г. Ресурсосбережение при предпосевной обработке семян зерновых культур / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно–практической конференции Института механизации и технического сервиса. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. – С. 171–174.

3. Зайнутдинов, И.Р. Протравливатель семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством / И.Р. Зайнутдинов, Э.Г. Нуруллин // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно–практической конференции. Научное издание. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. – С. 95–98.

4. Гарипова, А.Н. Анализ конструкций пневмозагрузочных устройств сыпучих материалов / А.Н. Гарипова, Э.Г. Нуруллин // Материалы международного агроботехнологического симпозиума, посвященного 80–летию члена–корреспондента РАН, Заслуженного деятеля науки РФ Сочнева В.В. Сб. трудов. Т.2. - Н. Новгород, 2016. – С. 126–132.

5. Зайнутдинов, И. Р. Обоснование структурной модели мобильного протравливателя семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством / И.Р. Зайнутдинов, Э.Г. Нуруллин // Агроинженерная наука XXI века: Труды региональной научно–практической конференции. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. - С. 92-95.

6. Лысова, Е.П. Анализ параметров, характеризующих поведение загрязняющих аэрозолей в воздушной среде / Е.П. Лысова, О.Н. Парамонова // Международная научно-практическая конференция «Теоретико-методологические и прикладные аспекты науки». - Уфа: Аэтерна, 2014. - С. 34-36

7. Вальдберг А.Ю. Технология пылеулавливания. [Текст] / А.Ю. Вальдберг, Л.М. Исянов, Э.Я. Тарат. - Л.: Машиностроение, 1985 – 192 с.

8. Саитов, В. Е. Снижение запыленности воздуха при обработке и хранении зерна / В. Е. Саитов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 11. – С. 15-18.

9. Татаров, Л.Г. Физическая модель загрязнения помещения пылью / Л. Г. Татаров // Международный научный журнал. – 2011. – № 3. – С. 63-66.

10. Куренкова, Г. В. Пыль как вредный фактор производственной среды : учебное пособие / Г.В. Куренкова, Е.В. Жукова, Е.П. Лемешевская ; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России. – Иркутск : ИГМУ, 2015. – 88 с.

11. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности [Текст]: учеб. пособие для вузов. / Е.А. Штокман, В.А. Шилов, Е.Е. Новгородский; под ред. Е.А. Штокмана. – М.: АСВ, 2001. – 688 с.: ил. – Библиогр.: с. 674-682. – ISBN 5-87829-047-2.

ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СЕРВИС ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.43

Гриценко Александр Владимирович

Доктор технических наук, профессор

alexgrits13@mail.ru

*Южно-Уральский государственный
аграрный университет, Челябинск*

Бурцев Александр Юрьевич

Кандидат технических наук, доцент

burzeval2009@yandex.ru

*Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева, Белово*

Гималтдинов Ильдус Хафизович

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный аграрный университет, Казань

КОНТРОЛЬ ВЫБЕГА РОТОРА СОВРЕМЕННЫХ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ

Аннотация. Проводится анализ и разработка мероприятий по исследованию параметров выбега ротора турбокомпрессора в реальных эксплуатационных условиях.

Ключевые слова: двигатель, турбонаддув, турбокомпрессор, ротор, выбег, диагностирование.

Alexander V. Gritsenko

Doctor of Technical Sciences, Professor

alexgrits13@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Alexander Yu. Burtsev

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kuzbass State Technical University T.F. Gorbachev, Belovo, Russia

Ildus Kh. Gimaltdinov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ROTOR STRAIGHT CONTROL OF MODERN TURBOCHARGERS OF KAMAZ

Abstract. The analysis and development of measures to study the parameters of the turbocharger rotor run-out in real operating conditions is carried out.

Keywords: engine, turbocharging, turbocharger, rotor, coasting, diagnostics.

Большинство лидеров современного машиностроения перешли на новые нормативные цифры ($\text{CO}_2 \leq 90-100$ г/км) и разрабатывают конструктивные мероприятия по дальнейшему снижению выбросов CO_2 [1, 2, 3]. Среди них даунсайнинг (уменьшение массовых и габаритных размеров автомобилей при сохранении мощностных параметров) дает 12% прироста экономии [4, 5]. Одновременно с направлением даунсайнинга, автомобильные заводы сохранили высокие значения мощностных показателей ДВС при минимальных расходе топлива и концентрации токсичных компонентов в отработавших газах [6, 7, 8]. Высокие показатели главным образом достижимы путем установки турбонаддува как на дизельные, так и на бензиновые автомобили [9, 10]. Данное направление будет преобладающим в настоящее время [9]. Однако установка турбонаддува приводит к заметному снижению ресурсных показателей ДВС [11, 12]. Поэтому, вместе с даунсайнингом нужны другие мероприятия, позволяющие сохранить ресурсные параметры ДВС с турбонаддувом [5, 9].

Рассмотрим кратко работы направленные на сохранение ресурсных параметров ДВС с турбонаддувом. Известны работы научного коллектива Д.Я. Носырева и А.А. Свечникова направленные на контроль выходных параметров ТКР при одновременном совершенствовании конструкции турбокомпрессора (ТКР) [2]. В данных работах рассматривается возможность контроля выбега ТКР при оценке его технического состояния.

Известны многочисленные работы иностранных авторов в области конструкции ТКР и ее совершенствования [6, 7]. Так, например, D.A. Nelson разрабатывает уплотнения для ТКР [6]. Sathaporn Chuepeng исследует вязкие смазки при работе ТКР на различных режимах [8]. Cho-Yu Lee и его коллеги занимаются оптимизацией системы смазки ТКР используя комплексный подход [7].

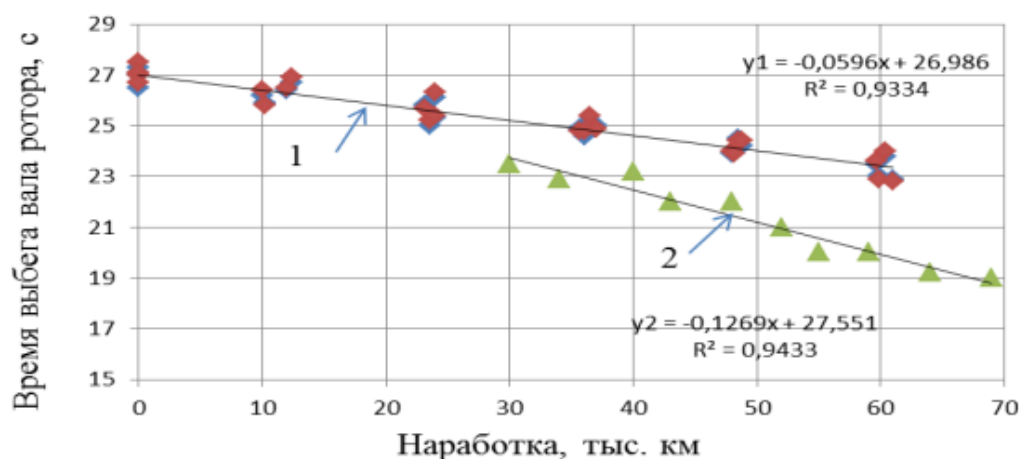
Так как в представленной работе предлагается контроль выходных параметров системы смазки турбокомпрессора и ДВС, то необходимо рассмотреть анализ методов и средств диагностирования. Проблемам разработки методов и средств диагностирования ДВС и их систем посвящены многочисленные исследования Е.В. Агеева, А.В. Николаенко, В.В. Альта, С.Н. Ольшевского, А.С. Гребенникова, Ю.А. Васильева, Н.С. Ждановского, С.Н. Кривцова, С.С. Кукова, Р.Ф. Калимуллина, В.М. Лившица, А.А. Отставнова, О.Ф. Савченко, В.А. Луцко, А.М. Харазова, Ф.З. Габдрафикова, В.В. Лянденбургского и др. [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]. В современной практике диагностирования разработано множество новых методов. Одним из таких является методика эндоскопии, которая представлена в работах Е.В. Агеева

[13, 14]. Находят применение методы эксплуатационного контроля и диагностирования технического состояния ДВС на основе контроля зазоров в трибосопряжениях [15, 17]. А также исследование свойств масел [16, 18].

Так, например, В.В. Альт, С.Н. Ольшевский, М.Л. Вертей и А.С. Гребенников в значительном объеме исследований предлагают метод контроля характеристик выбега и разгона [4, 17]. Данные методы диагностирования строятся на основах методик Н. С. Ждановского, который являлся разработчиком и основоположником одноименного метода Ждановского.

На наш взгляд наиболее информативным методом является метод основанный на анализе характеристик выбега двигателя, турбокомпрессора или любого другого трибосопряжения работающего в условиях жидкостной смазки. Этот метод предлагается в экспериментальной части статьи для контроля технического состояния элементов турбонаддува.

Теоретические исследования. Как показывают многочисленные исследования, проведенные отечественными и зарубежными исследованиями, техническое состояние ТКР в процессе эксплуатации существенно изменяется [1, 11]. Так, например, в исследованиях Орлова указывается на существенную корреляцию времени выбега с величиной пробега автомобилей КАМАЗ [1, 12]. Так наблюдения на протяжении $L_{\text{экс}} = 70000$ км показывают на линейную зависимость параметра – время выбега ротора ТКР в зависимости от величины пробега рисунок 1.



1 – с внешней независимой системой смазки;

2 – с заводским вариантом исполнения системы смазки

Рисунок 1 - Взаимосвязь контрольного параметра - времени выбега ротора ТКР автомобиля КАМАЗ и величины пробега

Из представленной на рисунке 1 зависимости видно, что в случае эксплуатации системы смазки ротора ТКР с заводским вариантом исполнения тангенс наклона линии 2 существенно более резкий. Что говорит о прогрессирующем изменении износа и признаках неисправного состояния ТКР. Построим линию тренда и определим

уравнение, описывающее динамику изменения времени выбега ротора ТКР с заводским вариантом исполнения системы смазки. Уравнение (с учетом достоверности аппроксимации данных $R^2=0,943$) в линейном виде запишется:

$$\tau_{\text{выбз}} = -0,1269 \cdot L_{\text{эксз}} + 27,551, \quad (1)$$

где $\tau_{\text{выбз}}$ – время выбега ротора ТКР автомобиля КАМАЗ с заводской системой смазкой, с;

$L_{\text{эксз}}$ – эксплуатационный пробег автомобиля с начала использования с заводской системой смазки, км.

Уменьшение времени выбега большинство исследователей связывают с эффектом закоксовывания масла в зазорах подшипника ротора ТКР, а также формированием износа поверхности вала ТКР и подшипников [1, 11, 12].

Однако вариант эксплуатации автомобиля КАМАЗ с внешней независимой системой смазки показал, что зависимость времени выбега от пробега имеет гораздо меньший тангенс угла наклона и соответственно меньший износ элементов ТКР. По данным Орлова в среднем на контрольной наработке в 70000 км разница времени выбега ротора ТКР между 1 и 2 вариантами составляет до 5%. Что подтверждает высокую эффективность мероприятий дополнительного питания подшипника ТКР за счет применения внешней независимой системы смазки и гидроаккумулятора [1, 11, 12]. Уравнение связывающее время выбега ротора ТКР с пробегом (с учетом достоверности аппроксимации данных $R^2=0,933$) в линейном виде запишется:

$$\tau_{\text{выбнс}} = -0,059 \cdot L_{\text{экснс}} + 26,986, \quad (2)$$

где $\tau_{\text{выбнс}}$ – время выбега ротора ТКР автомобиля КАМАЗ с внешней независимой системой смазки, с;

$L_{\text{экснс}}$ – эксплуатационный пробег автомобиля с начала использования с внешней независимой системой смазки, км.

Конечно в рядовой практике эксплуатации ТКР современных машин на форму взаимосвязи по выражениям (1) и (2) влияет множество эксплуатационных факторов, таких как погодные условия, вариант исполнения ТКР, степень загрузки автомобиля и др.

Методика исследований. Для возможности контроля мгновенных величин сигналов применялся USB Autoscope III (Осциллограф Постоловского). Все используемые датчики быстропеременных сигналов подсоединены к цифровому осциллографу [10]. Цифровой осциллограф USB Autoscope III (Осциллограф Постоловского) представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Цифровой осциллограф USB Autoscope III (Осциллограф Постолювского) в процессе измерений параметров

При помощи осциллографа представленного на рисунке 2 осуществлялся контроль выходных параметров ТКР и ДВС в режиме реального времени [3, 5, 10]: 1. Частота вращения коленчатого вала ДВС, мин^{-1} ; 2. Частота вращения вала ротора ТКР, мин^{-1} ; 3. Время выбега коленчатого вала ДВС, с; 4. Время выбега ротора турбокомпрессора, с; 5. Мгновенное давление масла до входа в подшипник ТКР, МПа; 6. Мгновенное давление масла до входа в подшипник ТКР от гидроаккумулялятора, МПа.

Контроль частоты вращения ротора ТКР осуществляется датчиком ДМ-01, сигнал с которого в режиме реального времени приходит на цифровой осциллограф. На рисунке 3 показан датчик ДМ-01, закрепленный на корпусе турбокомпрессора при помощи регулируемой струбины.



Рисунок 3 - Датчик, установленный на корпусе турбокомпрессора на струбине

Струбцина надежно крепит датчик на корпусе ТКР, обеспечивая его относительную установку на величину необходимого зазора до элементов вращения. Применяемый для измерения датчик оборотов магнитный ДМ-01 предназначен для преобразования магнитного поля от магнитной метки в электрический сигнал и может применяться для работы с измерителями оборотов, тахометрами и отметчиками фазы в балансировочных приборах.

Результаты эксперимента. После установки частоты вращения ротора ТКР $n=75000 \text{ мин}^{-1}$ производили измерение времени выбега ротора ТКР в зависимости от давления масла на входе в подшипник ТКР и входной температуры масла в подшипник ТКР.

По экспериментальным данным была построена графическая зависимость времени выбега ротора ТКР $t_{\text{выб}}$, с от давления масла на входе в подшипник ТКР $P_{\text{вх}}$, МПа и входной температуры масла в подшипник ТКР $T_{\text{вх}}$, $^{\circ}\text{C}$ (при частоте вращения ротора ТКР $n=75000 \text{ мин}^{-1}$) рисунок 4.

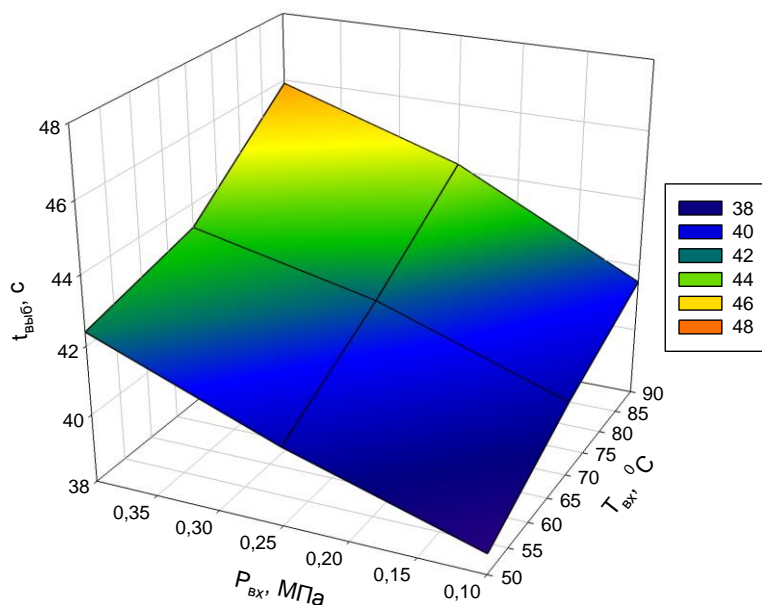


Рисунок 4 - Зависимость времени выбега ротора ТКР $t_{\text{выб}}$, с от давления масла на входе в подшипник ТКР $P_{\text{вх}}$, МПа и входной температуры масла в подшипник ТКР $T_{\text{вх}}$, $^{\circ}\text{C}$ (при частоте вращения ротора ТКР $n=75000 \text{ мин}^{-1}$)

Зависимость представленная на рисунке 4 может быть аппроксимирована квадратичным уравнением:

$$t_{\text{выб}}(T_{\text{вх}}, P_{\text{вх}}) = 35,73 - 0,013 \cdot T_{\text{вх}} + 17,37 \cdot P_{\text{вх}} + 0,0007 \cdot T_{\text{вх}}^2 - 9,62 \cdot P_{\text{вх}}^2, \quad (3)$$

Как видно из рисунка 4 время выбега ротора ТКР в значительной степени зависит от изменения входной величины давления масла. Так, разница входных давлений 0,4 – 0,25 МПа (при $T_{\text{вх}}=50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) приводит к небольшому уменьшению времени выбега ротора ТКР (изменение

составляет в пределах от 42,4 до 40,3 с). Тогда как разность входных давлений 0,25 – 0,1 МПа приводит к заметному уменьшению времени выбега ротора ТКР (изменение составляет в пределах от 40,3 до 38,6 с). Из рисунка 4 видно, что с увеличением входной температуры масла в подшипник ТКР время выбега ротора ТКР увеличивается. Так при постоянной величине входного давления масла 0,4 МПа увеличение входной температуры масла в подшипник ТКР в пределах с 50 до 90 °С приводит к увеличению времени выбега ротора ТКР с 42,4 до 45,9 с. При давлении масла 0,1 МПа увеличение составляет с 38,6 до 41,5 с. При большем давлении 0,4 МПа выбег происходит в лучших условиях по сравнению с давлением 0,1 МПа. Механические потери также существенно уменьшаются.

Выводы: Для подтверждения теоретических предпосылок были проведены экспериментальные исследования по поиску зависимости времени выбега ротора ТКР $t_{\text{выб}}$, с от трех входных параметров: входного давления $P_{\text{вх}}$, МПа; частоты вращения ротора ТКР n , мин⁻¹ и температуры масла на входе в подшипник ТКР $T_{\text{вх}}$, °С). Установлено, что уменьшение частоты вращения ротора ТКР с 75000 до 25000 (при постоянной величине входного давления масла 0,40 МПа) приводит к уменьшению времени выбега с 42,4 до 12,3 с. В свою очередь, снижение величины входного давления с 0,40 до 0,10 МПа (при постоянной частоте вращения ротора ТКР 75000 мин⁻¹) приводит к уменьшению времени выбега с 42,4 до 38,6 с.

Литература

1. Орлов, Н.В. Снижение теплонапряженности элементов турбокомпрессоров использованием автономной смазочной системы / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // Научное обозрение. – 2013. – №8. – С. 49-55.
2. Носырев, Д.Я. Совершенствование системы газотурбинного наддува тепловозных дизелей / Д.Я. Носырев, А.Ю. Балакин, А.А. Свечников // Наука и образование транспорту. – 2014. – № 1. – С. 31-32.
3. Development of combined ICE startup system by means of hydraulic starter / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, Z.V. Almetova // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 206. – P. 1238-1245.
4. Diagnostics of Friction Bearings by Oil Pressure Parameters During Cycle-By-Cycle Loading / A.V. Gritsenko, E.A. Zadorozhnaya, V.D. Shepelev // Tribology in Industry. – 2018. – Vol. 40, – Issue 2. – P. 300–310. doi: <https://doi.org/10.24874/ti.2018.40.02.13>.
5. Modernization of the turbocharger lubrication system of an Internal combustion engine / A.M. Plaksin, A.V. Gritsenko, K.V. Glemba // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 129. – P. 857-862.

6. Nelson D.A. Development of a Noncontacting Mechanical Seal for High Performance Turbocharger Applications / ASME. J. Eng. Gas Turbines Power. March 2019; 141(3): 031008. <https://doi.org/10.1115/1.4041244>.

7. Optimization of the lubrication system in a turbocharged engine / Cho-Yu Lee, Dani Joseph Veera, Huan-Yuan Chen, Jui-Hung Chang, Kao-Ruei Hung // Modern Physics Letters B – Vol. 33, – NO. 14n15 <https://doi.org/10.1142/S0217984919400116>.

8. Sathaporn Chuepeng, Sumate Saipom Lubricant thermo-viscosity effects on turbocharger performance at low engine load. Applied Thermal Engineering. – Vol. 139, 5 July 2018, – P. 334-340. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.05.002>.

9. Studuing Lubrication System of Turbocompressor Rotor with Integrated Electronic Control / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, V.D. Shepelev // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017 Procedia Engineering 206.– 2017. – P. 611–616.

10. Руководство по эксплуатации USB Autoscope III, руководство по работе с программой USB осциллограф. Режим доступа: http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf.

11. Орлов, Н.В. Анализ деформаций и теплонапряженности корпуса турбокомпрессора двигателей КАМАЗ-ЕВРО / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – №3(57). – Вып. 1. – С. 177-181.

12. Денисов, А.С. 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. The algorithm for diagnosing a cylinder-piston group using the technical endoscope / E. V. Ageev, A. L. Kudryavtsev, A. L. Sevastyanov // World of Transport and Technological Machinery, – 2012 – 1, – pp. 116-122.

14. Informativeness increasing of internal combustion engines diagnosis due to technical endoscope / E. V. Ageev, A. Y. Altukhov, A. V. Scherbakov, A. N. Novikov // Journal of Engineering and Applied Sciences, – 2017. – 12 (4), – pp. 1028-1030.

15. Экспертная система контроля технического состояния автомобилей / А.Д. Шумилин, В.В. Лянденбургский, М.К. Капунова [и др.] // Научное обозрение. – 2016. – №4. – С. 85-89.

16. Габдрафиков. Ф.З. Энергоэффективная система предпусковой тепловой подготовки дизеля машинно-тракторного агрегата /

Ф.З. Габдрафиков, У.С. Галиакберов, В.М. Гиндуллин // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 11 (78). – С. 82–91.

17. 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.

18. 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.

УДК 621.43

Гриценко Александр Владимирович*Доктор технических наук, профессор**alexgrits13@mail.ru**Южно-Уральский государственный**аграрный университет, Челябинск***Бурцев Александр Юрьевич***Кандидат технических наук, доцент**burzeval2009@yandex.ru**Кузбасский государственный технический**университет им. Т.Ф. Горбачева, Белово***Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

КОНТРОЛЬ РАСХОДА МАСЛА СОВРЕМЕННЫХ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ

Аннотация. Проводится экспериментальное исследование расходных характеристик масла проходящего через подшипник ротора турбокомпрессора автомобиля КАМАЗ при натурных испытаниях.

Ключевые слова: двигатель, турбонаддув, турбокомпрессор, подшипник, масло, расход, измерения, диагностирование.

Alexander V. Gritsenko*Doctor of Technical Sciences, Professor**alexgrits13@mail.ru**South Ural State University, Chelyabinsk, Russia***Alexander Yu. Burtsev***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**burzeval2009@yandex.ru**Kuzbass State Technical University T.F. Gorbachev, Belovo, Russia***Ildus Kh. Gimaltidinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**tskazgau@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

OIL CONSUMPTION CONTROL OF MODERN TURBOCHARGERS OF KAMAZ

Abstract. An experimental study of the consumption characteristics of the oil passing through the bearing of the rotor of the turbocharger of the KAMAZ automobile during field tests is carried out.

Keywords: engine, turbocharging, turbocharger, bearing, oil, consumption, measurements, diagnostics.

Тенденция роста числа автомобилей с турбонаддувом будет набирать обороты и к 2025 году большинство автомобильных заводов перейдут на стандарт даунсайтинга [1, 2, 3]. Мероприятия даунсайтинга немыслимы без турбонаддува [4, 5, 6]. По данным ряда исследований турбонаддув обеспечивает снижение расхода топлива на 7-18%, а также выбросы токсичных компонентов на 5-20% в зависимости от конкретных условий [7, 8, 9]. В то время как реализация гибридных автомобилей или полностью электрических потребует на порядок больших материальных затрат. Все это дает большое преимущество даунсайтингу, как направлению совершенствования автотранспорта [10, 11].

Процесс активного применения даунсайтинга зародился относительно недавно, и его началом можно считать 100% установку на все дизельные ДВС турбонаддува [12, 13, 14]. С точки зрения прибавки мощности и обеспечения экономичности это имело огромное значение для автомобилестроения всего мира [15, 16, 17]. Уже несколько позже к турбонаддуву стали добавляться другие мероприятия по повышению единичной мощности: система Common Rail, непосредственный впрыск топлива в камеру сгорания, многокомпонентные каталитические нейтрализаторы, автоматическая регулировка фаз ГРМ и многие другие [18, 19]. Так как в области дизельного машиностроения процесс внедрения даунсайтинга уже существенно впереди, то следующие десятилетия конструктивное совершенствование в области турбонаддува коснется бензиновых ДВС [20].

На сегодня уже установившийся тренд – пока существует турбонаддув, будет использоваться ДВС и все интеллектуальные системы. Таким образом, всем автомобильным заводам придется перейти на длительную технологию производства турбомоторов, масел к ним, систем управления, контроля и диагностирования при использовании по назначению [1, 2, 3]. Таким образом, конструктивные элементы предложенные в данной научной работе актуальны и применимы в перспективе 10-15 лет [2].

Теоретические исследования. В условиях эксплуатации возможны варианты работы турбокомпрессора в режимах неблагоприятной смазки [4, 5, 14]. Так запуск двигателя часто сопровождается запаздыванием поступления масла к подшипникам ТКР, это вызывает повышенное трение в зазорах, и как следствие увеличенный износ [15, 16, 17]. При глушении ДВС также возможны варианты перегрева масла в зазорах, повышенное трение и отказ подшипников [18, 19]. И в рядовой эксплуатации по мере износа подшипника ТКР утечки возрастают и возникают режимы полусухого трения, а также это явление свойственно режимам резкого снижения

частоты вращения ДВС [16, 17]. Рассмотрим теоретические аспекты работы турбокомпрессора, сопровождающие его процессы подачи масла и смазки подшипников, а также возможные варианты нарушения эксплуатационных режимов [15].

Рассмотрим результаты исследования серийных и доработанных подшипников турбокомпрессора А. Т. Кулакова и А. С. Денисова [12, 13, 18, 19]. Представим их в виде данных таблицы 1 и рисунка 1.

Таблица 1 - Зависимость расхода масла через подшипник турбокомпрессора от частоты вращения коленчатого вала ДВС

Q_p , л/мин	n , мин ⁻¹				
	600	1000	1500	2000	2500
1. Серийный узел трения	2,15	3,52	4,51	4,92	5,01
2. С усовершенствованным узлом трения	1,10	2,01	3,02	3,82	4,19
3. ТКР марки «Швитцер» с современным узлом трения	0,52	0,61	0,91	1,22	1,87

Как видно из рисунка 1 исследователям А. Т. Кулакову, А. С. Денисову и их ученикам удалось увеличить расход масла через подшипник ТКР [5, 12, 18, 19].

По их данным применение таких технических решений, как автономная смазочная система, использование гидроаккумулятора, совершенствование конструкции подшипников увеличивает время выбега ротора ТКР на 3-10% в период наработки до 100 тыс. км ДВС. Главным образом, эффект заключается в увеличении расхода масла через элементы ТКР и поддержании величины давления на номинальном уровне [5, 12].

Q_p , л/мин

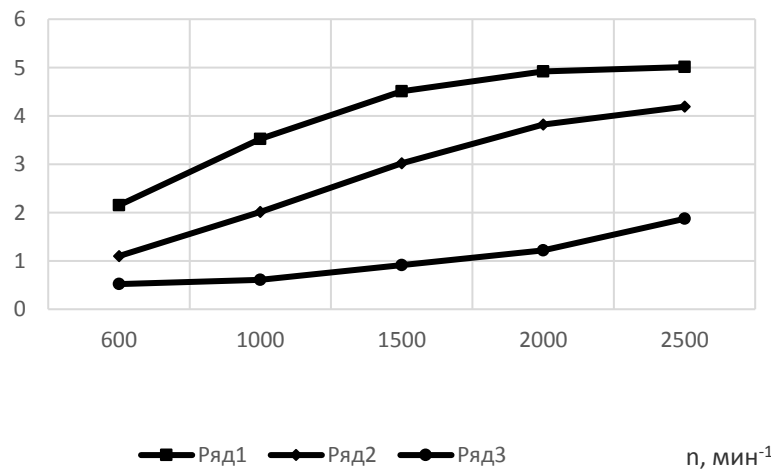


Рисунок 1 - Зависимость параметра Q_p , л/мин от частоты вращения коленчатого вала ДВС n , мин⁻¹

Методика исследований. Объектом испытаний являлся турбокомпрессор K27-145 чешского производства. Турбокомпрессор K27-145 запитывается выхлопными газами от двигателя ЗМЗ-4062 (рисунок 2).

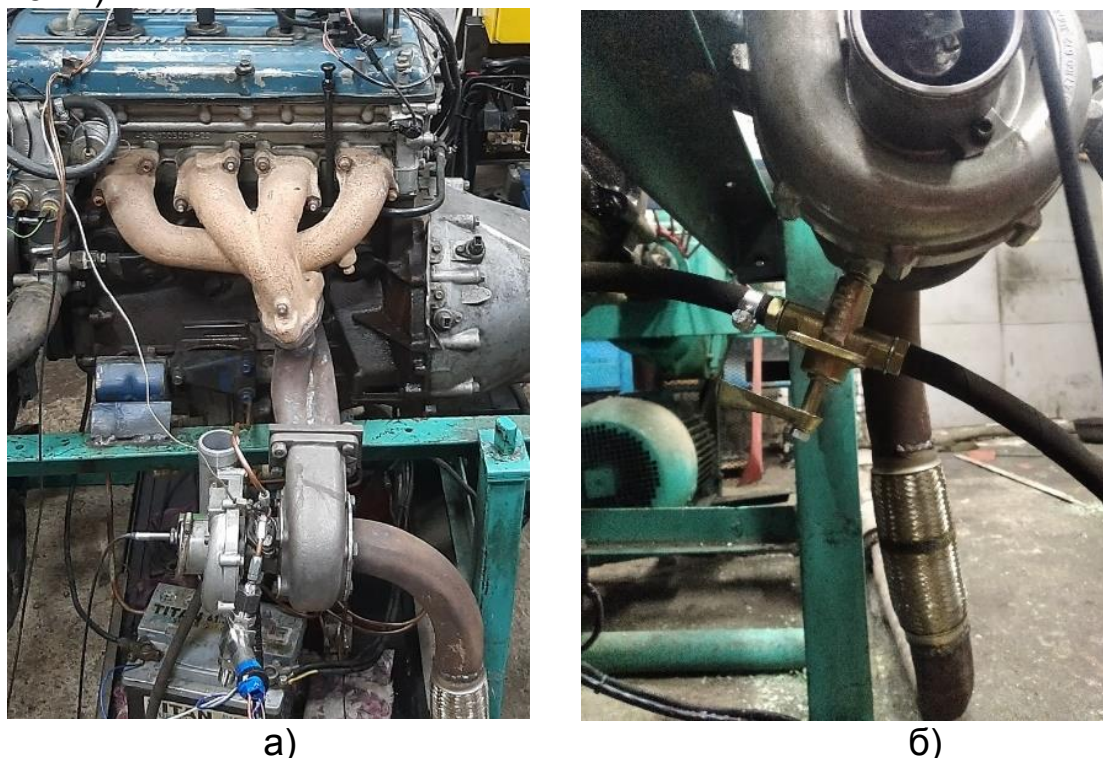


Рисунок 2 – Установка: а) Турбокомпрессор K27-145 чешского производства питаемый выхлопными газами от двигателя ЗМЗ-4062; б) Трехходовой кран с расходомером масла на сливе ТКР и термопарой для измерения мгновенной температуры масла на выходе из подшипника ТКР

Турбокомпрессор K27-145 был подсоединен при помощи специально изготовленного фланца к выпускному тракту ДВС (рисунок 2,а). Турбокомпрессор максимально приближен к выпускному тракту с целью минимальных потерь энергии выпускных газов выходящих из работающих цилиндров. Далее за турбокомпрессором выпускной тракт соответствует стандартной выпускной системе двигателя ЗМЗ-4062.

Под турбокомпрессором установлен трехходовой кран с расходомером масла на сливе ТКР и термопарой для измерения мгновенной температуры масла на выходе из подшипника ТКР (рисунок 2,б).

При штатном режиме функционирования ТКР масло поступает в линию обратной магистрали и сливается обратно в масляный бак. Однако в случае, когда необходимо оценить расход масла через подшипник ТКР, кран переключается в положение слива в специальную магистраль и мерную емкость для измерения расхода масла через подшипник при данной температуре. В исследованиях использовалась литровая емкость, которая наполнялась полностью и регистрировалось по секундомеру время заполнения литровой емкости. После чего

производилось обратное переключение крана и масло вновь поступало на слив в масляный бак.

Результаты эксперимента. После установки частоты вращения ротора ТКР $n=75000 \text{ мин}^{-1}$ производили измерение времени наполнения мерной емкости объемом 1 литр на сливе ТКР в зависимости от давления масла на входе в подшипник ТКР и входной температуры масла в подшипник ТКР.

Таблица 2 - Результаты измерений времени наполнения мерной емкости объемом 1 литр на сливе ТКР при вариации параметров

№ п.п.	$n, \text{ мин}^{-1}$	$P_{\text{вх}}, \text{ МПа}$	$T_{\text{вх}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t, \text{ с}$
1.	75000	0,1	50	206
2.	75000	0,25	50	45
3.	75000	0,4	50	27
4.	75000	0,1	70	179
5.	75000	0,25	70	41
6.	75000	0,4	70	24
7.	75000	0,1	90	149
8.	75000	0,25	90	37
9.	75000	0,4	90	20

Повторность каждого опыта в таблице 2 заключалась в пяти измерениях и усреднении измеренного значения. Полученные экспериментальные данные были обработаны с использованием программного продукта Sigma Plot. В результате обработки данных получено уравнение регрессии (1).

По данным математической обработки таблицы 2 была построена графическая зависимость времени наполнения мерной емкости объемом 1 литр на сливе ТКР $t, \text{ с}$ от давления масла на входе в подшипник ТКР $P_{\text{вх}}, \text{ МПа}$ и входной температуры масла в подшипник ТКР $T_{\text{вх}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$ (при частоте вращения ротора турбокомпрессора $n=75000 \text{ мин}^{-1}$) (рисунок 3).

Зависимость, представленная на рисунке 3 может быть аппроксимирована квадратичным уравнением:

$$t(T_{\text{вх}}, P_{\text{вх}}) = 370,09 - 0,36 \cdot T_{\text{вх}} - 1844,0 \cdot P_{\text{вх}} - 0,0017 \cdot T_{\text{вх}}^2 + 2659,2 \cdot P_{\text{вх}}^2, \quad (1)$$

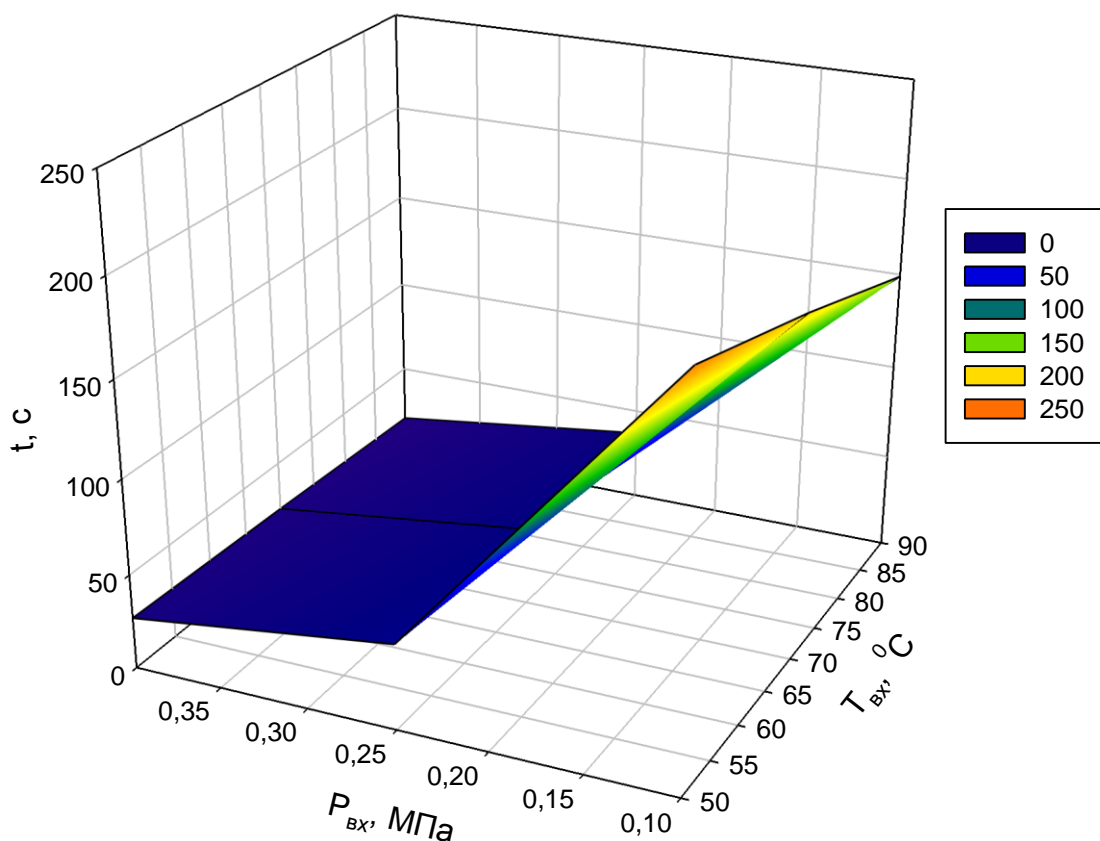


Рисунок 3 - Зависимость времени наполнения мерной емкости объемом 1 литр на сливе ТКР t , с от давления масла на входе в подшипник ТКР $P_{вх}$, МПа и входной температуры масла в подшипник ТКР $T_{вх}$, °С (при частоте вращения ротора ТКР $n=75000$ мин⁻¹)

Как видно из рисунка 3 время наполнения мерной емкости в значительной степени зависит от изменения входной величины давления масла. Так, разница входных давлений 0,4 – 0,25 МПа (при $T_{вх}=50$ °С) приводит к весоному увеличению времени наполнения (изменение составляет в пределах от 27 до 45 с). Тогда как разность входных давлений 0,25 – 0,1 МПа приводит к заметному увеличению времени наполнения (изменение составляет в пределах от 45 до 206 с). Из рисунка 4.25 видно, что с увеличением входной температуры масла в подшипник ТКР время наполнения литровой емкости уменьшается. Так при постоянной величине входного давления масла 0,4 МПа увеличение входной температуры масла в подшипник ТКР в пределах с 50 до 90 °С приводит к снижению времени наполнения литровой емкости с 27 до 20 с.

Выводы: Разработана экспериментальная установка, включающая в себя двигатель 3МЗ-4062, раму, нагрузочное устройство, независимую систему смазки ТКР, панель контрольных и измерительных приборов. Стенд позволяет проводить экспериментальные исследования процесса смазки подшипников ТКР в максимально приближенных к реальным условиям. Значительная вариация режимов

испытаний позволяет подобрать наиболее рациональные условия смазки подшипников ТКР современных машин.

Литература

1. Development of combined ICE startup system by means of hydraulic starter / A. V. Gritsenko, A. M. Plaksin, Z. V. Almetova // *Procedia Engineering*. – 2017. – Vol. 206. – P. 1238-1245.
2. Diagnostics of Friction Bearings by Oil Pressure Parameters During Cycle-By-Cycle Loading / A.V. Gritsenko, E.A. Zadorozhnaya, V.D. Shepelev // *Tribology in Industry*. – 2018. – Vol. 40, – Issue 2. – P. 300–310. doi: <https://doi.org/10.24874/ti.2018.40.02.13>.
3. Modernization of the turbocharger lubrication system of an Internal combustion engine / A.M. Plaksin, A.V. Gritsenko, K.V. Glemba // *Procedia Engineering*. – 2015. – Vol. 129. – P. 857-862.
4. Исследование работы элементов турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / В.А. Луцко, Р.Р. Хасанов, А.Х. Хайруллин, В.М. Гуреев // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. – 2017. – № 12 (693). – С. 20-29.
5. Орлов, Н.В. Снижение теплонапряженности элементов турбокомпрессоров использованием автономной смазочной системы / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // *Научное обозрение*. – 2013. – №8. – С. 49-55.
6. Носырев, Д.Я. Совершенствование системы газотурбинного наддува тепловозных дизелей / Д.Я. Носырев, А.Ю. Балакин, А.А. Свечников // *Наука и образование транспорту*. – 2014. – № 1. – С. 31-32.
7. Nelson, D. A. Development of a Noncontacting Mechanical Seal for High Performance Turbocharger Applications / *ASME. J. Eng. Gas Turbines Power*. March 2019; 141(3): 031008. <https://doi.org/10.1115/1.4041244>.
8. Optimization of the lubrication system in a turbocharged engine / Cho-Yu Lee, Dani Joseph Veera, Huan-Yuan Chen, Jui-Hung Chang, Kao-Ruei Hung // *Modern Physics Letters B* – Vol. 33, – NO. 14n15 <https://doi.org/10.1142/S0217984919400116>.
9. Sathaporn Chuepeng, Sumate Saipom Lubricant thermo-viscosity effects on turbocharger performance at low engine load. *Applied Thermal Engineering*. – Vol. 139, 5 July 2018, – P. 334-340. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.05.002>.
10. Studuing Lubrication System of Turbocompressor Rotor with Integrated Electronic Control / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, V.D. Shepelev // *International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017 Procedia Engineering* 206.– 2017. – P. 611–616.
11. Руководство по эксплуатации USB Autoscope III, руководство по работе с программой USB осциллограф: сайт / Автосканеры. – URL:

http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf
(дата обращения: 10.11.2021).

12. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров ТКР 7Н / А.С. Денисов, А.Ф. Малаховецкий, А.Т. Кулаков [и др.] // Вестник СГТУ. – 2004. – № 1 (2). – С. 69-76.

13. Орлов, Н.В. Потенциал функционального тюнинга грузовых автомобилей / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // Грузовик. – 2012. – №07. – С. 13-18.

14. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.

15. Галиев, И.Г. Прибор диагностирования турбокомпрессора дизельного двигателя / И.Г. Галиев, В.И. Дардымов // Агроинженерная наука XXI века. / Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – 317-323 с.

16. 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.

17. 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.

18. Орлов, Н.В. Анализ деформаций и теплонапряженности корпуса турбокомпрессора двигателей КАМАЗ-ЕВРО / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – №3(57). – Вып. 1. – С. 177-181.

19. Денисов, А.С. 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.

20. Zadorozhnaya E.A. Solving a thermohydrodynamic lubrication problem for complex-loaded sliding bearings with allowance for rheological behavior of lubricating fluid / Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2015. – Vol. 44. – № 1. – P. 46-56.

УДК 621.43

Гриценко Александр Владимирович*Доктор технических наук, профессор**alexgrits13@mail.ru**Южно-Уральский государственный**аграрный университет, Челябинск***Бурцев Александр Юрьевич***Кандидат технических наук, доцент**burzeval2009@yandex.ru**Кузбасский государственный технический**университет им. Т.Ф. Горбачева, Белово***Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА СОВРЕМЕННЫХ
ТУРБОКОМПРЕССОРОВ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ**

Аннотация. Проводится экспериментальное исследование температурных параметров масла проходящего через подшипник ротора турбокомпрессора автомобиля КАМАЗ.

Ключевые слова: двигатель, турбокомпрессор, подшипник, температура, контроль, отказ.

Gritsenko Alexander Vladimirovich*Doctor of Technical Sciences, Professor**alexgrits13@mail.ru**South Ural State University, Chelyabinsk, Russia***Burtsev Alexander Yuryevich***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**burzeval2009@yandex.ru**Kuzbass State Technical University T.F. Gorbachev, Belovo, Russia***Gimaltdinov Ildus Khafizovich***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**tskazgau@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***CONTROL OF THE TEMPERATURE OF THE OIL OF MODERN
TURBOCHARGER CAR KAMAZ**

Abstract. An experimental study of the temperature of the oil parameters passing through the KAMAZ vehicle turbocharger is carried out through the bearing.

Keywords: engine, turbocharger, bearing, temperature, control, refusal.

В современном автомобилестроении наблюдается тенденция создания систем по принципу обеспечения независимости привода или отдельного подвода питания [1, 2]. Известны системы подготовки к запуску в зимнее время, предварительной прокачки, пневматического запуска ДВС, комбинированные системы пуска, различные разновидности саморегулирующихся автоматизированных устройств [3, 4]. Рассмотрим турбонаддув современных автомобилей, для которого сегодня преобладает тенденция полного автоматизма рабочих процессов, режимов работы и регулировочных параметров [5, 6, 7]. Вместе с тем, в системах турбонаддува недостаточно реализован контроль технического состояния его элементов, отвечающих за ресурсные параметры [8, 9, 10]. Так из многочисленных работ известно, что самым ненадежным узлом турбокомпрессора является подшипник [11, 12]. Контроль статистики отказов систем ДВС показывает, что по разным данным на турбокомпрессор приходится от 7 до 27% отказов [14, 15, 16]. Оснащение автомобилей турбонаддувом позволяет при минимальных затратах на доработку ДВС получить прибавку мощности в 5-60% [17, 18]. Однако вместе с существенным положительным эффектом не менее весомым являются последствия оснащения турбонаддувом: значительное увеличение тепловых нагрузок, ускорение старения масел, увеличение динамических нагрузок на элементы ДВС, перепады давлений во впускных магистралях, появление нежелательных явлений (помпаж, вибрации, шум) [19]. В этих условиях актуальна разработка независимых систем смазки подшипников ТКР и подпитки их при помощи встроенных гидроаккумуляторов во время пуска, а также на режимах со значительными нагрузками на минимальных частотах вращения коленчатого вала, заглохании ДВС [20].

Вопросам разработки комплексных мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности эксплуатации, обслуживания и ремонта современных систем турбонаддува посвящены научные исследования и разработки А.Т. Кулакова, А.С. Денисова, Н.В. Орлова, Е.А. Задорожной, А.Р. Асояна, А.Р. Галимова, И.Г. Галиева, А.А. Коркина, А.Ф. Малаховецкого, Д.Я. Носырева, А.А. Свечникова, D.A. Nelson, Cho-Yu Lee, Sathaporn Chuereng и другие [2, 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

Методика исследований. Руководствуясь их трудами и результатами была сконструирована исследовательская установка ТКР двигателей внутреннего сгорания, которая предназначена для определения фактических эксплуатационных параметров [4, 6]. На исследовательской установке испытываются ТКР ДВС различной эквивалентной мощности с фиксацией параметров [10]. Полноразмерная исследовательская установка была разработана на базе двигателя 3M3-4062 с установленным на него турбокомпрессором K27-145 (Strakonice-Чехия) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Исследовательская установка на базе двигателя 3М3-4062 с установленным на него турбокомпрессором K27-145 (Strakonice-Чехия)

Исследовательская установка для проведения экспериментальных исследований имеет в своей конструкции комплекс систем и узлов, необходимых для полноценных испытаний турбокомпрессора с независимой системой смазки, гидроаппаратурой и магистралями [4, 6, 10].

Результаты эксперимента. После установки частоты вращения ротора ТКР $n=75000 \text{ мин}^{-1}$ производили измерение температуры масла на сливе ТКР в зависимости от давления масла на входе в подшипник ТКР и входной температуры масла в подшипник ТКР.

Повторность каждого опыта заключалась в пяти измерениях и усреднении измеренного значения. Полученные экспериментальные данные были обработаны с использованием программного продукта Sigma Plot. Программа Sigma Plot сформировала таблицу обработки данных с анализом статистических величин и уравнением регрессии, которое представлено ниже (уравнение (1)).

По данным таблицы программы Sigma Plot была построена графическая зависимость температуры масла на сливе ТКР $T_{\text{ВЫХ}}, ^\circ\text{C}$ от давления масла на входе в подшипник ТКР $P_{\text{ВХ}}, \text{МПа}$ и входной температуры масла в подшипник ТКР $T_{\text{ВХ}}, ^\circ\text{C}$ (при частоте вращения ротора ТКР $n=75000 \text{ мин}^{-1}$) (рисунок 2).

Зависимость представленная на рисунке 2 может быть аппроксимирована квадратичным уравнением:

$$T_{\text{ВЫХ}}(T_{\text{ВХ}}, P_{\text{ВХ}}) = 41,49 + 0,15 \cdot T_{\text{ВХ}} - 28,5 \cdot P_{\text{ВХ}} + 0,007 \cdot T_{\text{ВХ}}^2 - 7,4 \cdot P_{\text{ВХ}}^2, \quad (1)$$

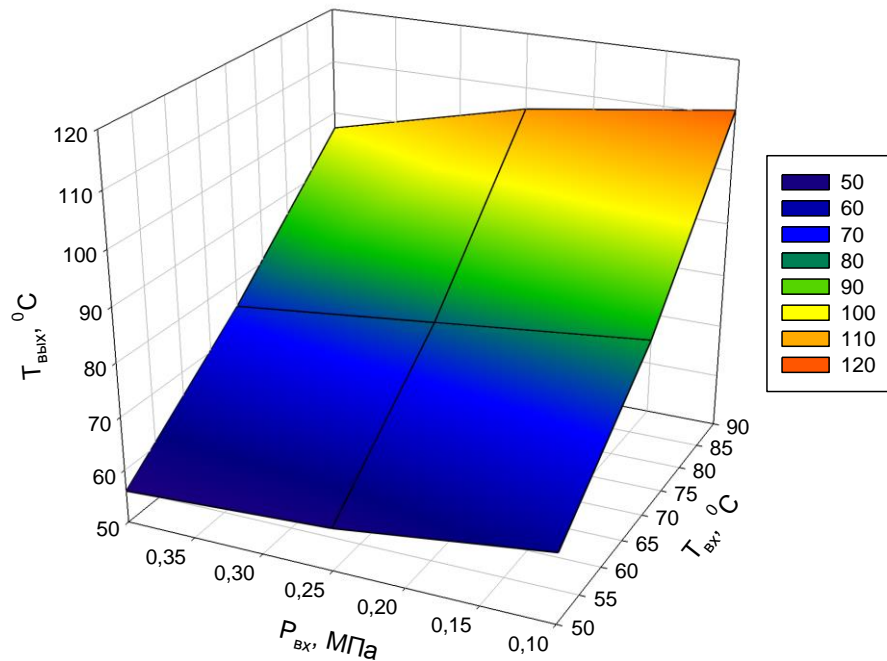


Рисунок 2 – Зависимость температуры масла на сливе ТКР $T_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$ от давления масла на входе в подшипник ТКР $P_{\text{вх}}, \text{МПа}$ и входной температуры масла в подшипник ТКР $T_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$ (при частоте вращения ротора ТКР $n=75000 \text{ мин}^{-1}$)

Как видно из рисунка 2 температура масла на сливе ТКР в незначительной степени зависит от изменения входной величины давления масла. Так, разница входных давлений 0,4 – 0,25 МПа (при $T_{\text{вх}}=50 ^\circ\text{C}$) приводит к небольшому увеличению температуры масла на сливе ТКР (изменение составляет в пределах от 56 до 58 $^\circ\text{C}$). Тогда как разность входных давлений 0,25 – 0,1 МПа приводит к незаметному (почти линейному) увеличению температуры масла на сливе ТКР (изменение составляет в пределах от 58 до 63 $^\circ\text{C}$). Из рисунка 2 видно, что с увеличением входной температуры масла в подшипник ТКР температура масла на сливе ТКР увеличивается. Так при постоянной величине входного давления масла 0,4 МПа увеличение входной температуры масла в подшипник ТКР в пределах с 50 до 90 $^\circ\text{C}$ приводит к увеличению температуры масла на сливе ТКР с 56 до 97 $^\circ\text{C}$. При давлении масла 0,1 МПа увеличение составляет с 63 до 111 $^\circ\text{C}$. При меньшем давлении теплоотдача существенно выше. Этим объясняется прирост температуры масла на сливе ТКР.

Выводы: Разработана экспериментальная установка, включающая в себя двигатель 3МЗ-4062, раму, нагрузочное устройство, независимую систему смазки ТКР, панель контрольных и измерительных приборов. Стенд позволяет проводить экспериментальные исследования процесса смазки подшипников ТКР в максимально приближенных к реальным условиям. Значительная вариация режимов

испытаний позволяет подобрать наиболее рациональные условия смазки подшипников ТКР современных машин.

Литература

1. Исследование работы элементов турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / В.А. Луцко, Р.Р. Хасанов, А.Х. Хайруллин, В.М. Гуреев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2017. – № 12 (693). – С. 20-29.
2. Орлов, Н.В. Снижение теплонапряженности элементов турбокомпрессоров использованием автономной смазочной системы / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // Научное обозрение. – 2013. – №8. – С. 49-55.
3. Носырев, Д.Я. Совершенствование системы газотурбинного наддува тепловозных дизелей / Д.Я. Носырев, А.Ю. Балакин, А.А. Свечников // Наука и образование транспорту. – 2014. – № 1. – С. 31-32.
4. Development of combined ICE startup system by means of hydraulic starter / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, Z.V. Almetova // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 206. – P. 1238-1245.
5. Diagnostics of Friction Bearings by Oil Pressure Parameters During Cycle-By-Cycle Loading / A.V. Gritsenko, E.A. Zadorozhnaya, V.D. Shepelev // Tribology in Industry. – 2018. – Vol. 40, – Issue 2. – P. 300–310. doi: <https://doi.org/10.24874/ti.2018.40.02.13>.
6. Modernization of the turbocharger lubrication system of an Internal combustion engine / A.M. Plaksin, A.V. Gritsenko, K.V. Glemba // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 129. – P. 857-862.
7. Nelson D.A. Development of a Noncontacting Mechanical Seal for High Performance Turbocharger Applications / ASME. J. Eng. Gas Turbines Power. March 2019; 141(3): 031008. <https://doi.org/10.1115/1.4041244>.
8. Optimization of the lubrication system in a turbocharged engine / Cho-Yu Lee, Dani Joseph Veera, Huan-Yuan Chen, Jui-Hung Chang, Kao-Ruei Hung // Modern Physics Letters B – Vol. 33, – NO. 14n15 <https://doi.org/10.1142/S0217984919400116>.
9. Sathaporn Chuepeng, Sumate Saipom Lubricant thermo-viscosity effects on turbocharger performance at low engine load. Applied Thermal Engineering. – Vol. 139, 5 July 2018, – P. 334-340. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.05.002>.
10. Studuing Lubrication System of Turbocompressor Rotor with Integrated Electronic Control / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, V.D. Shepelev // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017 Procedia Engineering 206.– 2017. – P. 611–616.
11. Руководство по эксплуатации USB Autoscope III, руководство по работе с программой USB осциллограф: сайт / Автосканеры. – URL:

http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf
(дата обращения: 10.11.2021).

12. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров ТКР 7Н / А.С. Денисов, А.Ф. Малаховецкий, А.Т. Кулаков [и др.] // Вестник СГТУ. – 2004. – № 1 (2). – С. 69 - 76.

13. Орлов, Н.В. Потенциал функционального тюнинга грузовых автомобилей / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // Грузовик. – 2012. – №07. – С. 13-18.

14. Галиев, И.Г. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 2 (32). С. 68-71.

15. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.

16. 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.

17. 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.

18. Орлов, Н.В. Анализ деформаций и теплонапряженности корпуса турбокомпрессора двигателей КАМАЗ-ЕВРО / Н.В. Орлов, А.С. Денисов, А.Р. Асоян // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – №3(57). – Вып. 1. – С. 177-181.

19. Денисов, А.С. 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.

20. Zadorozhnaya, E. A. Solving a thermohydrodynamic lubrication problem for complex-loaded sliding bearings with allowance for rheological behavior of lubricating fluid / E. A. Zadorozhnaya // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2015. – Vol. 44. – № 1. – P. 46-56.

УДК 631

Чокоей Степан Андреевич*Аспирант***Гриценко Александр Владимирович***Доктор технических наук, профессор**alexgrits13@mail.ru**Южно-Уральский государственный**аграрный университет, Челябинск***Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД НАСТРОЙКИ ГАЗОБАЛОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ 4 ПОКОЛЕНИЯ БЕЗ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ**

Аннотация. В данной статье рассматривается, обоснование применения газа, как альтернативного топлива, а также рассмотрены основные способы управления подачей топлива. Проведен анализ существующих распространенных методик настройки ГБО без обратной связи.

Ключевые слова: настройка ГБО, альтернативные топлива, газобаллонное оборудование.

Stepan Andreevich Chokoy*Graduate student**mail2014mail@mail.ru***Gritsenko Alexander Vladimirovich***Doctor of Technical Sciences, Professor**South Ural State University, Chelyabinsk, Russia***Gimaltdinov Ildus Khafizovich***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***UNIVERSAL METHOD OF SETTING UP GAS BALLOON
EQUIPMENT 4 GENERATION WITHOUT FEEDBACK**

Abstract. This article discusses the rationale for the use of gas as an alternative fuel, as well as the main ways to control the fuel supply. The analysis of the existing common methods of setting up HBO without feedback is carried out.

Keywords: setting up HBO, alternative fuels, gas cylinder equipment.

Современные энергетические установки для автотранспортных средств нуждаются в экологическом топливе, по сравнению с бензином.

Это продиктовано необходимостью решения экологической проблемы загрязнения окружающей среды. Так согласно исследованию [1], если тенденция роста выбросов загрязняющих веществ не изменится, то к 2050 году температура может подняться на 1,5 градуса Цельсия.

Существующие альтернативные варианты решения проблемы. Таким решением является водород [2, 3, 4]. Его преимущества:

1) Выше теплоотдача по сравнению с бензином (141 против 43 МДж/кг);

2) Образование воды (пара) в качестве отработавших газов (что не наносит такого ущерба угарным газом и несгоревшим топливом как другие виды топлив);

3) Возможность увеличить степень сжатия из-за малой плотности водорода, тем самым теоретически возможно достигнуть КПД до 90 %.

Однако существует и ряд значительных недостатков:

1) Получение водорода, сопровождается выбросами углеродных соединений в атмосферу, а применение электролиза не является экономически оправданным;

2) Из-за низкой плотности и высокой летучести водорода, необходимо применять специальные материалы для ДВС и хранения топлива, что значительно сказывается на экономическом эффекте.

Другим вариантом решения экологической проблемы можно рассмотреть электроэнергию и как идею развития – электрический двигатель [5, 6, 7, 8].

Преимущество электромобилей:

1) Высокий КПД электродвигателя до 90-95 % по сравнению с ДВС;

2) Отсутствие шума, а также простота и быстрота проведения технического обслуживания и ремонта и более высокая надежность из-за меньшего количества деталей.

Недостатки электромобилей:

1) Малый запас хода, а также проблемы запуска при отрицательных температурах;

2) Низкоэкологичен, так как основой получения электроэнергии является сжигание топлива (тепловая энергия).

Еще одним альтернативным источником является газовое топливо – метан или пропанобутановая смесь. Основные преимущества:

1) Уменьшение токсичности выбросов отработавших газов по сравнению с бензином в 1,5-2 раза. А также более высокое октановое число 100 (105) по сравнению с бензином (до 85), что уменьшает вероятность детонации;

2) Возможность применять газ и бензин одновременно, что позволит повысить запас хода, и ресурс двигателя.

Основные недостатки газового топлива:

1) Сложность запуска при температурах ниже +10 °С;

2) Дороговизна установки ГБО 4 поколения и старше, серьезное вмешательство в электрическую схему управления двигателем, что требует высокой квалификации, как от разработчиков систем, так и его установщиков [9, 10, 11, 12, 13].

Исходя из существующих перспективных вариантов альтернативного топлива, применение газа (пропан-бутан, метан), как буферной подушки для образования массового перехода, от бензина к более энергонасыщенному топливу, позволит замедлить или разрешить экологический и топливный кризисы. А значит, необходимо производить корректную настройку ГБО.

На точность настройки, а также возможности оптимизации системы ГБО, будут влиять следующие параметры: точность регистрирующих датчиков (расход газа и расход воздуха); быстродействия вычислительной аппаратуры (ЭБУ); точность дозирования топлива и воздуха (ограниченны механическими возможностями применяемых аппаратов); особенностей расчета (по текущим данным, по предыдущим данным) и т.д. [14].

Также на выбор и реализацию методики настройки ГБО отдельное влияние оказывает выбранная схема управления подачей газового топлива. Наиболее распространенные схемы отражены в таблице 1.

Таблица 1 - Схемы управления подачей газового топлива в двигатель с воспламенением от искры, для гибридных двигателей

Ключевые элементы схемы управления	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Два блока ЭБУ без датчика кислорода	- не требует глубоких знаний алгоритмов управления бензинового контроллера; - простота реализации.	- наличие дополнительного жгута проводов; - необходимость вмешательства в электропроводку автомобиля; - дополнительная трудоёмкость; - наличие второго контроллера.
Два блока ЭБУ с датчиком кислорода	- не требует глубоких знаний алгоритмов управления бензинового контроллера; - простота переоборудования на специализированных СТО.	- наличие дополнительного жгута проводов; - необходимость вмешательства в электропроводку автомобиля; - дополнительная трудоёмкость; - наличие второго контроллера.
Два контроллера	- не требует глубоких знаний алгоритмов управления бензинового контроллера; - простота переоборудования на специализированных СТО.	- наличие второго контроллера; - необходимость связи контроллеров для их синхронизации; - серьезное вмешательство электропроводку автомобиля; - наличие дополнительного жгута проводов.

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Один контролер	<ul style="list-style-type: none"> - уменьшение стоимости ГБО; - упрощение работы с электропроводкой автомобиля; - применение простого алгоритма для бензиновых форсунок при очистке жиклеров. 	<ul style="list-style-type: none"> - дороговизна переработки; - многообразие алгоритмов и контроллеров, что усложняет подбор.
Один контроллер, с разным управлением топливоподач и, одна на газ другая на бензин	<ul style="list-style-type: none"> - уменьшение стоимости ГБО; - упрощение работы с электропроводкой автомобиля; - возможность плавного переключения с газа на бензин, а также комбинированной подачи топлив при экстремальных нагрузках; - применение простого алгоритма для бензиновых форсунок при очистке жиклеров; - простой алгоритм управления. 	<ul style="list-style-type: none"> - дороговизна переработки; - многообразие алгоритмов и контроллеров, что усложняет подбор.

Исходя из анализа материалов проведенных в таблице 1, можно сделать следующие выводы:

- существующие схемы управления подачей газового топлива не решают задачу оптимизации соотношения стоимости разработки алгоритма управления подачей топлива и степени вмешательства в электрическую систему автомобиля;

- не существует универсальных алгоритмов управления топливной системой для образования связи между контроллером / ЭБУ и топливной системой, что требует от специалиста – диагноста знания многих особенностей в каждой системе;

- многообразие жгутов для связи между контроллером / ЭБУ и топливной системой требует разработки уникальных алгоритмов декодирования полученных сигналов, а также уникальных портов соединения.

Из накладываемых ограничений можно выделить следующее: возможность совершенствования будет только тогда оптимальной, когда будет достигнут одинаковый уровень совершенства в каждом из элементов.

В данный момент времени существует два подхода к управлению систем ДВС и расчету впрыснутого топлива и поданного объема воздуха –

прямое и обратное. Каждый из них имеет как преимущества, так и недостатки [14].

Прямой подход к управлению базируется на том, что мы под определенный объем воздуха подаем необходимое количество топлива, что можно описать такой формулой: $q_{ум} = f(G_{ез})$.

При этом расчет подачи топлива проводится по данным предыдущего цилиндра. Это дает большую точность на стационарных и устоявшихся режимах работы двигателя. При этом изменение поданного объема воздуха не влияет в значительной степени на неравномерность работы ДВС. Неравномерность можно нивелировать коэффициентом неравномерности наполнения цилиндров.

Также на точность подачи воздуха влияет угол открытия дроссельной заслонки и скорость изменения этого угла. Возможность отслеживать изменения угла реализуется за счет датчика положения дроссельной заслонки, а вот учет скорости изменения угла, а также прогнозирование степени его износа - проблематично.

Как следствие прямой подход к управлению подачей топлива в ГБО не позволяет реализовать экологическую и топливную экономичность при динамических режимах, что не подходит для городского движения. В нем, основным элементом является движение по типу старт – стоп [14].

Поэтому был применен, обратный способ управления, когда под определенный объем топлива подавалось необходимое количество воздуха, что можно описать формулой: $G_{ез} = f(q_{ум})$.

При таком подходе подача воздуха подбирается под каждый цилиндр индивидуально, что позволяет достигнуть большей степени точности при динамических режимах, но проблемы с расчетом поданного объема воздуха и определения степени износа дроссельной заслонки остаются. Для этой компенсации применяется коэффициент избытка воздуха, который настраивается после установки ГБО на автомобиль.

На данный момент времени из множества существующих компаний по производству и настройке ГБО, на российском рынке получили распространение 5 штук: Digitronic, BRC, Lovato, Alpha, Omvl [15]. Анализируя инструкции по настройке ГБО, которые предоставляют компании, можно утверждать, что наибольшее распространение получили два основных метода – автокалибровка и тонкая настройка [16, 17, 18, 19, 20].

Наибольшее распространение получила автокалибровка. В ее основе лежит идея расчета коэффициента избытка воздуха для всего диапазона нагрузки. Причем настройка идет только при одном значении частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Данный метод не может быть корректным, так как при малых значениях нагрузки, на холостом ходу, при средних и высоких нагрузках требуется разное качество образования топливо-воздушной смеси, а значит, потребуются различные коэффициенты избытка воздуха. Такая

настройка, будет эффективной только при устоявшемся движении, а значит, не будет адаптации к динамическим нагрузкам, которым подвергается автомобиль во время движения в городском цикле.

Другим вариантом является настройка по времени впрыска (грубый вариант), когда происходит запоминание ЭБУ времени впрыска бензина под определенной нагрузкой. После чего происходит переключение на газ и фиксация времени впрыска на газу. Затем необходимо произвести корректировку на необходимый процент (таким образом для всех нагрузок). Недостатком такого подхода является ограниченность выбора диапазона нагрузки (обычно он составляет 8-10 интервалов).

Дальнейшей идеей развития стала точная настройка, которая позволяет регулировать нагрузку для определенного времени впрыска при определенных частотах вращения коленчатого вала ДВС рисунок 1 [16].

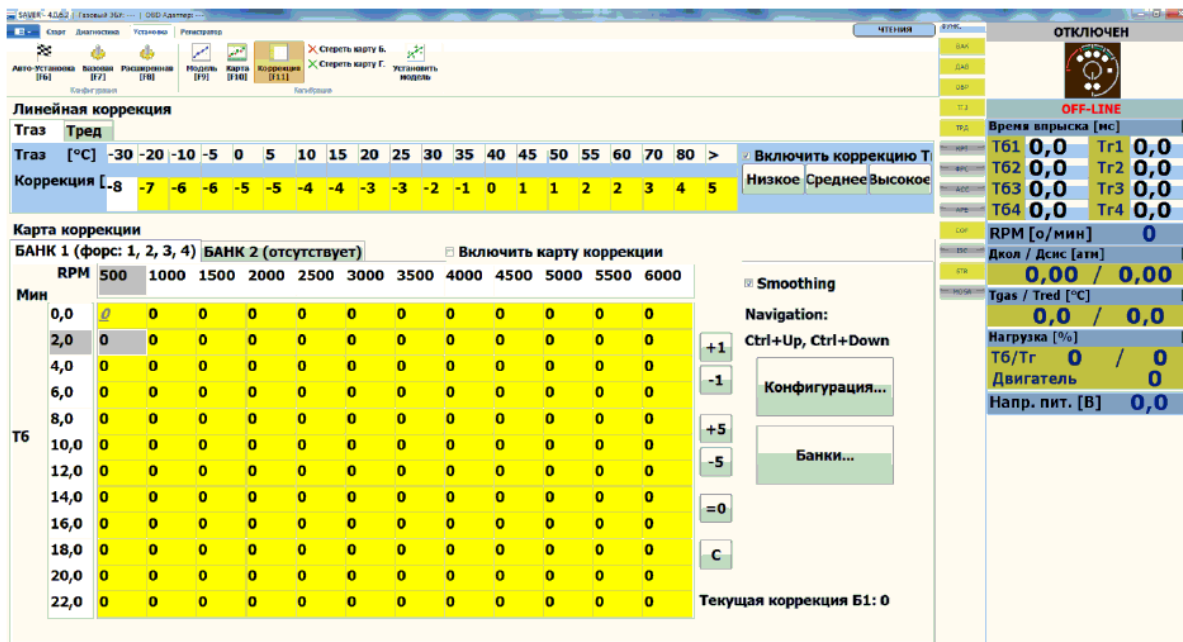


Рисунок 1 - Пример корректирующей топливной карты

Прогрессивным подходом к настройке ГБО является применение сканеров типа MAP или MAF, так как они могут отражать топливную коррекцию в режиме реального времени.

Датчики используют таблицу эталонных значений времени, и сравнивают их с текущими значениями, при этом отображают только процентную разницу, что и является топливной коррекцией. Наиболее оптимальным вариантом является разница между всеми ячейками матрицы топливной коррекции не выше +/- 5%, для любой нагрузки [18].

Так же если проводить обобщенный анализ существующих методов настройки ГБО без обратной связи, описанных в инструкциях можно сделать следующие выводы:

1) Для сбора информации (времени впрыска бензина и газа) необходим достаточно длительный период времени (1-2 минуты),

закрывающийся в поддержании устоявшегося режима движения, что в городском цикле достаточно затруднительно.

2) Существующие методы позволяют, определить оптимальные коэффициенты избытка воздуха для стационарных режимов, но не затрагиваются динамические варианты работы ДВС.

3) Рассчитанные коэффициенты коррекции воздуха будут актуальны только при отсутствии изменений технического состояния самого двигателя, а также регистрирующих датчиков. Поэтому необходимо учитывать и их техническое состояние во время расчета коэффициентов.

Заключение. Проведен анализ современных альтернативных источников топлива, определены их основные преимущества и недостатки. Так согласно анализу ближайшим перспективным топливом является газ. Рассмотрены основные схемы управления подачей топлива и выведены общие недостатки существующих схем. Проведен анализ существующих подходов к управлению системам топливоподачи и работы двигателя, выявлены основные преимущества и недостатки. Рассмотрены инструкции основных производителей ГБО, а также методы настройки аппаратуры. Выявлены основные недостатки существующих методов.

Рекомендации. Разработать универсальную методику настройки ГБО которая позволит достигнуть топливной экономичности даже с учетом, городского движения автомобиля. Провести анализ современных способов моделирования движения автомобиля в городском цикле, для имитации нагрузки. Разработать методику проведения настройки ГБО, учитывающую состояние датчиков, а также состояние ДВС. Разработать методику для учета динамического режима движения, для изменения коэффициента избытка воздуха.

Литература

1. Парижское соглашение (2015): сайт / Википедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Парижское соглашение_\(2015\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парижское_соглашение_(2015)) (дата обращения: 28.10.2021).

2. Пилипенко, С.О. Экологический аспект конкурентоспособности использования водорода в качестве топлива / С.О. Пилипенко // Проблемы машиностроения. – 2014. – Т. 17. – № 2. – С. 54-57.

3. Исматов, Ж.Ф. Водород - топливо будущего / Ж.Ф. Исматов, В.Р. Аширов, М.Х. Садуллаев // Достижения науки и образования. – 2019. – № 6(47). – С. 7-8.

4. Водородный транспорт: сайт / Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Водородный_транспорт (дата обращения: 28.10.2021).

5. Электромобиль: сайт / Википедия. – URL:

- <https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль> (дата обращения: 28.10.2021).
6. 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 // Lecture Notes in Mechanical Engineering (см. в книгах). – 2019. – Vol. Part F4. – P. 2163-2173. – DOI 10.1007/978-3-319-95630-5_233.
 7. 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.
 8. Электроэнергетика России : сайт / Справочник от Автор24. – URL: https://spravochnick.ru/geografiya/hozyaystvo_rossii/elektroenergetika_rossii/ (дата обращения: 28.10.2021).
 9. Багдасаров, Л.Н. Преимущества природного газа в качестве природного газа в качестве моторного топлива / Л.Н. Багдасаров, И.М. Губкина // Газовая промышленность. – 2017. – № 10. – С. 759. – С.12-18.
 10. Нагорнюк, О. Газовый и бензиновый двигатели: что лучше? / О. Нагорнюк: сайт / MEGAPOISK.COM. – URL: <http://megapoisk.com/sravnenie-benzinovogo-i-gazovogo-dvigatlej> (дата обращения: 28.10.2021).
 11. Беляев, С.В. Проблемы и перспективы применения газомоторных топлив на транспорте / С.В. Беляев, Г.А. Давыдков // Resources and Technology. – 2010 - №. 8. - С. 013-016.
 12. Дударь, В.С. Альтернативные вида топлива / В.С. Дударь // Экология «Молодой учёный». – 2018. – № 2 (188).– С. 168-171.
 13. Экологичность ГБО, сравнение выбросов в атмосферу бензина и пропана: сайт / Vervex. – URL: <https://www.vervex.ru/about/news/novosti/ekologichnost-gbo-sravnenie-vybrosov-v-atmosferu-benzina-i-propana/> (дата обращения: 28.10.2021).
 14. Шишков, В.А. Алгоритм диагностики элементов ГБО в системе электронного управления ДВС с искровым зажиганием / В.А. Шишков // Авто Газо Заправочный Комплекс + Альтернативное топливо. Международный науч-технический журнал. – 2011. – № 1. – С. 7-15.
 15. 5 лучших производителей ГБО : сайт / Знай авто. – URL: <https://znaiauto.ru/rating/luchshie-gbo> (дата обращения: 28.10.2021).
 16. Программы Digitronic: сайт / Digitronic. – URL: <https://www.digitronicgas.ru/support/programs/> (дата обращения: 28.10.2021).
 17. Гриценко, А.В. Метод диагностирования систем ДВС по тестовому контролю правильности функционирования систем / А.В. Гриценко // Экономика и производство: сборник научных трудов / под редакцией В. В. Ерофеева. – Челябинск: Челябинское региональное отделение РАЕН, 2012. – С. 113-121.
 18. Гриценко, А.В. Диагностирование электрических

бензонасосов автомобилей / А.В. Гриценко, К.А. Цыганов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 4. – С. 22-23.

19. Ерохов, В.И. Газобаллонные автомобили. Конструкция, расчёт, диагностика: учебник для ВУЗов / В.И. Ерохов. – М.: Горячая линия. – Телеком. – 2011. – 598 с.

20. Общие инструкции для ГБО OMVL: сайт / OMVL. – URL: <https://omvlgbo.ru/support/obsie-instrukcii-omvl/> (дата обращения: 28.10.2021).

УДК 621.791.5

Галиев Ильгиз Гакифович*Доктор технических наук, профессор
drGali@mail.ru***Хусаинов Раиль Камилевич***Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань***Галимов Энгель Рафикович***Доктор технических наук, профессор
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань***Кулаков Александр Тихонович***Доктор технических наук, профессор
Казанский (Приволжский) федеральный университет
(Набережночелнинский институт КФУ), Набережные Челны*

АНАЛИЗ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ МЕХАНИЗМОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ПОДОБИЯ И ТЕОРИИ РАЗМЕРНОСТЕЙ

Аннотация. Среди агрегатов тракторов и автомобилей наиболее быстро изнашиваемый и наименее надежный и долговечный агрегат - двигатель. Известно, что безотказность двигателя является функцией безотказности его механизмов и систем. В настоящее время в автотракторной промышленности достигнуты достаточно высокие средние ресурсы механизмов и систем двигателей. Исследование надежности двигателя в целом можно представить, как исследование вероятностных характеристик надежности двигателя по данным вероятностным характеристикам надежности отдельных его элементов, т.е. систем и механизмов.

Ключевые слова: двигатель, надежность, ресурс, метод подобия, теория размерностей.

Ilgiz G. Galiev*Doctor of Technical Sciences, Professor
drGali@mail.ru***Ramil K. Khusainov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Engel R. Galimov***Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia***Alexander T. Kulakov***Doctor of Technical Sciences, Professor*

*Kazan (Volga Region) Federal University
(Naberezhnye Chelny Institute of KFU), Naberezhnye Chelny, Russia*

ANALYSIS OF THE LAWS OF RESOURCE ALLOCATION OF THE MECHANISMS OF AUTOMOTIVE DIESEL ENGINES USING SIMILARITY METHODS AND DIMENSION THEORY

Abstract. Among the units of tractors and cars, the engine is the most quickly worn out and the least reliable and durable unit. It is known that the reliability of the engine is a function of the reliability of its mechanisms and systems. Currently, the automotive industry has achieved fairly high average resources of mechanisms and engine systems. The study of the reliability of the engine as a whole can be present as a study of the probabilistic characteristics of the reliability of the engine according to the probabilistic characteristics of the reliability of its individual elements, i.e. systems and mechanisms.

Keywords: engine, reliability, resource, similarity method, dimension theory.

Функционирование аграрного производства во многом зависит от эффективности использования технических средств при возделывании сельскохозяйственных культур [1, 2, 3, 4]. Одним из основных путей повышения эффективности использования техники в АПК является техническая эксплуатация тракторов [5, 6, 7].

Диагностирование и прогнозирование ресурса машин является одним из важнейших факторов управления эффективностью и надежностью тракторов, автомобилей, комбайнов и других сельскохозяйственных машин [8, 9, 10].

Поступающая в сельское хозяйство новая техника предъявляет все более высокие требования к качеству технического обслуживания и ремонта, точности регулировок систем и механизмов, а значит и совершенствованию методов и средств диагностирования.

Диагностированию отводится важная роль и в решении задачи повышения ресурса ремонтируемых тракторов, автомобилей, комбайнов и другой сельскохозяйственной техники.

Среди агрегатов тракторов и автомобилей наиболее быстро изнашиваемый и наименее надежный и долговечный агрегат - двигатель. Известно, что безотказность двигателя является функцией безотказности его механизмов и систем. Поэтому согласно теории надежности, двигатель можно рассматривать как систему, состоящую из последовательно соединенных элементов, не имеющую резервирования, т.е. отказ любого из элементов приводит к отказу всей системы [11, 12, 13].

В настоящее время в автотракторной промышленности достигнуты

достаточно высокие средние ресурсы механизмов и систем двигателей. В связи с этим очередной задачей следует считать снижение рассеивания ресурсов механизмов и систем двигателя, а также двигателя в целом.

Исследование надежности двигателя в целом можно представить, как исследование вероятностных характеристик надежности двигателя по данным вероятностным характеристикам надежности отдельных его элементов, т.е. систем и механизмов [14, 15, 16].

Анализ материалов испытаний показывает, что в основном отказы деталей, систем и механизмов, лимитирующих надежность двигателя, могут быть распределены по нормальному закону, закону Вейбулла (с выше 60%) и экспоненциальному. Использование указанных законов распределения при испытаниях на надежность вполне правомерно, так как они охватывают все характерно виды разрушений [17, 18, 19].

Отказы, появляющиеся в результате процесса изнашивания (постепенные), распределяются по нормальному закону, коэффициент вариации которого лежит в пределах $0 \leq V \leq 0,33$.

Отказы, появляющиеся в результате действия на конструкцию предельных значений различных нагрузок (как правило, являются поломками и носят внезапный характер), распределяются по экспоненциальному закону, коэффициент вариации которого лежит в пределах $0,8 \leq V \leq 1,0$.

Между двумя крайними распределениями вероятностей находится промежуточное распределение - по закону Вейбулла. Здесь правомерно появление как постепенных, так и внезапных отказов. Поэтому коэффициент вариации в этом случае может находиться в пределах $0,28 \leq V \leq 1,0$.

Переход от нормального закона распределения к экспоненциальному происходит через распределение по закону Вейбулла.

При этом коэффициент вариации проходит все значения $0 \leq V \leq 1,0$

При решении задач диагностирования все более широкое применение находят математические модели процессов, разработанные на основе закономерностей механических, физических, газодинамических и химических процессов, протекающих в дизеле [20, 21].

Обычно при разработке математической модели процессов учитывают следующие параметры:

x_i и x_i^0 , $i=1, \dots, n$ - соответственно структурные параметры и номинальные значения этих параметров;

y_i и y_i^0 , $i=1, \dots, s$ - соответственно параметры, характеризующие состояние внешней среды;

z_i , $i=1, \dots, m$ - параметры, характеризующие режим работы дизеля;

Y_i и Y_i^0 , $i=1, \dots, h$ -соответственно диагностические параметры дизеля, средние значения этих параметров и допустимые их отклонения;

n, m, h, s -число соответствующих параметров.

Между названными выше параметрами установлена функциональная зависимость, которая в общем случае имеет вид:

$$F_k(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}, \vec{Y}) = 0 \quad k=1, \dots, m, \quad (1)$$

где $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}, \vec{Y}$ -соответственно векторы.

Диагностирование автотракторных дизелей проводят, используя метод подобия и теории размерностей, метод математической статистики и теории вероятностей, метод распознавания образов и др.

Применение основных положений подобия и теории размерностей для обработки и анализа опытных данных по износу автотракторных двигателей позволяет устанавливать закономерности изменения скорости изнашивания в зависимости от регулировочных параметров двигателя.

Между скоростью изнашивания и регулировочными параметрами двигателя существует функциональная зависимость:

$$\frac{tg \alpha}{tg \alpha'} = f(N_e, \varphi_{\pi}, P_B, N_{ен}, \varphi_{\pi н}, P_{вн}), \quad (2)$$

которая, согласно П-теореме, может быть представлена как зависимость между безразмерными комплексами.

Применяя метод нулевых размерностей найдем, что безразмерная скорость изнашивания $\Pi = \frac{tg \alpha}{tg \alpha'}$ в рассматриваемом случае является функцией следующих критериев:

$$\frac{tg \alpha}{tg \alpha'} = f\left[\frac{N_e}{N_{ен}}, \frac{\varphi_{\pi}}{\varphi_{\pi н}}, \frac{P_B}{P_{вн}}\right] \quad (3)$$

Вводя обозначения критериев

$$\Pi_1 = \frac{N_e}{N_{ен}}, \quad \Pi_2 = \frac{\varphi_{\pi}}{\varphi_{\pi н}}, \quad \Pi_3 = \frac{P_B}{P_{вн}} \quad (4)$$

получим

$$\Pi = f(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3). \quad (5)$$

Вначале определяется влияние критериев Π_1 и Π_2 на безразмерную скорость изнашивания Π при $\Pi_3 = 1$. Для этого безразмерные зависимости $\Pi = f(\Pi_1)$ при различных значениях симплекса Π_2 строятся в логарифмических координатах ($lg \Pi_1, 0, lg \Pi_2$) обработка ведется по способу наименьших квадратов.

Анализ показывает, что влияние критериев Π_1 и Π_2 на относительную скорость изнашивания Π весьма сложное, а для опре-

деления данных критериев требуется проведения многочисленных опытов. Поэтому данный метод для определения ресурса автотракторных двигателей широкого применения не получил.

Литература

1. Ситдигов, Ш.Р. Анализ существующих технологий восстановления деталей с одновременным упрочнением / Ш.Р. Ситдигов, М.Н. Калимуллин, А.М. Ханнанов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 201-205.

2. Хабибуллин, Д.В. Анализ применения различных форм тока при электролизе / Д.В. Хабибуллин, А.Р. Ахметзянов, М.Н. Калимуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 206-213.

3. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 123-126.

4. Патент № 2312706. Устройство для шелушения зерна крупяных культур: № 2005129858/13: заявл. 26.09.2005: опубл. 20.12.2007 / Э.Г. Нуруллин, Д.Т. Халиуллин, А.В. Дмитриев; заявитель ФГОУ ВПО Казанская ГСХА.

5. Патент № 88990. Устройство для снятия плодовой оболочки с зерна: № 2009123888/22: заявл. 22.06.2009: опубл. 27.11.2009 / Д.Т. Халиуллин, Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев; заявитель ФГОУ ВПО Казанский ГАУ.

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: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. – С. 136-139.

7. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

8. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Ширияжданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016.

– Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.

9. Determination of statistical data of conditional probabilities of the technical condition of internal combustion engines when compiling the Bayes diagnostic table / Khaliullin F.Kh., Aladashvili J.K., Nurmiev A.A., Sinitsky S.A., Pikmullin G.V. // 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.

10. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural / Mudrov A.P., Mudrov A.G., Yakhin S.M., Mingaleev N.Z., Pikmullin G.V. // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

11. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

12. Гималтдинов, И.Х. Моделирование динамики ротора молотковой дробилки в среде ANSYS Workbench 16 / И.Х. Гималтдинов, Н.Р. Адигамов, К.А. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 34-37.

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. 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.

15. Совершенствование методик виброакустического контроля газораспределительного механизма ДВС / А.В. Гриценко, Н. Машрабов, С.А. Барышников [и др.] // АПК России. - 2019. - Т. 26. - № 2. - С. 193-202.

16. Исинтаев, Т.И. Исследование помпажа путем совершенствования конструкции стенда для испытания сельскохозяйственных турбокомпрессоров / Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев, А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев, А.А. Горбачев // АПК России. - 2020. - Т. 27. - № 4. - С. 642-648.

17. Тестовое диагностирование электрических топливных насосов двигателей / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, К.В. Глемба, Д.Б. Власов // Сельский механизатор. - 2019. - № 9. - С. 36-37.

18. Galimov E.R., Galimov E.R., Vagizov T.N., Belyaev A.V. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties // *Solid State Phenomena*. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

19. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // *Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года)*. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 39-41.

20. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // *Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года)*. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 82-84.

21. Медведев, В.М. Математическая модель оценки динамических показателей двигателя МТА при неустановившейся нагрузке / В.М. Медведев, С.А. Синицкий // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 106-110. – DOI 10.12737/article_5d3e174a791dc8.26723129.

ДК 621.791.5

Галиев Ильгиз Гакифович

*Доктор технических наук, профессор
drGali@mail.ru*

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Галимов Энгель Рафикович

Доктор технических наук, профессор

*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань*

Кулаков Александр Тихонович

Доктор технических наук, профессор

*Казанский (Приволжский) федеральный университет
(Набережночелнинский институт КФУ), Набережные Челны*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Аннотация. Двигатель внутреннего сгорания является системой с многими входными и выходными сигналами. Это множество возможных входных сигналов можно рассматривать на установившемся режиме как случайный стационарный процесс. Для того чтобы сделать заключение о техническом состоянии механизма, системы или дизеля в целом, необходимо иметь в каждом отдельном случае не один, а несколько диагностических или диагностических и структурных параметров. Кроме того, еще пользуются статистическими данными об автотракторных дизелях и принимают во внимание наблюдения механизаторов. Реальной возможностью сокращения объема испытаний и выделительной работы, установления многофакторности связей структурных и диагностических параметров и повышения точности результатов является внедрение на практике нового метода диагностирования на основе теории распознавания образов по малым отклонениям параметров.

Ключевые слова: двигатель, диагностика, ресурс, корреляция, распознавание образов.

Ilgiz G. Galiev

*Doctor of Technical Sciences, Professor
drGali@mail.ru*

Engel R. Galimov

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Alexander T. Kulakov

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan (Volga Region) Federal University*

(Naberezhnye Chelny Institute of KFU), Naberezhnye Chelny, Russia

ANALYSIS OF METHODS AND MEANS OF DIAGNOSTICS OF AUTOMOTIVE DIESEL ENGINES AND THE CHOICE OF A RATIONAL SCHEME

Abstract. The internal combustion engine is a system with many input and output signals. This set of possible input signals can be considered in steady-state mode as a random stationary process. In order to make a conclusion about the technical condition of the mechanism, system or diesel engine as a whole, it is necessary to have in each individual case not one, but several diagnostic or diagnostic and structural parameters. In addition, they also use statistical data on automotive diesel engines and take into account the observations of machine operators. The real possibility of reducing the volume of tests and excretory work, establishing multifactorial relationships between structural and diagnostic parameters and improving the accuracy of the results is the introduction in practice of a new diagnostic method based on the theory of pattern recognition for small deviations of parameters.

Keywords: engine, diagnostics, resource, correlation, pattern recognition.

Человечество пришло к машинным способам производства продуктов питания через эпохи различных форм обеспечения своих биологических потребностей, и в обозримой исторический период иных методов их производство не предвидится [1, 2, 3, 4]. В связи с этим, повышение эффективности использования технических средств - это основной путь снижения себестоимости продукции АПК, который связан с совершенствованием технической эксплуатации тракторов [5, 6, 7].

Важнейшим требованием, предъявляемым к средствам диагностирования машин, является способность быстро определять неисправность и остаточный ресурс механизмов и систем дизеля [8, 9, 10, 11]. Электронные приборы и установки позволяют объединять наиболее эффективные методы диагностирования на основе преобразования различных сигналов в электрические. Один электронный комплекс с применением автоматики позволит оперативно проводить полное диагностирование дизелей с достаточной для практики точностью [12, 13, 14].

Известно пять основных групп методов и способов диагностирования технического состояния машин:

1. Энергетические методы диагностирования используются для общей оценки технического состояния дизеля и его систем с помощью

стационарных установок.

2. Виброакустические методы диагностирования используют в качестве диагностического симптома звуковой сигнал (уровень шума, силу и характер стука) или параметры вибраций (частоту и амплитуду).

3. Тепловые методы диагностирования по параметрам нагрева сопряжений (подшипников коленчатого вала), картерного масла, охлаждающей жидкости обладают значительной универсальностью.

4. Стробоскопические методы диагностирования, основанные на использовании стробоскопического эффекта, позволяют диагностировать все узлы, в которых происходят периодические движения деталей.

5. Специальные методы диагностирования включают в себя такие методы, которые могут использоваться лишь для ограниченного круга узлов и агрегатов.

На практике применяются три основных метода диагностирования автотракторных двигателей, основанные на диагностических признаках [15, 16, 17]:

- диагностирование по параметрам рабочего процесса дизеля (мощности, расхода топлива и др.). Эти параметры измеряются при движении автомобиля или трактора (в динамике). При этом необходимо, чтобы условия (режимы) работы механизмов дизеля соответствовали или были близки к характерным условиям эксплуатации;

- диагностирование по параметрам сопутствующих процессов, которые косвенно характеризуют техническое состояние механизмов и систем дизеля. К косвенным параметрам можно отнести, нагрев деталей, шумы, вибрации и т.д. Эти параметры также измеряются в динамике;

- диагностирование по структурным параметрам (износ деталей, зазоры в сопряжениях и т.д.). Структурные параметры измеряются в статистке, когда механизмы и системы не работают.

Чтобы сделать заключение о техническом состоянии механизма, системы или дизеля в целом, необходимо иметь в каждом отдельном случае не один, а несколько диагностических или диагностических и структурных параметров [18, 19, 20]. Кроме того, еще пользуются статистическими данными об автотракторных дизелях и принимают во внимание наблюдения механизаторов.

Весьма перспективными являются универсальные методы диагностирования: виброакустический, спектральный анализ масел, а также метод диагностирования на переходных режимах. При этом требуется присоединить только один-два измерительных преобразователя (или взять пробы масла), чтобы проконтролировать большое число структурных параметров состояния машин.

Упомянутые методы уже реализованы в нескольких серийных испытательных образцах диагностических приборов и оборудования.

Вибрации, формируемые механизмами и сопряжениями дизеля, можно рассматривать как случайный процесс, который оценивается плотностью распределения, математическими ожиданиями, корреляционной функцией, спектральной плотностью и другими статистическими характеристиками.

Двигатель внутреннего сгорания является системой с многими входными и выходными сигналами. Это множество возможных входных сигналов можно рассматривать на установившемся режиме как случайный стационарный процесс. Для определения среднего квадрата ошибки сигнала на выходе, оценки стационарности процесса, можно использовать корреляционный метод. Корреляционная функция характеризует связи между значениями случайной функции в моменты времени t или $t+\tau$ и определяется выражением

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T X(t)X(t+\tau)dt \quad (1)$$

По виду и значению периодической составляющей корреляционной функции можно определить меру связи между структурными и диагностическими параметрами. Для оценки связи между входными X и выходными Y величинами применяют коэффициент корреляции.

$$r_{xy} = \frac{P_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (2)$$

где σ_x и σ_y - среднее квадратичное отклонение величин X , Y .

Таким образом, в основе виброакустического метода диагностирования лежит изменение показателей вибрации узла, механизма и их элементов в диагностической зоне. Различие в диапазонах частот, разделение виброакустических сигналов по углу поворота коленчатого вала, выбор места установки датчика, выделение характерных особенностей сигнала, выбор режима диагностирования и другие дают возможность подробно обследовать состояние машины без разборки. Однако вычисление корреляционной функции связано с большой затратой времени.

Для технического диагностирования дизелей в условиях их эксплуатации необходимы малогабаритные переносные диагностические приборы с автономным питанием.

В настоящее время находят все большее применение электронные стетоскопы для технического диагностирования двигателей по уровню и частотному составу шума, а также электронные малогабаритные приборы для диагностирования дизельной топливной аппаратуры и других агрегатов.

На основании вышесказанного, наметились важнейшие направления дальнейшего развития диагностирования:

- применение на современных автомобилях и тракторах встроенных средств диагностирования, которые контролируют

состояние систем механизмов двигателя в процессе его эксплуатации

- автоматизация процессов диагностирования;
- создание новых методов и средств диагностирования на основе новейших достижений электроники, кибернетики, математики.

Диагностирование дизеля представляет определенную сложность из-за разнообразия выходных процессов (физических и химических), порождаемых им при взаимодействии с внешней средой.

Между системами и механизмами дизеля существует функциональная связь, заключающаяся в том, что на параметры конкретной диагностируемой системы, помимо технического состояния её приборов, прямо или косвенно влияют многие элементы других систем и механизмов, также взаимодействующих между собой в процессе работы

Реальной возможностью сокращения объёма испытаний и выделительной работы, установления многофакторности связей структурных и диагностических параметров и повышения точности результатов является внедрение на практике нового метода диагностирования на основе теории распознавания образов по малым отклонениям параметров.

Литература

1. Патент № 2312706 С2. Устройство для шелушения зерна крупяных культур: № 2005129858/13: заявл. 26.09.2005: опубл. 20.12.2007 / Э.Г. Нуруллин, Д.Т. Халиуллин, А.В. Дмитриев; заявитель, патентообладатель ФГОУ ВПО Казанская ГСХА.

2. Патент на полезную модель № 88990 U1. Устройство для снятия плодовой оболочки с зерна: № 2009123888/22: заявл. 22.06.2009: опубл. 27.11.2009 / Д.Т. Халиуллин, Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ.

3. 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, 20 мая 2014 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 136-139.

4. Ситдииков, Ш.Р. Анализ существующих технологий восстановления деталей с одновременным упрочнением / Ш.Р. Ситдииков, М.Н. Калимуллин, А.М. Ханнанов // 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. 201-205.

5. Хабибуллин, Д.В. Анализ применения различных форм тока при

электролизе / Д.В. Хабибуллин, А.Р. Ахметзянов, М.Н. Калимуллин // 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. 206-213.

6. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // 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. 123-126.

7. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

8. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.

9. 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, S.A. Sinitsky, G.V. Pikmullin // 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.

10. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

11. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

12. Гималтдинов, И.Х. Моделирование динамики ротора молотковой дробилки в среде ANSYS Workbench 16 / И.Х. Гималтдинов, Н.Р. Адигамов, К.А. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 34-37.

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. 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.

15. Совершенствование методик виброакустического контроля газораспределительного механизма ДВС / А.В. Гриценко, Н. Машрабов, С.А. Барышников [и др.] // АПК России. - 2019. - Т. 26. - № 2. - С. 193-202.

16. Исинтаев, Т.И. Исследование помпажа путем совершенствования конструкции стенда для испытания сельскохозяйственных турбокомпрессоров / Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев, А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев, А.А. Горбачев // АПК России. - 2020. - Т. 27. - № 4. - С. 642-648.

17. Тестовое диагностирование электрических топливных насосов двигателей / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, К.В. Глемба, Д.Б. Власов // Сельский механизатор. - 2019. - № 9. - С. 36-37.

18. Galimov E.R., Galimov E.R., Vagizov T.N., Belyaev A.V. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

19. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 39-41.

20. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 82-84.

УДК 621.791.5

Галиев Ильгиз Гакифович*Доктор технических наук, профессор
drGali@mail.ru***Хусаинов Раиль Камилевич***Кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань***Галимов Энгель Рафикович***Доктор технических наук, профессор
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань***Кулаков Александр Тихонович***Доктор технических наук, профессор
Казанский (Приволжский) федеральный университет
(Набережночелнинский институт КФУ), Набережные Челны*

АНАЛИЗ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ МЕХАНИЗМОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И ТЕОРИИ ВЕРоятНОСТИ

Аннотация. Одной из теории надежности является прогнозирование (предсказание с той или иной вероятностью) различных показателей безотказной работы, долговечности, срока службы и т.д. Она связана с нахождением вероятностей. Исследования сложных процессов вероятностного характера связано с применяем метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло, называемый методом статистического моделирования или статистических испытаний, представляет собой численный метод решений сложных задач. Математической основой метода является закон больших чисел, разработанный Л.Л.Чебышевым. Трудной с практической точки зрения проблемой является выбор закона распределения наработки до отказа. Без большого объёма результатов испытаний трудно определить, какое именно распределение подойдет лучше всего для данного конкретного случая.

Ключевые слова: двигатель, надежность, ресурс, метод математической статистики, теория вероятности.

Ilgiz G. Galiev*Doctor of Technical Sciences, Professor
drGali@mail.ru***Ramil K. Khusainov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

Engel R. Galimov

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Alexander T. Kulakov

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazan (Volga Region) Federal University*

*(Naberezhnye Chelny Institute of KFU), Naberezhnye Chelny,
Russia*

ANALYSIS OF THE LAWS OF RESOURCE ALLOCATION MECHANISMS OF AUTOMOTIVE DIESEL ENGINES USING METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS AND PROBABILITY THEORY

Abstract. One of the reliability theory is the prediction (prediction with varying probability) of various indicators of uptime, durability, service life, etc. It is related to finding probabilities. The study of complex processes of a probabilistic nature is associated with the use of the Monte Carlo method. The Monte Carlo method, called the statistical modeling or statistical testing method, is a numerical method for solving complex problems. The mathematical basis of the method is the law of large numbers, developed by L.L.Chebyshev. A difficult problem from a practical point of view is the choice of the law of distribution of operating time to failure. Without a large volume of test results, it is difficult to determine which distribution is best suited for this particular case.

Keywords: engine, reliability, resource, method of mathematical statistics, probability theory.

Аграрное производство является одним из основных секторов экономики страны, которое постоянно нуждается в привлечении мобильных энергетических средств для выполнения технологических процессов в растениеводстве и животноводстве [1, 2, 3]. Наиболее перспективным способом удовлетворения потребности АПК в энергетических средствах является повышение долговечности агрегатов и систем технических средств [4, 5, 6].

Исследование износа и долговечности деталей соединений автотракторных двигателей можно проводить на основе применения методов математической статистики теории вероятностей с использованием теории корреляции [7, 8, 9].

Теория корреляции дает возможность установить закономерность связи между износом и наработкой, несмотря на то, что эту связь мы исследуем на таком экспериментальном материале, где другие факторы

своей изменчивостью искажают изучаемую зависимость [10, 11, 12]. При этом решаем две основные задачи.

1. Определяем тесноту связей, которая характеризует степень влияния наработки на износ в данных условиях эксплуатации.

2. Определяем вид функции

$$\overline{Y_x} = f(x) \text{ или } \overline{X_y} = f(y), \quad (1)$$

где $\overline{Y_x}$ - среднее значение износа при данной наработке;

$\overline{X_y}$ - среднее значение наработки при данном износе.

Решение этих двух задач дает возможность установить динамику процесса изнашивания и статистические параметры долговечности.

Одной из теории надежности является прогнозирование (предсказание с той или иной вероятностью) различных показателей безотказной работы, долговечности, срока службы и т.д. [13, 14, 15]. Она связана с нахождением вероятностей.

Для исследования сложных процессов вероятностного характера в последнее время стали применять метод Монте-Карло. Метод Монте-Карло, называемый методом статистического моделирования или статистических испытаний, представляет собой численный метод решений сложных задач. Он основан на использовании случайных чисел, моделирующих вероятностные процессы. Результаты решения метода позволяют установить эмпирические зависимости исследуемых процессов. Математической основой метода является закон больших чисел, разработанный Л.Л.Чебышевым, который формулируется так: при большом числе статистических испытаний вероятность того, что среднее арифметическое значение случайной величины стремится к математическому ожиданию, равна 1:

$$\lim P \left\{ \left| \frac{\sum X_i}{n} - m(x) \right| < \varepsilon \right\} \rightarrow 1 \quad (2)$$

где ε - любое малое положительное число.

При нормальном законе распределения оценить точность результатов, полученных методом Монте-Карло, можно по формуле:

$$P \left| \overline{x} - m(x) \right| < \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Решение задач методом Монте-Карло эффективно лишь с использованием ЭВМ.

В теории вероятностей встречаются следующие законы распределения случайных величин: закон нормального распределения, экспоненциальный, Релея, Вейбулла, Гамма-распределения, Пуассона, биномиальный и др.

Закон нормального распределения имеет исключительно важное значение и занимает среди других законов особое положение, как

наиболее часто встречающийся на практике (особенно в технике). Главная особенность, выделяющая закон нормального распределения среди других законов, состоит в том, что он является предельным законом, к которому приближаются другие законы распределения при часто встречающихся типичных условиях [16, 17, 18]. При выборе параметров степень влияния продолжительности эксплуатации учитывается законом Вейбулла. Распределение Вейбулла применимо для изучения долговечности механических устройств, проработанных определенный период времени.

Экспоненциальный закон распределения времени безотказной работы применим к механизмам, прошедшим предварительную приработку. Этот вид распределения используется также при анализе внезапных отказов [19, 20].

Если экспоненциального закона отношение среднего значения времени безотказной работы математического ожидания к среднему квадратическому отклонению равно:

$$\frac{\bar{T}}{\sigma} = 1. \quad (4)$$

Если интенсивность отказов представляет собой линейную функцию времени, то распределение вероятности можно выразить по закону Релея в виде:

$$P(t) = e^{-\phi(t)t} = e^{-\frac{t^2}{2\sigma_0^2}}. \quad (5)$$

где $\phi(t) = \frac{t^2}{2\sigma_0^2}$ - параметр закона.

При анализе многих случайных дискретных процессов пользуется распределением Пуассона. Вероятность появления числа событий $x = 1, 2, 3, \dots$ в единицу времени выражается законом Пуассона:

$$P(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m} = \frac{(\lambda t)^x}{x!} e^{-\lambda t}, \quad (6)$$

где x - число событий за данный отрезок времени;

λ - плотность, т.е. среднее число событий за единицу времени;

λt - среднее число событий за время t .

Распределение Пуассона относят к редким событиям, т.е. $P(x)$ - вероятность того, что событие в период какого-то испытания произойдет x раз при очень большом числе измерений m . Для закона Пуассона дисперсия равна математическому ожиданию числа наступления события за время t , т.е. $\sigma^2 = m$.

Исследуя процессы, связанные с постепенным снижением параметров (ухудшение свойств материалов во времени, деградация конструкций, процессы старения, износные отказы в машинах и др.), применяют закон гамма-распределения. Для этого закона распределения имеем:

$$F(t) = \int_0^t \frac{\lambda^\eta}{\Gamma(\eta)} \tau^{\eta-1} e^{-\lambda\tau} d\tau, \quad (7)$$

где η - параметр формы;
 λ - параметр масштаба.

$$f(t) = \frac{\lambda^\eta}{\Gamma(\eta)} \tau^{\eta-1} e^{-\lambda\tau}. \quad (8)$$

где $t \geq 0, \eta \geq 0, \lambda \geq 0$

Если η - целое число, то путем последовательного интегрирования по частям можно показать, что

$$F(t) = \sum_{k=\eta}^{\infty} \frac{(\lambda t)^k \exp(-\lambda t)}{k}. \quad (9)$$

$$R(t) = \sum_{k=0}^{\eta-1} \frac{(\lambda t)^k \exp(-\lambda t)}{k}. \quad (10)$$

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\frac{\lambda^\eta}{\Gamma(\eta)} \tau^{\eta-1} e^{-\lambda\tau}}{\sum_{k=0}^{\eta-1} \frac{(\lambda t)^k \exp(-\lambda t)}{k}}. \quad (11)$$

Гамма-распределение может также использоваться для описания времени до n -го отказа системы, если исходное распределение наработки до отказа является экспоненциальным. Это означает, что если случайная величина X_i имеет экспоненциальное распределение с параметром $\theta = 1/\lambda$, то случайная величина $t = x_1 + x_2 + \dots + x_n$ имеет гамма-распределение с параметрами λ и n .

Трудной с практической точки зрения проблемой является выбор закона распределения наработки до отказа. Без большого объёма результатов испытаний трудно определить, какое именно распределение подойдет лучше всего для данного конкретного случая.

Проанализированные законы распределения обычно обеспечивают хорошее соответствие экспериментальным данным в средней части области случайных величин, однако они отличаются друг от друга в области больших отклонений.

Литература

1. Патент № 2312706 С2. Устройство для шелушения зерна крупяных культур: № 2005129858/13 : заявл. 26.09.2005: опубл. 20.12.2007 / Э.Г. Нуруллин, Д.Т. Халиуллин, А.В. Дмитриев; заявитель, патентообладатель ФГОУ ВПО Казанская ГСХА.

2. Патент на полезную модель № 88990 U1. Устройство для снятия плодовой оболочки с зерна: № 2009123888/22 : заявл. 22.06.2009: опубл.

27.11.2009 / Д.Т. Халиуллин, Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ.

3. 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, 20 мая 2014 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 136-139.

4. Ситдигов, Ш.Р. Анализ существующих технологий восстановления деталей с одновременным упрочнением / Ш.Р. Ситдигов, М.Н. Калимуллин, А.М. Ханнанов // *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. 201-205.

5. Хабибуллин, Д.В. Анализ применения различных форм тока при электролизе / Д.В. Хабибуллин, А.Р. Ахметзянов, М.Н. Калимуллин // *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. 206-213.

6. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // *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. 123-126.

7. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // *Сахарная свекла*. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

8. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.

9. 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, S.A. Sinitsky, G.V. Pikmullin // *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.

10. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

11. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

12. Гималтдинов, И.Х. Моделирование динамики ротора молотковой дробилки в среде ANSYS Workbench 16 / И.Х. Гималтдинов, Н.Р. Адигамов, К.А. Хафизов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 34-37.

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. 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.

15. Совершенствование методик виброакустического контроля газораспределительного механизма ДВС / А.В. Гриценко, Н. Машрабов, С.А. Барышников [и др.] // АПК России. - 2019. - Т. 26. - № 2. - С. 193-202.

16. Исинтаев, Т.И. Исследование помпажа путем совершенствования конструкции стенда для испытания сельскохозяйственных турбокомпрессоров / Т.И.Исинтаев, Б.К. Калиев, А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев, А.А. Горбачев // АПК России. - 2020. - Т. 27. - № 4. - С. 642-648.

17. Тестовое диагностирование электрических топливных насосов двигателей / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, К.В. Глемба, Д.Б. Власов // Сельский механизатор. - 2019. - № 9. - С. 36-37.

18. Galimov E.R., Galimov E.R., Vagizov T.N., Belyaev A.V. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

19. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный

университет, 2018. – С. 39-41.

20. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 82-84.

УДК 531.8

Рахматуллина Резида Гайфулловна*Кандидат физико-математических наук, доцент
rachmatrg@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Хамидуллин Айдар Раифович***Кандидат физико-математических наук, доцент
aidar_kh_r@mail.ru**Башкирский государственный университет, Уфа*

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. в данной статье особое внимание было обращено к особому элементу транспорта – это колесам с шинами. Современном мире, шины для колес, делаются в основном из резины. Резина может быть не только натуральной, но и синтетической. Да сейчас научились производить синтетические каучуки. Выделяются основные физические характеристики резиноподобных материалов. Подробно описано деформация шины при качении. Показано, что общая деформация складывается из двух составляющих: обратимой и необратимой деформации.

Ключевые слова: резина, шина, деформация, деформация качения.

Rezeda G. Rakhmatullina*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
rachmatrg@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Aidar R. Hamidullin***Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
aidar_kh_r@mail.ru**Bashkir State University, Ufa, Russia*

DEFORMATION PROPERTIES OF RUBBER-LIKE MATERIALS

Abstract. In this article, special attention was paid to a special element of transport - wheels with tires. In the modern world, tires for wheels are made mainly of rubber. Rubber can be not only natural, but also synthetic. Yes, now we have learned how to produce synthetic rubbers. The main physical characteristics of rubber-like materials are highlighted. The deformation of the tire during rolling is described in detail. It is shown that the general deformation consists of two components: reversible and irreversible deformation.

Keywords: rubber, tire, deformation, rolling deformation.

Колеса с шинами – это основной элемент почти для всех видов транспорта. Очень сложно представить все разновидности движений без колес с шинами. Без колес не будут ездить автомобильный транспорт, самолеты, карьерные самосвалы, сельхозмашины.

Основными физическими характеристиками движения, которые связаны колесами с шинами являются скорость, устойчивость, уровень шума, топливная экономичность, высокая выносливость, малое теплообразование, высокая эластичность [1-3], теплостойкость, газонепроницаемость, износостойкость.

Основные материалы, из которого изготавливают шины представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Основные материалы для изготовления шин

Из рисунка 1 видно, что 60 % основного материала содержат резину – натуральные каучуки. Резина – это «сшитый» полимер, который способен распрямляться и снова сворачиваться при растяжении и при действии механической нагрузки. Резина может содержать как натуральные, так и синтетические каучуки, которые смешиваются с серой приблизительно от 1 % до 4% от массы каучука [4-7]. Натуральный каучук добывают из сока каучукового дерева. Это дерево растет в тропических странах.

Смеси на основе натурального каучука получают очень высокоэластичными, подобно полимерным эластомерам. Поэтому при деформациях могут сохранять прочностные свойства. Известно также достаточное количество групп синтетических каучуков, обладающие рядом специфическими свойствами. Например, бутадиеновый каучук, бутадиен-стирольные каучуки или синдиотактический бутадиен обладают износостойкостью, морозостойкостью, теплостойкостью и широко используются для изготовления камер, резин.

Хорошее взаимодействие автомобилей с дорогой получают через шины колес. Пусть на колесо действует ускорение, в

горизонтальной плоскости продольные силы, и в перпендикулярной составляющей силы бокового увода (рисунок 2).

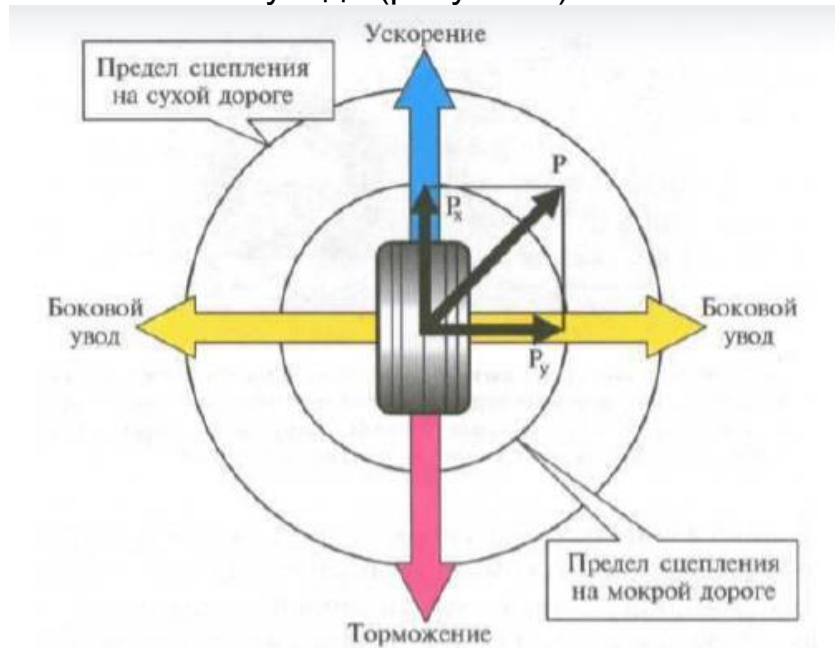


Рисунок 2 - Сложения продольной и боковой составляющих сил

Горизонтальная составляющая силы P_y определяется силой, которая подводится к колесу и называется крутящим моментом. Боковая сила может возникнуть, например, от ветров, наклонов дорог или при поворотах. Продольная сила обычно больше, чем боковая сила. Результирующей силой является продольная составляющая и боковая составляющая сил. Из рисунка 2 видно, что результирующая составляющая выходит за границу круга, несмотря на то, что её составляющие находятся в пределах круга [8-11].

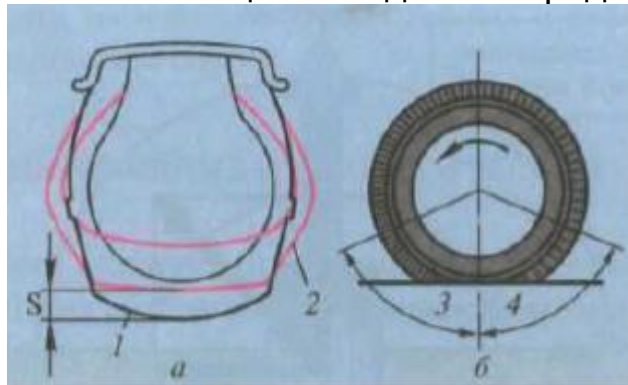


Рисунок 3 - Деформация шины при качении

Рассмотрим деформацию [12] шины при качении. Пусть на колесо действует нагрузка (напряжение) в вертикальном направлении, при этом шина колеса деформируется. На рисунке 3 показана деформация шины при качении с изменением профиля шины под нагрузкой (рисунок 3,а) и деформация шины по окружности под действием нагрузки (рисунок 3,б).

При деформации уменьшается высота колеса, а ширина увеличивается. Точка (S) –это точка прогиба профиля шины. Под действием внешней силы в вертикальном направлении прогиб шины зависит от давления воздуха в шине [14-16].

Рассмотрим деформацию шины при нагрузке и при разгрузке (рисунок 4).

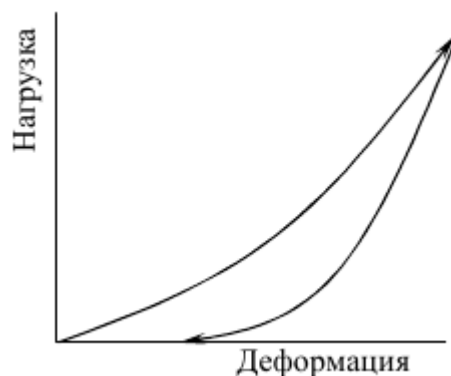


Рисунок 4 - Зависимость напряжении (нагрузки) от деформации

Под действием нагрузки колеса появляются силы упругости и силы внутреннего трения. Силу упругости и силу внутреннего трения преодолеваем в материале шины. Испытания материала происходит с постоянной скоростью [17]. При снятии нагрузки сила упругости стремится восстановить форму шины. Материал полностью деформируется и восстанавливает свои форму и размеры. При этом сила внутреннего трения сопротивляется (петля гестирезиса) и часть энергии затрачивается на трение в шине и в результате этого шина нагревается [18]. В результате получаем зависимость напряжении от деформации (рис.4). Получается, что общая деформация складывается из двух составляющих: обратимой и необратимой деформации. Обратимые и необратимые составляющие зависят от времени нагружении. С увеличением времени увеличивается необратимая составляющая деформации [19-20].

Таким образом, можно сделать вывод, что при деформации шин общая деформация складывается из двух составляющих: обратимой и необратимой деформации.

Шины должны обеспечивать сохранение подвижности транспорта, без избыточного внутреннего давления. Шины должны изготавливаться из резиновых смесей.

Литература

1. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Научный мир, 2007. – 573 с.
2. Физика полимеров / Бартенев Г.М., Френкель С. Я. / Под ред. д-ра физ.-мат. наук А.М. Ельяшевича. — Л.: Химия, 1990. - 432 с.

3. Козлов, Н.А. Физика полимеров: учебное пособие / Н.А. Козлов, А.Д. Митрофанов. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2001. – 345 с.
4. Иоффе, А.Ф. Физика кристаллов / А.Ф. Иоффе. – М.: 1999. – 192 с.
5. Natta G., Corradini P. The structure of crystalline 1,2-polybutadiene and of other syndiotactic polymers // J. Polymer Sci. 1956. V.20. P. 251-266.
6. Евзович, В.Е. Автомобильные шины, диски и ободья / В.Е. Евзович, П.Г. Райбман. - М.: Автополис-плюс, 2010.- 144 с.
7. Чувывров, А.Н. Образование пластинчатой пространственно неоднородной фазы при деформации синдиотактического 1,2 - полибутадиена. / А.Н. Чувывров, А.Р. Хамидуллин // Письма о материалах. - 2012. - Т.2. - С.29-31.
8. Гуслицер, Р.Л. Шина и автомобиль / Р.Л. Гуслицер. - М.: НТЦ НИИШП, 2007. - 287 с.
9. Ладыгин, А.М. Колеса и шины (краткий справочник) / А.М. Ладыгин. - М.: «За рулем», 2006. – 160 с.
10. Хамидуллин, А.Р. Крейзы и трещины в 1,2-СПБ / А.Р. Хамидуллин // Тезисы докладов Международной школы-конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых «Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании». — 2012. - С. 58.
11. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 213-219.
12. АСМ - исследования деформированного эластомера / Р.Г. Рахматуллина, Г. К. Аминова, З. Х. Куватов [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 140-146.
13. Кинзябулатов, Р.Р. Фоточувствительные свойства синдиотактического 1,2 – полибутадиена: дис. на соиск. степ. канд. хим. наук: 02.00.04 / Кинзябулатов Ренат Рамилевич ; Уфа, 2009. – 141 с.
14. Орешкин П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков / П.Т. Орешкин. – М.: Высшая школа, 1977. – 448 с.
15. Физика электролитов / под ред. Дж. Хладика. – М.: Мир, 1978. – 557 с.

16. Шарипов, И.З. Материаловедение / И.З. Шарипов. – Уфа: УГАТУ, 2008. – 94 с.
17. Дой, М. Динамическая теория полимеров / М. Дой, С.Эдвардс. – М.: Мир, 1998.
18. Гросберг, А.Ю. Физика в мире полимеров / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов. – М: Наука, 1989. – 208 с.
19. Алексеев, А.М. Методы СЗМ исследований полимеров / А.М. Алексеев, А.И. Бузин // Соросовский образовательный журнал. – 1998. - № 3. – С .75-78.
20. Механические свойства сталей и сплавов при нестационарном нагружении: справочник / Д.А. Гохфельд, Л.Б. Гецов, К.М. Кононов [и др]. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996 – 408 с.

УДК 631.372

Фаттахов Булат Ирекович*Студент**b_fattakhov@mail.ru***Синицкий Станислав Александрович***Кандидат технических наук, доцент**Stanislavsin@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Аннотация. Проведен анализ развития и применения сжиженного природного газа в качестве моторного топлива. Рассмотрены и изучены основные перспективы развития применения данного вида топлива в качестве моторного топлива для автомобилей.

Ключевые слова: Сжиженный природный газ, автомобили на сжиженном природном газе, СПГ, метан.

Bulat I. Fattakhov*Student**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**b_fattakhov@mail.ru****Stanislav A. Sinitsky****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia**Stanislavsin@mail.ru*

PROSPECTS FOR THE USE OF LIQUEFIED NATURAL GAS AS A MOTOR FUEL

Abstract. The analysis of the development and application of liquefied natural gas as a motor fuel is carried out. The main prospects for the development of the use of this type of fuel as motor fuel for cars are considered and studied.

Keywords: Liquefied natural gas, cars powered by liquefied natural gas, LNG, methane.

На сегодняшний день, цена бензина, дизельного топлива, можно сказать, растет с каждым днем. Все чаще, большинство транспортных, а также сельскохозяйственных предприятий, проводя всесторонний анализ по применению альтернативных видов топлива и учитывая пути снижения его расхода, задумываются о переходе на более дешевое и экологически чистое топливо, [1, 2, 3, 5, 6].

Наиболее дешевым и экологическим видом топлива на сегодня является газовое моторное топливо – метан, [4]. Данный вид топлива наиболее оптимально использовать в сжиженном состоянии, что значительно увеличит объем заправляемого топлива, [7].

Для начала, предлагаю разобраться что же такое сжиженный природный газ, как он производится, и доставляется до конечного потребителя.

Сжиженный природный газ (СПГ) – это преимущественно метан, искусственно сжиженный, путем понижения температуры до $-161,45^{\circ}\text{C}$. Сжижают природный газ с целью его облегчения хранения и транспортировки. Так как при сжижении, каждый кубометр газа при атмосферном давлении, занимает в 600 раз меньший объем, чем в газообразном состоянии. В процессе сжижения газ очищается от различных примесей, таких как: кислород, сера, азот, двуокись углерода и вода. Именно поэтому полученный продукт отличается высокой чистотой по отношению к другим видам топлива. После сжижения газ транспортируется в жидком состоянии и в дальнейшем может быть восстановлен в газообразную фазу, [7].

Существует два основных вида производства сжиженного природного газа: это крупнотоннажное и малотоннажное. Крупнотоннажное производство в частности ведется вблизи с газовыми месторождениями. Но после получения продукта, его нужно доставить до конечного потребителя. В основном СПГ доставляется морским транспортом, так как этот вид доставки более выгодный чем постройка новых газопроводов.

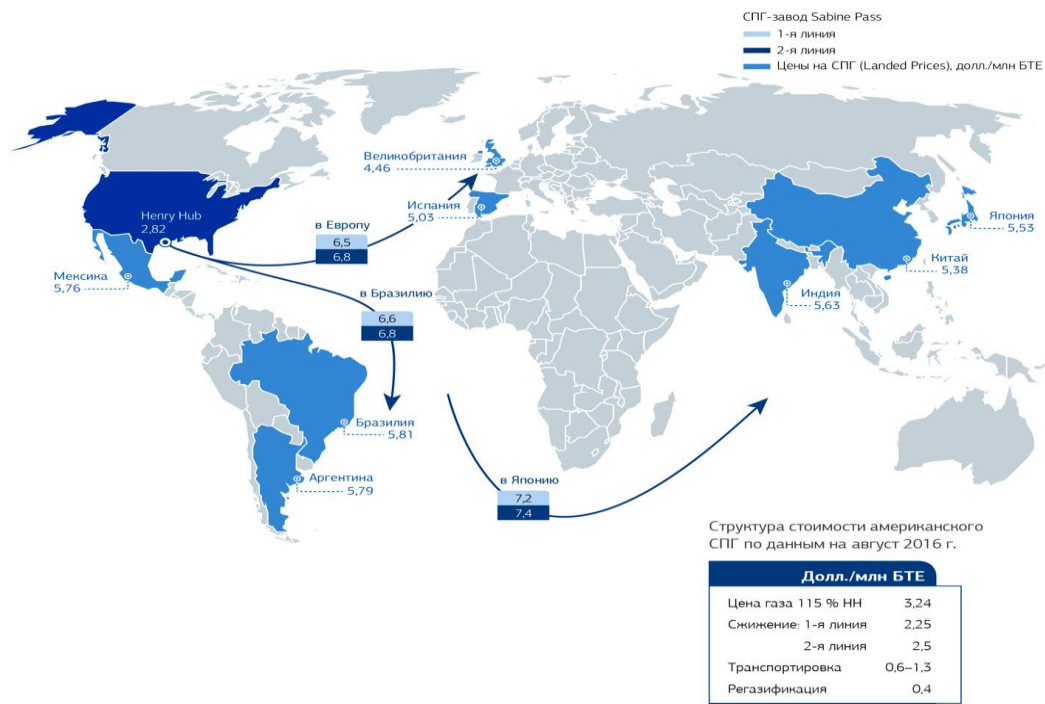


Рисунок 1 - Обзор мирового рынка СПГ

Основными импортерами на рынке СПГ являются ряд европейских стран, такие как: Франция, Бельгия, Испания, Германия, которые жестко борются за экологию внутри своей страны (рисунок 1). Основным потребителем СПГ является Китай, основной объем потребления которого приходится на тягачи дальнего следования, численность которых на 2015 год уже превышало 250 тыс. ед. [8].

На территории Российской Федерации сжиженный природный газ продукт давно всем известный. На данный момент на территории России работают два крупных СПГ завода: «Ямал СПГ», проектная мощность которого составляет 16,5 млн. т и завод «Сахалин-2» объем выпущенной продукции которого составляет 11,6 млн. т. И уже к 2035 году в России может быть построено более десяти крупных заводов по производству СПГ, а это в свою очередь должно увеличить производство продукта втрое.

Но в тоже время существует несколько причин препятствующих внедрению СПГ на российский рынок:

- отсутствие налаженной стратегии развития;
- ограниченный рынок сбыта продукта;
- отсутствие серийного производства автомобилей на данном виде топлива.

Ознакомимся с типичной топливной системой под СПГ. Проследим поток природного газа из бака в двигатель. Система включает в себе емкость под СПГ. В этих хорошо изолированных баках хранится СПГ. К другим компонентам системы относятся: соединительные трубки, шланги, также предусмотрен теплообменник (испаритель) и несколько устройств управляющих подачей топлива. Предусмотрен датчик уровня топлива и датчик критического давления в системе. В данной системе так такового топливного насоса нету, сжиженный природный газ подается в двигатель за счет давления в баке. Несмотря на то, что топливный бак качественно изолирован, в него снаружи все таки пробивается немного тепла, из-за этого давление в баке будет расти. Поэтому система регуляторов и клапанов всегда будет поддерживать в баке определенное, постоянное давление.

Рассмотрим основные виды транспорта, для которых использования СПГ, как вида топлива наиболее привлекательно:

- грузовые тягачи дальнего следования;
- железнодорожный транспорт;
- автобусы;
- водный транспорт;
- сельскохозяйственная техника

Сегмент магистрального транспорта характеризуется потенциально самым большим спросом СПГ. При выборе типа моторного топлива СПГ является более предпочтительным, так как автомобиль на СПГ имеет возможность проехать большое расстояние

без дозаправки. То же самое касается и автобусов. Перевод техники на СПГ позволит сократить издержки бизнеса, связанные с топливом.

В случае с водным и железнодорожным транспортом в первую очередь стоит рассматривать вопрос экологии. В ближайшее время ожидается глобальное ужесточение ограничений по содержанию уровня серы в судовом топливе.

Динамика спроса на СПГ по сегментам транспорта, тыс. т.

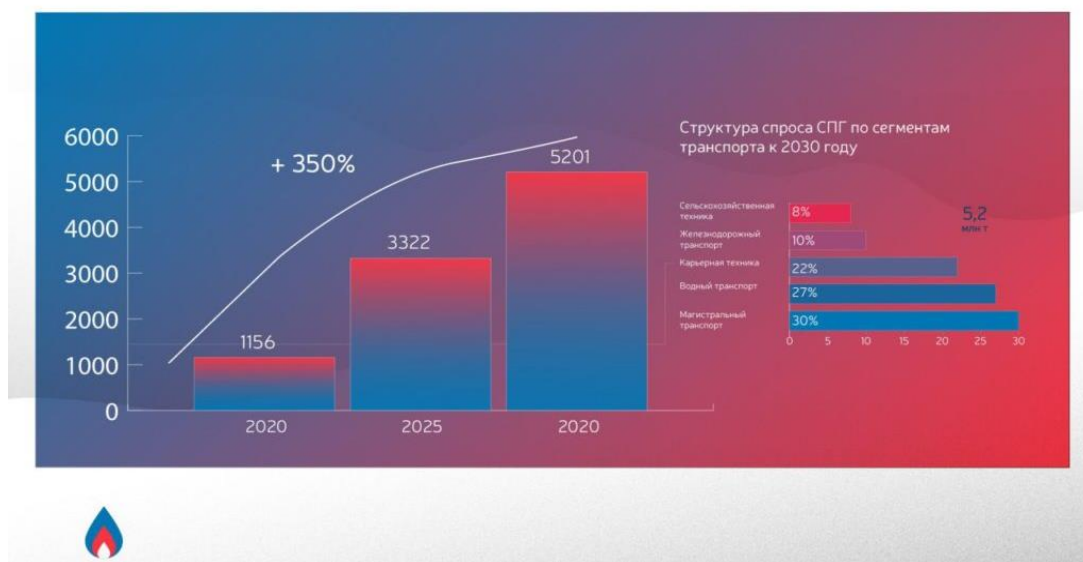


Рисунок 2 - Динамика спроса на СПГ по сегментам транспорта

В настоящее время переход на применения СПГ в сельском хозяйстве в промышленных масштабах отсутствует. Для сельского хозяйства основными приоритетами являются мощностные характеристики. При переходе не должно допускаться снижение этого показателя. Основной сопутствующей идеей этого процесса в этом случае является сокращение расхода топлива.

В заключении хотелось отметить, что с точки зрения дальнейшего развития перевода на автомобили с использованием СПГ, наибольший интерес представляет малотоннажное производство СПГ, при котором сжижение происходит в непосредственной близости от потенциальных потребителей. Основным преимуществом СПГ по отношению к другим видам топлива остается экономическая целесообразность, так как пробег без дозаправки автомобилей может быть увеличен в три раза. Но для того чтобы этот процесс действительно стал выгодным нужно:

- наращивать производственно-сбытовую инфраструктуру;
- внедрить единую стратегию развития;
- наладить отечественное производство транспортных средств на СПГ.

Литература

1. Ахметзянов, И.И. Применение биотоплива на дизельных двигателях / И.И. Ахметзянов, С.А. Синицкий // Студенческая наука -

аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 130-132.

2. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 182-184.

3. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 30-34.

4. Медведев, В.М. Повышение эффективности функционирования машинно-тракторного агрегата с газодизельной системой подачи топлива: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Медведев Владимир Михайлович. – Казань, 2015. – 22 с.

5. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 290-295.

6. Салахов, И.М. Причины изменения качества дизельного топлива / И.М. Салахов, А.В. Матяшин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 223-228.

7. Сжиженный природный газ: сайт. – Википедия. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сжиженный_природный_газ (дата обращения: 06.10.2021).

8. Сжиженный природный газ (LNG) как автомобильное топливо: сайт. – Avtonov. Онлайн-журнал для автолюбителей. - URL <https://avtonov.info/szizennj-prirodny-gaz-lng> (дата обращения: 06.10.2021).

9. Сравнительная оценка динамических характеристик энергетических установок с газодизельным циклом на газомоторном топливе/ Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, А.В. Матяшин, Д.А. Вахрамеев // Инновации и инвестиции. - 2018. - № 11. - С. 181-185.

10. Повышение эффективности машинно-тракторного агрегата за счет перевода его энергетических установок на газодизельную систему подачи топлива / Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, З.М. Халиуллина, А.В. Матяшин // Транспорт на альтернативном топливе. - 2019. - № 1 (67). - С. 69-74.

11. Глущенко, А.А. К вопросу очистки отработанных масел от нерастворимых примесей в гидроциклоне / А.А. Глущенко, Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 81-84. – DOI 10.12737/article_5bcf57ae82ff79.43634303.

12. Design adaptation of the automobile and tractor diesel engine for work on mixed vegetable-mineral fuel / A. Khokhlov, A. Khokhlov, D. Marin [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. 00077. – DOI 10.1051/bioconf/20201700077.

13. Марьин, Д.М. Результаты моторных испытаний экспериментального бензинового двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, И.Р. Салахутдинов, Д.Е. Молочников [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 4-2(56). – С. 64-68. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-64-68.

14. Хохлов, А.Л. Техническое обеспечение дизеля для работы на дизельном смесевом топливе / А.Л. Хохлов, Д.Е. Молочников, А.А. Хохлов, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 122-127. – DOI 10.12737/article_5db96fe742de44.29083985.

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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019 - С. 166-170.

ДК 631.372

Синицкая Юлия Станиславовна*Студент**Санкт-Петербургский политехнический университет**Петра Великого, Санкт-Петербург**yuliasinitskaya@mail.ru***Синицкий Станислав Александрович***Кандидат технических наук, доцент**Stanislavsin@mail.ru***Лукманов Руслан Рушанович***Кандидат технических наук, доцент**look-rus@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

АНАЛИЗ СХЕМ МЕХАНИЗМОВ ПРИВОДА ТРАНСМИССИИ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос, касающийся схем механизмов привода трансмиссии средств малой механизации, а в частности мотоблоков. Рассматриваются их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: средства малой механизации, механизмы привода трансмиссии, кинематические схемы.

Yulia S. Sinitskaya*Student**St. Petersburg Polytechnic University**Peter the Great, St. Petersburg, Russia**yuliasinitskaya@mail.ru***Stanislav A. Sinitsky***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Stanislavsin@mail.ru***Ruslan R. Lukmanov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**look-rus@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

ANALYSIS OF DRIVE MECHANISM SCHEMES TRANSMISSIONS OF SMALL-SCALE MECHANIZATION

Abstract. This article discusses the issue concerning the schemes of transmission drive mechanisms of small mechanization, and in particular tillers. Their advantages and disadvantages are considered.

Keywords: means of small mechanization, transmission drive mechanisms, kinematic schemes.

С развитием средств малой механизации, а в частности мотоблоков наблюдается значительное разнообразие конструкций. Особенно это отражается в механизмах привода трансмиссии. Данные механизмы могут быть от самых простых (с ременным приводом) до сложных (с механической коробкой передач, механизмом разблокировки дифференциала ведущих колес и наличие вала отбора мощности), [1].

Для более наглядного представления механизма привода трансмиссии мотоблоков была составлена структурная схема, которая представлена на рисунке 1.

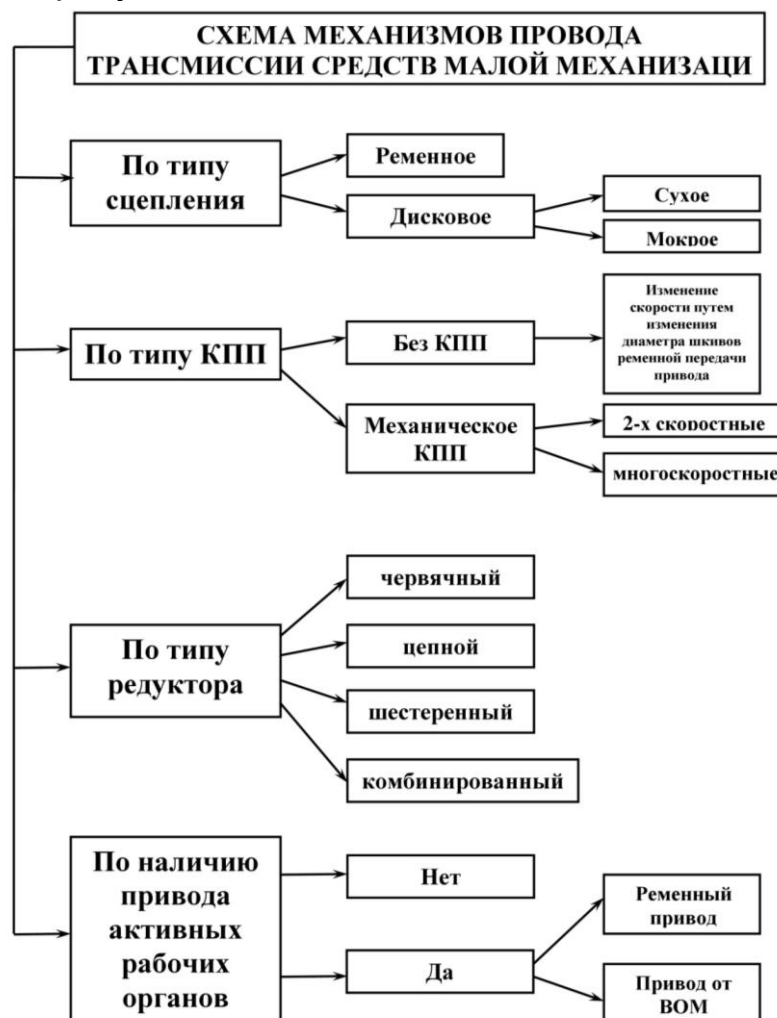


Рисунок 1 - Структурная схема механизма привода трансмиссии мотоблоков

Анализируя данную схему с учетом проведенного литературного анализа [2-13] можно сделать следующие заключения:

1. Ременное сцепление имеет более простую конструкцию, по сравнению с дисковым сцеплением, но в тоже время его ресурс

значительно ниже, поэтому он применяется в основном на легких и средних мотоблоках с небольшой мощностью двигателя. А дисковое сцепление нашло широкое применение на тяжелых мотоблоках.

2. Мотоблоки без КПП не нашли широкое применение, но в тоже время существует большое количество марок в которых применяется комбинированный способ переключения скоростей (с помощью ременного привода и механической КПП). Комбинированный способ значительно упрощает конструкцию КПП, но обладает меньшим ресурсом по сравнению с чисто механической КПП, которая в основном применяется на тяжелых мотоблоках.

3. Редуктор с цепным приводом имеет простую конструкцию, хороший ресурс, но в тоже время в ходе эксплуатации наблюдается вытягивание приводной цепи, что может привести повышенному износу узлов редуктора. Шестеренный привод не имеет данного недостатка, но в тоже время имеет значительное количество пар шестерен и более требователен к качеству изготовления редуктора и смазки. Так же наблюдается широкое применение комбинированных редукторов.

4. Почти все средние и тяжелые мотоблоки оборудованы приводами для активных рабочих органов. На средних мотоблоках это в основном реализовано за счет ременной передачи, что значительно упрощает его конструкцию и дает значительный выбор оборудования. На тяжелых мотоблоках обычно устанавливается ВОМ, который обладает высокой надежностью, но это ограничивает выбор навесного оборудования.

В заключение проведенного анализа схем механизмов привода трансмиссии мотоблоков можно сказать, что для удешевления конструкции и снижения ее веса применяются более простые схемы с ременным приводом, но это снижает их ресурс. На средних мотоблоках применяются в основном комбинированные схемы с ременным приводом, а на тяжелых мотоблоках применяются схемы с более надежным приводом, что значительно улучшает их ресурс, но в тоже время значительно увеличивает их стоимость.

Литература

1. ГОСТ 28523-90 Мобильные средства малой механизации сельскохозяйственных работ. Тракторы малогабаритные. Типы и основные параметры. - // Техэксперт: [сайт]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023741> (дата обращения: 26.10.2021).

2. Халиуллин, Ф.Х. Учет условий эксплуатации автотранспортных средств при определении нормативов технической эксплуатации / Ф.Х. Халиуллин, И.Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2011. - Т. 6. - № 2 (20). - С. 106-108.

3. Галиев, И.Г. Определение весоности 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.

4. Теоретические предпосылки создания математической модели тягового кпд трактора / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов, А.А. Нурмиев, И.Г. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 3 (54). - С. 116-121.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. Хафизов, К.А. Повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов путем уменьшения энергозатрат и снижения потерь урожая: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Хафизов Камиль Абдулхакович. – Казань, 2007. – 472 с.

9. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 290-295.

10. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-

практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

11. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. - 2021. - № 7. - С. 170-174.

12. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostovon-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

13. Development of a model for improving operating performance of vehicles / A. Glushchenko, A. Khokhlov, D. Molochnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012099. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012099.

УДК 631.372

Синицкий Станислав Александрович*Кандидат технических наук, доцент**Stanislavsin@mail.ru***Лукманов Руслан Рушанович***Кандидат технических наук, доцент**look-rus@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Синицкая Екатерина Станиславовна***Студентка**katasin@mail.ru**Санкт-Петербургский политехнический**университет Петра Великого, Санкт-Петербург*

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос анализа существующих структурных схем систем управления, их преимущества и недостатки. Построение структурной системы управления машинно-тракторного агрегата с обратными связями.

Ключевые слова: система управления, схема управления, машинно-тракторный агрегат.

Stanislav A. Sinitsky*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Stanislavsin@mail.ru***Ruslan R. Lukmanov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**look-rus@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Ekaterina S. Sinitskaya***Student**katasin@mail.ru**St. Petersburg Polytechnic University**Peter the Great, St. Petersburg, Russia*

STRUCTURE OF THE CONTROL SYSTEM OF A MACHINE-TRACTOR UNIT WITH FEEDBACKS

Abstract. This article discusses the analysis of existing structural schemes of control systems, their advantages and non-delivery. Construction of a structural control system of a machine-tractor unit with feedbacks.

Keywords: control system, control scheme, machine-tractor unit.

Современная сельскохозяйственная техника имеет сложную систему управления, поэтому при составлении машинно-тракторного агрегата (трактор + сельскохозяйственная машина) следует особо обратить внимание на взаимодействие в их работе, так как в некоторых случаях сельскохозяйственные машины и орудия не в полной мере могут подходить к тем или иным маркам тракторов. Это обусловлено их конструктивными особенностями. Поэтому при составлении машинно-тракторного агрегата (МТА) необходимо правильно составить и отладить структуру системы управления, что позволит наиболее эффективно использовать данный МТА при выполнении сельскохозяйственных работ с заданными агротехническими требованиями, а также повысить технико-экономические показатели от его применения.

Данной проблемой широко занимались такие ученые, как Асташев В.К., Бабацкий В.И., Вульфосн И.И., Коловский М.З., Крейнин Г.В. и ряд других ученых. В работах этих ученых широко рассматривается проблема динамики машин и управления машин, [1].

Проведя анализ предложенной в литературе, [1] структурной системы управления движения машины с обратными связями выявились ряд недочетов, которые характерны при применении в составе МТА сельскохозяйственных орудий с активными рабочими органами и наличием собственного электронного управления, которое позволяет оптимально работать с учетом получаемых данных и агротехнических требований при неустановившейся нагрузке, [1, 2, 3, 4, 5].

Так же при составлении структурной системы управления МТА необходимо учитывать такие факторы, как энергетический анализ работы, экономические составляющие применения импортной технике и ряд других не менее важных факторов, [6, 7, 8, 9,10].

С учетом этих требований нами была разработана схема структуры системы управления МТА, которая представлена на рисунке 1.

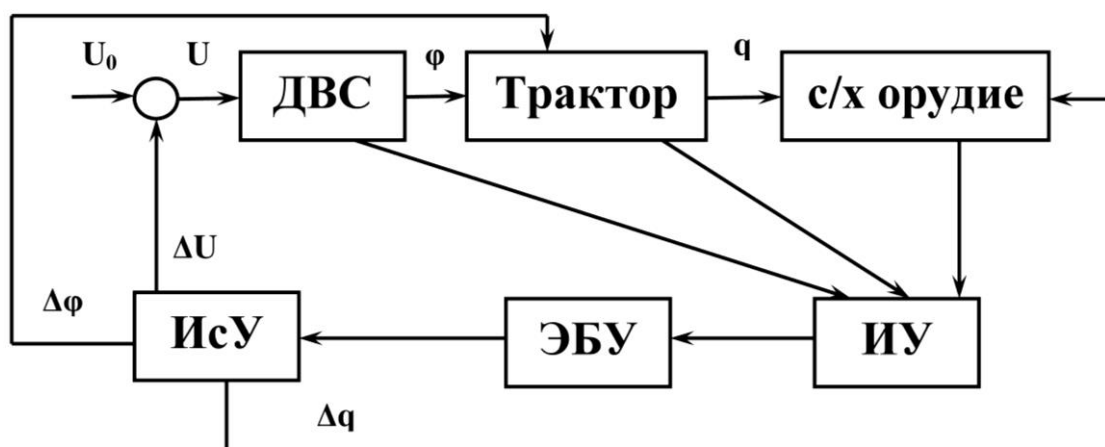


Рисунок 1 - Схема структуры системы управления МТА

МТА состоящий из двигателя (ДВС) который установлен на тракторе и сельскохозяйственного орудия. У данной схемы нет жесткой связи между ДВС и с/х орудием. Это обусловлено тем, что с/х орудие прицепляется или навешивается на трактор, а также может быть использоваться гидросистема трактора или вал отбора мощности.

Сигналы (электрические или электронные) с датчиков ДВС, трактора и с/х орудия поступают на измерительное устройство включающее в себя аналого-цифровой преобразователь, далее уже электронные сигналы поступают в электронный блок управления (ЭБУ), где происходит обработка, анализ и выдается команда в виде сигналов на исполнительное устройства, с которых происходит дальнейшее управление.

Данная схема позволяет наиболее точно осуществлять работу как отдельных составляющих МТА, так и его работу в целом, что в свою очередь позволит улучшить работу МТА с учетом агротехнических требований, продлить срок службы и уменьшить издержки производства.

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. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 34-39.

3. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 39-44.

4. Синицкий, С.А. Влияние нагрузки машинно-тракторного агрегата на показатели двигателя в условиях эксплуатации: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.20.01 / Синицкий Станислав Александрович; Казанская государственная сельскохозяйственная академия. - Казань, 2005.

5. Хасанов, Р.И. Повышение технико-экономических показателей трактора МТЗ-82 путем установки тубокомпрессора на двигатель /

Р.И. Хасанов, С.А. Сеницкий // Студенческая наука - аграрному производству. Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 128-130.

6. 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.

7. Method of justification for parameters of tractor-implement unit with regards to their impact on crop productivity / Khafizov S., Nurmiev A., Khafizov R., Adigamov N. // Engineering for Rural Development. Proceedings. 2018. С. 176-185.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 290-295.

12. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

13. Сравнительная оценка динамических характеристик энергетических установок с газодизельным циклом на газомоторном

топливе/ Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, А.В. Матяшин, Д.А. Вахрамеев // Инновации и инвестиции. - 2018. - № 11. - С. 181-185.

14. Повышение эффективности машинно-тракторного агрегата за счет перевода его энергетических установок на газодизельную систему подачи топлива / Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, З.М. Халиуллина, А.В. Матяшин // Транспорт на альтернативном топливе. - 2019. - № 1 (67). - С. 69-74.

15. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostovon-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

16. Design adaptation of the automobile and tractor diesel engine for work on mixed vegetable-mineral fuel / A. Khokhlov, A. Khokhlov, D. Marin [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. 00077. – DOI 10.1051/bioconf/20201700077.

17. Development of a model for improving operating performance of vehicles / A. Glushchenko, A. Khokhlov, D. Molochnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012099. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012099.

18. Хохлов, А. Л. Техническое обеспечение дизеля для работы на дизельном смесевом топливе / А. Л. Хохлов, Д. Е. Молочников, А. А. Хохлов, И. Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 122-127. – DOI 10.12737/article_5db96fe742de44.29083985.

УДК 62-882

Тазиев Раиль Рамилевич*Студент**railka141002@mail.ru***Синицкий Станислав Александрович***Кандидат технических наук, доцент**Stanislavsin@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

КИНИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СХЕМ ПРИВОДОВ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация. Проведен анализ кинематических схем приводов гибридных автомобилей. Рассмотрены все положительные и отрицательные стороны каждой схемы.

Ключевые слова: автомобиль, гибридный автомобиль, гибрид.

Rail R. Taziev*Student**railka141002@mail.ru***Stanislav A. Sinitsky***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Stanislavsin@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan Russia*

ANALYSIS OF APPLICATION OF HYBRID VEHICLES

Abstract. The analysis of the use of hybrid vehicles as an alternative to vehicles with internal combustion engines and electric vehicles is carried out. The main perspectives and directions of development of hybrid cars and their efficiency in comparison with existing cars are considered.

Keywords: car, hybrid car, electric car.

В текущее время гибридным автомобилям уделяют большее внимание, т.к. они собирают в себе преимущества электромобиля и автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Особенной чертой гибридов, а именно их силовой установки, является возможность аккумулирования, преобразования и перераспределения электрической энергии в различных режимах функционирования транспортного средства, [1, 2, 3, 4].

На данный момент в мире широкое распространение нашли всего три схемы устройства гибридного привода автомобиля: последовательная, параллельная и смешанная.

Последовательная схема (её придумал в 1899 году сам Фердинанд Порше) - является первой схемой, но среди легковых автомобилей встречается реже (рисунок 1) [3, 4, 5, 6,7-10]. По данной схеме, например, созданы двигатели карьерных самосвалов, автобусов и локомотивов. В данной схеме колёса приводит в движение электромотор, а малолитражный ДВС крутит генератор, вырабатывающий электроэнергию. Тут нету необходимости в КПП и мощном двигателе, но требуются аккумуляторы, как правило, никель-металлогидридные, имеющие большую ёмкость.

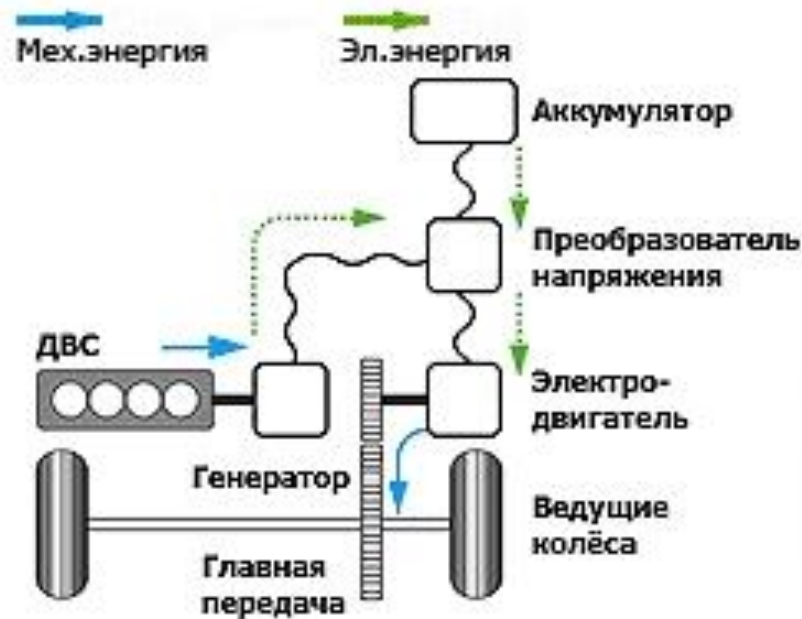


Рисунок 1 – Последовательная схема гибридного привода автомобиля

Плюсы последовательной схемы:

- 1) Работа ДВС происходит на неизменных оборотах.
- 2) Нет необходимости в силовом агрегате с большой мощностью и потреблением топлива.
- 3) Коробка передач и сцепление здесь не нужны.
- 4) Электрическая энергия высоковольтной АКБ гибрида позволяет двигаться автомобилю с заглушенным двигателем.

Минусы последовательной схемы:

- 1) Происходит потеря энергии на этапах её преобразования.
- 2) Очень большие габариты АКБ и её высокая стоимость.

Следующая схема является самой популярной из всех — параллельная (рисунок 2). Она запатентована в 1905 году немецким изобретателем Генри Пипером. На данной схеме практически все умеренные гибриды. Их оснащают мощным электромотором (10–15 кВт), который помогает ДВС при разгоне, а при торможении происходит рекуперация. В качестве трансмиссии используются вариатор или планетарная передача [3, 4, 5, 6].

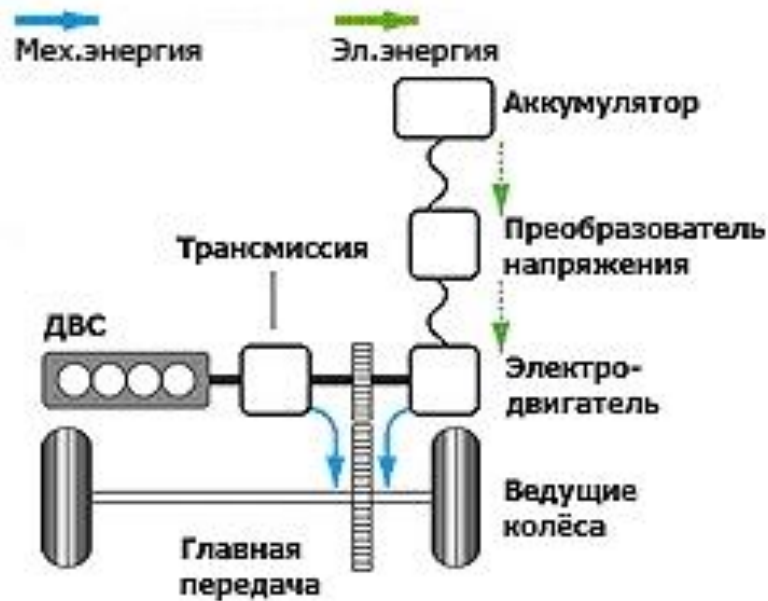


Рисунок 2 – Параллельная схема гибридного привода автомобиля

Плюсы параллельной схемы: так как основную работу выполняет ДВС, то нет необходимости в установке батареи с высоким напряжением. Двигатель напрямую связан с ведущими колесами, поэтому потери энергии значительно малы по сравнению с другими схемами устройства.

Минусы параллельной схемы: самый главный минус параллельной схемы – это высокий расход топлива. Самым главным в гибриде и есть низкий расход в городском и смешанном стиле, но экономия происходит только на трассе.

Также смешанные, или, как их ещё называют, последовательно-параллельные гибриды. Классические представители этого семейства — хэтчбек Toyota Prius и Лексусы с индексом h, оснащённые фирменным «синергитическим» приводом HSD (Hybrid Synergy Drive).

Планетарная передача способствует возникновению синергии — взаимодействию ДВС и электромотора. Тут ДВС крутит колёса вместе с электромотором, при этом одновременно вращая генератор. В традиционной КПП нет необходимости: электроника регулирует обороты моторов и генератора, превращая такую систему в некий аналог вариатора (ECVT).

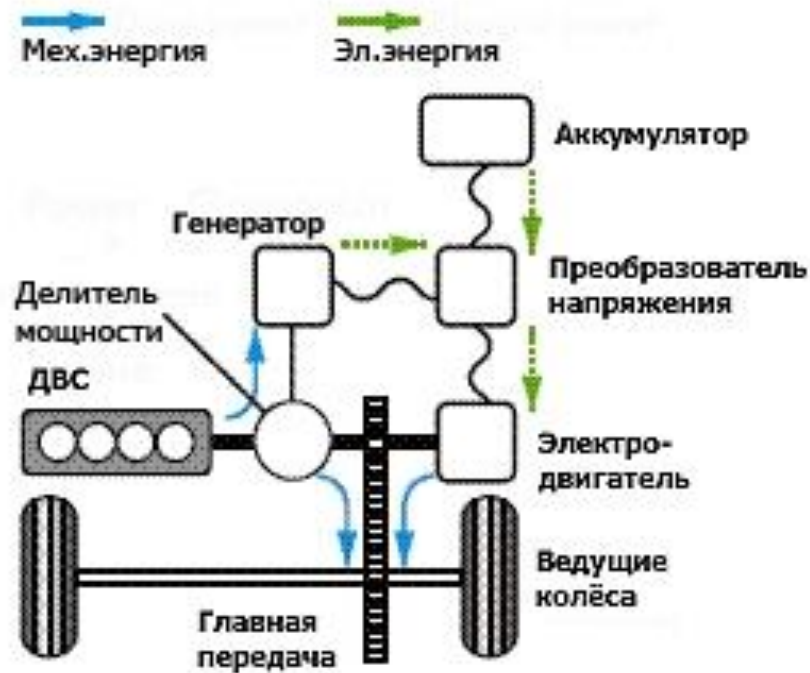


Рисунок 3 - Последовательно-параллельная схема гибридного привода автомобиля

Плюсы последовательно-параллельной схемы: низкий расход топлива и экологичность в мощном двигателе - то что нужно в современном мире.

Минусы последовательно-параллельной схемы: более сложная конструкция по сравнению с другими схемами, и как следствие, большая цена. Поскольку необходим дополнительный генератор, ёмкий аккумулятор и сложные электрические схемы.

Заключение. В этой статье были рассмотрены все популярные, на данный момент, типы гибридов и схемы их взаимодействия. но в целом существует множество видов, которые не зашли в данный список по многим технологическим факторам.

На одних используют гидромуфты с редуктором, на другой планетарную передачу, на других экспериментируют с расположением силового агрегата или вообще разносят по двум осям ДВС и электродвигатель. Со временем инженеры-конструкторы приходят к более правильным и качественным методам создания и расположения гибридных установок.

Литература

1. Тихонов, И.Н. Перспективы развития электромобилей / И.Н. Тихонов, С.А. Синицкий // Студенческая наука – аграрному производству. Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 126-128.

2. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 160-162.

3. Гибридный автомобиль: сайт / Википедия: URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Гибридный_автомобиль (дата обращения: 25.10.2021).

4. Раков В.А. Развитие мирового автопарка гибридных автомобилей // Современная техника и технологии. 2013. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2013/07/2136> (дата обращения: 25.10.2021).

5. Шаронов. А. Гибриды: дорога в будущее или взгляд назад: сайт / 3D News. - URL: <https://3dnews.ru/598817> (дата обращения: 25.10.2021)

6. Как устроены гибридные автомобили: сайт / Драйв. - URL: <https://www.drive.ru/technic/4efb336400f11713001e4df5.html> (дата обращение: 25.10.2021).

7. 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.

8. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 290-295.

9. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

10. Салахов, И.М. Причины изменения качества дизельного топлива / И.М. Салахов, А.В. Матяшин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 223-228.

11. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostovon-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

12. Development of a model for improving operating performance of vehicles / A. Glushchenko, A. Khokhlov, D. Molochnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012099. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012099.

13. The results of studying the EMF emergence in friction pairs of power machines / I. Salakhutdinov, D. Molochnikov, A. Glushchenko [et al.] // E3S Web of Conferences : XIV International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness - INTERAGROMASH 2021”, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. – Rostov-on-Don, 2021. – P. 07034.

УДК 66.015.23

Хакимов Баходир Базарович*Кандидат технических наук, доцент
bakhodir.1978@mail.ru***Шарипов Зайниддин Шарипович***Кандидат технических наук, доцент
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства, Ташкент, Республика Узбекистан***УСТРОЙСТВО С РОТАЦИОННЫМИ АППАРАТАМИ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Аннотация. Рабочая смесь в устройстве с ротационными аппаратами для получения дизельного топлива представляет собой трехфазную среду, состоящую из ацетона, моторных масел имеющих в своём составе отработанных мелких твердых металлических частиц. Условие полного очищения моторных масел от мелких отработанных металлических примесей, определяются степенью прозрачности и уменьшением наносов. Естественно, что математические соотношения, описывающие процессы полного очищения моторных масел, от твердых частиц должно происходить путем диффузионного процесса или законами влаги переноса, как о насыщения жидкой массы ацетоном. В данной работе изучены закономерности движения ацетона, находящегося под действием силы тяжести и гидродинамического давления.

Ключевые слова: рабочая смесь, ротационный аппарат, устройства, дизельная топлива, ацетон, моторное масло, твердых частиц, металлические примеси, нанос, сорбции, адсорбции, температура.

Bahodir B. Khakimov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
bakhodir.1978@mail.ru****Zainiddin Sh. Sharipov****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Tashkent Institute of Irrigation and agricultural Mechanization
Engineers, Tashkent, Republic of Uzbekistan***DEVICE WITH ROTARY DEVICES FOR PRODUCING DIESEL FUEL**

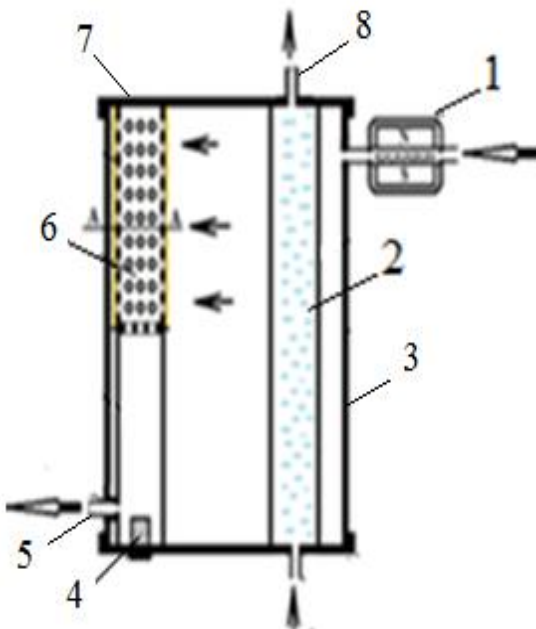
Abstract. The working mixture in combination with rotary apparatuses for the production of diesel fuel is a three-phase medium consisting of acetone, motor oils containing spent fine solid metal particles. The condition of complete purification of motor oils from fine spent metal impurities is

determined by the degree of transparency and reduction of sediments. Naturally, the mathematical relations describing the processes of complete purification of motor oils from solid particles should occur by a diffusion process or by the laws of moisture transfer, as about saturation of the liquid mass with acetone. In this paper, the regularities of the movement of acetone under the influence of gravity and hydrodynamic pressure are studied.

Keywords: working mixture, rotary apparatus, devices, diesel fuel, acetone, engine oil, solid particles, metal admixtures, nanos, sorption.

При неполном насыщении силы, действующие на жидкость со стороны скелета мелких твердых частиц -силы сорбции и адсорбции, имеют тот же порядок, что и сила тяжести, а при малой вязкости и являются преобладающими. Большую роль также начинают играть силы, возникающие под действием температурного градиента, градиента концентрации, растворенных в масле веществ и др. Определяющей характеристикой процессов массопередачи, протекающих в трехфазных потоках, является взаимодействие фаз, от которой зависит величина межфазной поверхности.

Поэтому аппараты для проведения процессов массопередачи должны конструироваться так, чтобы в них максимально развивалась поверхность контакта. В соответствии с этим и в основу классификации диффузионной аппаратуры положен принцип образования межфазной поверхности (рисунок 1) [1-2].



1- магнитное устройство; 2- тепловая трубка; 3-корпус; 4- фильтр;
5 – штуцер; 6 - щелевая трубка; 7 – крышка; 8 – тепловая штуцер
Рисунок 1 - Диффузионный аппарат дополнительным магнитным устройством

Классификация предусматривает как геометрические особенности аппарата, так и создаваемую в ней гидродинамическую обстановку. Так в аппаратах с фиксированной поверхностью, например, в пленочных колоннах с орошаемыми стенками, в режимах, близких к захлебыванию, фиксация поверхности стенкой нарушается. Однако основная тенденция при конструировании таких аппаратов - создать тонкую пленку жидкости на поверхности стенок - остается доминирующей.

В соответствии с этой классификацией наиболее широко применяемые в автопромышленности аппараты, распределяющиеся с внешним подводом энергии для получения качественного дизельного топлива с регулирующей вязкостью магнитным присоединением.

Процесс взаимодействия и протекания двух фаз, т.е. фаз дизельного топлива и фаз биоэтанола через внутреннюю щелевую трубку, показанную на рисунке 1. Перенос вещества через щелевую трубку биоэтанола и дизельного топлива осуществляется в соответствии с диффузионным уравнением. Если в диффузионное устройство подводится дополнительная энергия с мешалками, магнитным устройством или ротационными аппаратами, то в фактор f должна быть введена величина, учитывающая этот дополнительный подвод энергии (рисунок 1).

Дополнительный подвод энергии, выраженный через работу, сообщаемую дизтопливу в единице объема, может быть представлен в виде соотношения дополнительной энергии:

$$\mathfrak{E} = \frac{Ln_m^2 d^2}{gHD^2} \quad (1)$$

где L - количество обрабатываемого дизельного топлива, кг;

n_m - число оборотов рабочего органа в 1 сек;

d - определяющий размер рабочего органа, м;

H — высота зоны контакта, м;

D - диаметр аппарата, м; g - ускорение силы тяжести, м/с².

Фактор гидродинамического состояния двухфазной системы для аппаратов с дополнительным подводом энергии рассчитывается по уравнению:

$$f = \frac{\Delta p_{z-ж} + \mathfrak{E} - \Delta p_z}{\Delta p_z} \quad (2)$$

Для максимального протекания смеси дизтоплива и этанола проведём гидравлический расчет щелевой трубки. Для расчета числа щелей, приходящихся смесь на одну тарелку, используем уравнение [3, 4]:

$$X = \frac{0,785D^2 F_c}{100l_0 b} = \frac{1}{n} \left(\sqrt{n^2 - 1} + \dots + \sqrt{n^2 - (n^2 - 1)} \right) \quad (3)$$

где D - диаметр колонны, м;

F_c - свободное сечение тарелки, m^2 ;

b - ширина щели, m ;

l_0 - длина щели, расположенной по диаметру тарелки, m ;

n - число щелей.

Общую длину l всех щелей определяют из соотношения [4]:

$$l = \frac{\pi D^2 F_c}{4b} \quad (4)$$

Шаг между щелями вычисляют по формуле:

$$\frac{l_0}{n} = c + b \quad (5)$$

где c - ширина промежутка между соседними щелями, m .

Решение уравнения (1) относительно числа щелей (рисунок 2) приведено в таблице 1.

Таблица 1.

n	X	n	X	n	X
1	0,000	11	8,042	21	15,915
2	0,866	12	8,832	22	16,713
3	1,688	13	9,620	23	17,500
4	2,498	14	10,411	24	18,287
5	3,296	15	11,200	25	19,074
6	4,093	16	11,982	26	19,860
7	4,887	17	12,776	27	20,648
8	5,679	18	13,564	28	21,432
9	6,471	19	14,352	29	22,219
10	7,257	20	15,138	30	23,005

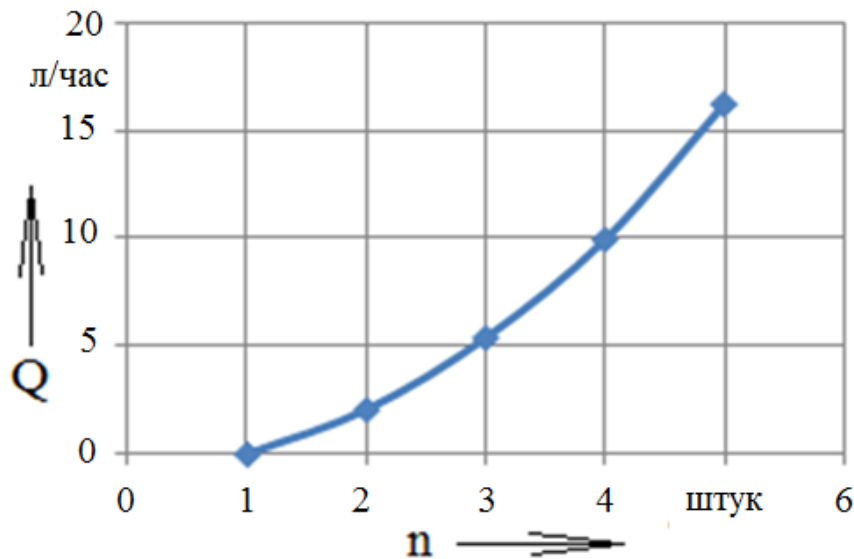


Рисунок 2 - График зависимости прожимимости на количество щелей в пластинке

Применительно к щелевой трубки сопротивление при движении однофазного потока может быть выражено:

$$\Delta P_{\Gamma} = \xi_{\Gamma p} \frac{\delta_{\Gamma}}{d_{\circ}} \cdot \frac{\rho^2 \gamma}{2g} \quad (6)$$

где ΔP_{Γ} - сопротивление щелевой трубки, кГ/м^2 ;

$\xi_{\Gamma p}$ - коэффициент трения, рассчитываемый для щелей или отверстий;

δ_{Γ} - толщина стенки трубки, м.

d_{\circ} - эквивалентный диаметр щелевой трубки, м;

ρ - скорость потоков в щелях трубки, м/сек ;

γ - удельный вес потока, кГ/м^3 ;

g - ускорение силы тяжести, м/сек^2 .

В соответствии с определением фактора гидродинамического состояния двухфазной системы f сопротивление орошаемой провальной трубки определяется по зависимости:

$$\Delta P_{\Gamma-\text{жс}} = \Delta P_{\Gamma} (1 + f) \quad (7)$$

Фактор f подсчитывается в соответствии с режимом по одному из уравнений:

- для барботажного режима:

$$f = 90 \left(\frac{\delta_{\Gamma}}{b} \right)^{1,5} \left(\frac{L}{G} \right)^{0,52} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,26} ; \quad (8)$$

- для режима эмульгирования:

$$f = 2,5 \cdot 10^3 \left(\frac{L_{CT}}{L} \right)^{1,7} \left(\frac{L}{G} \right)^2 \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right), \quad L_{cm} = 8060 \frac{\text{кГ} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2}; \quad (9)$$

- для факельного режима:

$$f = \frac{9}{F_c} \left(\frac{D_{CT}}{D} \right)^{1,5} \left(\frac{L}{G} \right)^{0,82} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,41} \quad D_{cm} = 100 \text{мм}; \quad (10)$$

- для точки повисания (для трубок диаметром $\leq 114 \text{мм}$ при $\left(\frac{L}{G} \right)^2 \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right) > 10^{-3}$):

$$f = 160 \left(\frac{a_{CT}}{a} \right)^{1,5} \left(\frac{L}{G} \right)^{0,82} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,41} \quad a_{cm} = 3 \text{мм}; \quad (11)$$

- для точки инверсии фаз:

$$f = 63 \left(\frac{a_{CT}}{a} \right)^3 \left(\frac{L}{G} \right)^{0,52} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,26} . \quad (12)$$

Линейная скорость, биоэтанола в точке повисания для тарелок диаметром >120 мм и для тарелок меньшего диаметра при значениях величины:

$$\left(\frac{L}{G}\right)^2 \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{ж}}\right) < 10^{-3}$$

рассчитывается по уравнению [5-7].

$$\lg\left(\frac{g^2}{gF_c^2 b} \cdot \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{ж}} \mu_{ж}^{0,16}\right) = 0,70 - 1,75 \left(\frac{L}{G}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{ж}}\right)^{\frac{1}{8}}.$$

Для других режимов используется уравнение:

$$\lg\left(\frac{g^2}{gF_c^2 b} \cdot \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{ж}} \mu_{ж}^{0,16}\right) = 0,10 - 2,45 \left(\frac{L}{G}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{ж}}\right)^{\frac{1}{8}}. \quad (13)$$

Для ориентировочного расчета коэффициента массопередачи можно использовать [4] в трубках малого диаметра (до 57 мм) и при абсорбции хорошо растворимых газов и ректификации уравнения:

$$\frac{K_{oy} m}{3600 g_0} = 4,85 \cdot 10^{-6} \text{Re}_{\Gamma}^{1,2} \left(\frac{b_{cm}}{b}\right) (1 + f), \quad (14)$$

где K_{oy} - общий коэффициент массопередачи, отнесенный к площади трубки, м/ч;

g_0 - скорость газа (пара) в щелях, м/сек; $b_{cm} = 3$ мм.

$$\text{Re}_{\Gamma} = \frac{g_0 d_0 \gamma_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}}, d_0 = 2b.$$

m - коэффициент Генри (m выражается при абсорбции в килограммах абсорбируемого вещества на 1 кг абсорбента, а при ректификации - в килограммах высококипящего компонента на 1 кг низкокипящего);

f - фактор, который подсчитывается в зависимости от режима работы по уравнениям (6) - (10).

Выводы:

1. Условие полного очищения моторных масел от мелких отработанных металлических примесей, определяются степенью прозрачности и уменьшением наносов.

2. Определяющей характеристикой процессов массопередачи, протекающих в трехфазных потоках, является взаимодействие фаз, от которой зависит величина межфазной поверхности.

Литература

1. О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан : сайт / LexUZ on-line. – URL: <http://www.lex.uz/docs/3107036> (дата обращения: 25.10.2021).

2. Худайкулов, С.И. Математические модели гидравлического удара в гидросооружениях и производственных комплексах: монография / С.И. Худайкулов, Д.С. Яхшибоев. – Ташкент: Изд-во «Наврўз», 2017. - 160 с.
3. Зелинский, Ю.Г. Химическая промышленность / Ю.Г. Зелинский, В.В. Кафаров. - М.:1961. - № 2.
4. Хамидов, А.А. Теория струй многофазной вязкой жидкости / А.А. Хамидов, С.И. Худойкулов. – Т.: «Фан», 2005.
5. Зелинский, Ю.Г., Кафаров В.В. Распределение биоэтанола. М.: Медицинская промышленность, 1963.
6. Математическая модель установления параметров устройства для получения качественной смеси дизельного топлива и биоэтанола механика муаммолари / Б.Б. Хакимов, Х.Х. Нишонов, С.И. Худойкулов, У.Т. Жавлиев // Механика муаммолари. – Тошкент. 2017.
7. Крамаренко, Г.В. Качество топлива и надежность автотракторных двигателей / Г.В. Крамаренко, А.У. Салимов, Н.Т. Каримходжаев. – Ташкент: Изд-во ФАН РУз, 1992. – 126 с.
8. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 182-184.

УДК 621.9

Газизов Евгений Равильевич*Кандидат физико-математических наук, доцент**gazizov.e@bk.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОЙ
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ**

Аннотация. В работе рассмотрена формулировка математической постановки задачи анодного формообразования на основании возможности потенциального описания электрического поля в межэлектродном зазоре на основе уравнения Лапласа и аналогия между плоским потенциальным электрическим полем и плоским потенциальным течением идеальной несжимаемой жидкости.

Ключевые слова: электрохимическая обработка, краевая задача, уравнение Лапласа.

Evgenii R. Gazizov*Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor**gazizov.e@bk.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***INVERSE PROBLEMS OF ELECTROCHEMICAL DIMENSIONAL
PROCESSING OF METALS IN THE PRODUCTION OF PARTS OF
COMPLEX CONFIGURATION**

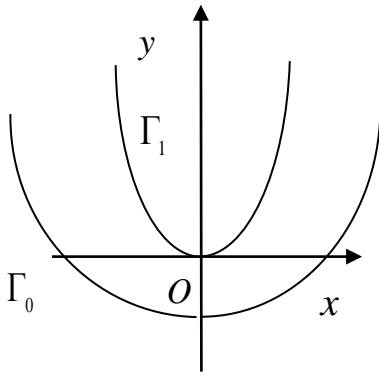
Abstract. The paper considers the formulation of the mathematical formulation of the problem of anode shaping based on the possibility of a potential description of the electric field in the interelectrode gap based on the Laplace equation and the analogy between a plane potential electric field and a plane potential flow of an ideal incompressible fluid.

Keywords: electrochemical processing, boundary value problem, Laplace's equation.

Электрохимическая размерная обработка металлов в производстве применяется в числе прочего в случае изготовления деталей сложной конфигурации, которые применяются в различных отраслях техники. Напомним, что суть метода электрохимической обработки заключается в том, что при подключении к одному из электродов (катоде) и другому (аноду) электродвижущей силы, происходит растворение одного из них (анода) под действием электролита. Обычно выделяют два типа стационарных задач ЭХРО: прямая задача, когда по заданной форме анодной границы требуется

найти форму катода-инструмента, и обратная задача, когда по заданной форме катода необходимо определить границу анода (задача анодного формообразования). Задачи ЭХРО сводятся к задачам с подвижной границей или к обратным краевым задачам для уравнения Лапласа с неизвестной границей. Об этом упоминалось в работе [1-5].

Сформулируем математическую постановку задачи анодного формообразования [6-11]. Пусть катод-инструмент, ограниченный поверхностью Γ_1 , отделен от обрабатываемой детали, которая является анодом и ограничена поверхностью Γ_0 , зазором S , в котором течет электролит.



Принимается, что процесс ЭХРО осуществляется в стационарном режиме, который характеризуется тем, что геометрия межэлектродного пространства практически не изменяется во времени, так как механическое

перемещение компенсируется съемом металла с анода. Тогда в системе координат Oxy (рассматривается только плоский случай) "вмороженной" в инструмент потенциал электрического поля U , удовлетворяет уравнению Лапласа: $\Delta U = 0$, и граничным условиям $U|_{\Gamma_0} = 0$, $U|_{\Gamma_1} = U_1$. Известно, что в этом случае потенциалу электрического поля U будет соответствовать функция тока ψ , силовой функции – потенциал скорости течения φ . Силовым линиям электрического поля будут соответствовать линии равного потенциала скорости, а эквипотенциальным линиям – линии тока. Разности потенциалов поля соответствует расход жидкости через сечение потока.

Функции $\varphi(x, y)$ и $\psi(x, y)$ удовлетворяют условиям Коши-Римана:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial S} = \frac{\partial \psi}{\partial n}, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial n} = -\frac{\partial \psi}{\partial S}, \quad (1)$$

где S, n – компоненты ортогональной системы координат.

В частности S – дуговая, n – нормальная координата.

Если ввести комплексный потенциал течения $W = \varphi + i\psi$, то значение модуля скорости V фиктивного потока идеальной несжимаемой жидкости вдоль линии $\psi = const$ будет определяться соотношением:

$$\left. \frac{\partial \psi}{\partial n} \right|_{\psi=const} = \left. \frac{\partial \varphi}{\partial S} \right|_{\psi=const} = V. \quad (2)$$

При допущении равномерной поляризации электродов их границы будут являться эквипотенциальными линиями. Через их поверхность ток не протекает и на них $\frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0$ или $\varphi = const$.

Таким образом, рассматриваемая задача ЭХРО, согласно гидродинамической аналогии, эквивалентна задаче построения комплексного потенциала течения идеальной несжимаемой жидкости в бесконечном плоском криволинейном канале одна стенка которого Γ_1 задана, а вторая должна быть определена в ходе решения задачи.

В работе [12] впервые было сформулировано граничное условие стационарности процесса в виде $V = \cos \theta$, где V – модуль скорости, а θ – угол наклона вектора скорости фиктивного течения идеальной несжимаемой жидкости.

Плоские задачи анодного формообразования катодом инструментом заданной формы при стационарном режиме процесса с учетом особенностей технологического процесса (стационарность, неравномерная поляризация электродов, переменный выход по току), осуществляемых через задание граничных условий, которым удовлетворяет потенциал электрического поля и которые являются отражением процессов, идущих на электродах или вблизи них, являются предметом многочисленных исследований [13-20].

Возможность потенциального описания электрического поля в межэлектродном зазоре на основе уравнения Лапласа и аналогия между плоским потенциальным электрическим полем и плоским потенциальным течением идеальной несжимаемой жидкости позволяет разработать эффективные методы расчета для задач электрохимического формообразования.

Литература

1. Газизов, Е.Р. Применение электрохимической размерной обработки металлов при производстве деталей механизмов / Е.Р. Газизов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 213-215.
2. Волков, Ю.С. Математическая постановка простейших задач электрохимической обработки металлов / Ю.С. Волков, И.И. Мороз // Электронная обработка материалов. – 1965. - №5-6. - С. 60-64.
3. Крылов, А.Л. Задача Коши для уравнения Лапласа в теории электрохимической обработки металлов / А.Л. Крылов // ДАН СССР, 1968. - Т.178. - №2. - С. 321-323.
4. Максяков, Д.А. Анализ и выбор правильной технологии наплавки слоя металла вибродуговой сваркой для восстановления деталей сельскохозяйственных машин / А.Д. Максяков, И.М. Салахов. Науч. рук. А.В. Матяшин // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 215-217.

5. Салахов, И.М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 139-145.

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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 269-273.

7. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 67-72.

8. Вагизов, Т.Н. Повышение износостойкости рабочих органов дисковых сошников / Т.Н. Вагизов, Р.Р. Ахметзянов, Р.Р. Шайхутдинов // 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. 232-237.

9. 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, 2020. – С. 35-40.

10. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р.

Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

11. 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.

12. Клоков, В.В. О применении обратных краевых задач в теории электрохимической размерной обработки / В.В. Клоков, А.В. Костерин, М.Т. Нужин // Труды семинара по краевым задачам. Вып.9. - Казань: Изд-во КГУ, 1972. - С. 132-140.

13. Пикмуллин, Г.В. Расчет пружины на прочность и жесткость / Г.В. Пикмуллин, С.М. Яхин, Дали 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.

14. 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.

15. Зиннатуллина, А. Н. Численное решение задачи переноса загрязнения под гидросооружением со шпунтом / А. Н. Зиннатуллина, Р.И. Ибяттов, М. Н. Шамсиев // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2014. – № 7(66). – С. 55-56.

16. 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.

17. Зиннатуллина, А. Н. Численное решение задачи переноса загрязнения под гидросооружением со шпунтом / А. Н. Зиннатуллина, Р.И. Ибяттов, М. Н. Шамсиев // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2014. – № 7(66). – С. 55-56.

18. 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.

19. Frequency and temperature dependences of permittivity and loss tangent of SOME nematic liquid crystals / R. G. Rachmatullina, V. S. Gorelov, V. A. Timofeev [et al.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2014. – No 3. – P. 223-237.

20. 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.

УДК 629.083

Салахов Ильсур Муллахматович*Старший преподаватель**ilsur_baltasi@mail.ru***Вагизов Тагир Наилевич***Кандидат технических наук, доцент**toha-174@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. Качественный технический сервис машин и оборудования является одним из направлений повышения эффективности любого производства. Своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонт позволяет поддерживать требуемый уровень надежности машин и оборудования, что сказывается на их производительности и эффективности эксплуатации. В данной статье рассмотрены современное состояние и определены основные составляющие организации качественного технического сервиса.

Ключевые слова: технический сервис, сервисное предприятие, отказ, техническое обслуживание, ремонт.

Ilsur M. Salakhov*Senior Lecturer**ilsur_baltasi@mail.ru****Tagir N. Vagizov****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**toha-174@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

THE CURRENT STATE OF TECHNICAL SERVICE OF MACHINERY AND EQUIPMENT

Abstract. High-quality technical service of machinery and equipment is one of the ways to increase the efficiency of any production. Timely and high-quality maintenance and repair allows you to maintain the required level of reliability of machines and equipment, which affects their productivity and operational efficiency. This article examines the current state and identifies the main components of the organization of high-quality technical service.

Keywords: technical service, service company, failure, maintenance, repair.

Конструкция современных машин и оборудования представляет собой сочетание ряда сложных механизмов и устройств с различными электронными системами управления и контроля. Обеспечение их

высокой надежности невозможно без их качественного технического сервиса в течение всего срока эксплуатации. Однако, материально-технические возможности рядовых предприятий не позволяют выполнить своевременное и качественное техническое обслуживание, и ремонт эксплуатируемых машин [1-5]. На современном этапе технический сервис машин и оборудования осуществляется специализированными сервисными предприятиями, дилерскими центрами и другими [6, 7].

Современный технический сервис должен обеспечивать при минимальных затратах требуемый уровень надежности и сокращение простоев машин и оборудования по техническим причинам. Некачественное и несвоевременное выполнение операции технического обслуживания и ремонта приводит к незапланированным простоям и уменьшению производительности машин и оборудования, а также может быть причиной нарушения технологии выполнения работ, получения травм обслуживающим персоналом и т.п. [1, 6, 8, 9] В результате снижается потребное количество машин и оборудования, увеличивается сроки выполнения работ, что приводит к повышению материальных, энергетических и трудовых затрат и снижению эффективности производственных процессов. В свою очередь, у сервисных предприятий имеет место ухудшение финансового состояния из-за увеличения текущих затрат на проведение операций по техническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования, капитальных вложений в материально-техническую базу, а также снижения спроса на предоставляемые услуги.

В настоящее время в мировой практике сложились следующие составляющие обеспечения высокого качества технического сервиса машин и оборудования [10]:

- своевременное проведение операций профилактического характера, которые позволяют существенно снизить вероятность возникновения отказов машин и оборудования;
- своевременный ремонт агрегатов машин и оборудования до возникновения отказов, необходимость в котором устанавливается по результатам контроля технического состояния, диагностирования при техническом обслуживании. Такой ремонт упреждающего характера не требует больших затрат времени и материальных средств;
- рациональное планирование и организация мероприятий технической эксплуатации машин и оборудования, при которой работы по обслуживанию и ремонту целесообразно выполнять в менее напряженные периоды выполнения производственных процессов;
- применение современных технических средств и технологий диагностирования, обслуживания и ремонта машин и оборудования;
- постоянное повышение квалификации обслуживающего персонала.

Мировые производители машин и оборудования также заинтересованы в качественном техническом сервисе. Большое внимание уделяется подготовке и обучения обслуживающего персонала сервисных предприятий и дилерских центров, обеспечивают их ремонтно-эксплуатационной документацией, специальным диагностическим, ремонтным оборудованием и технологической оснасткой, обеспечивают расходными материалами и запасными частями, предлагают различное программное обеспечение и нормативы, направленные на повышение эффективности деятельности сервисных предприятий и дилерских центров. Кроме этого, производители машин и оборудования постоянно развивают систему обеспечения запасными частями и расходными материалами путем создания сети взаимосвязанных складов запасных частей, которые периодически пополняются.

Качественный технический сервис невозможен без рациональной организации работы сервисных предприятий [11, 12]. Основные составляющие организации работы сервисных предприятий представлены на рисунке 1.

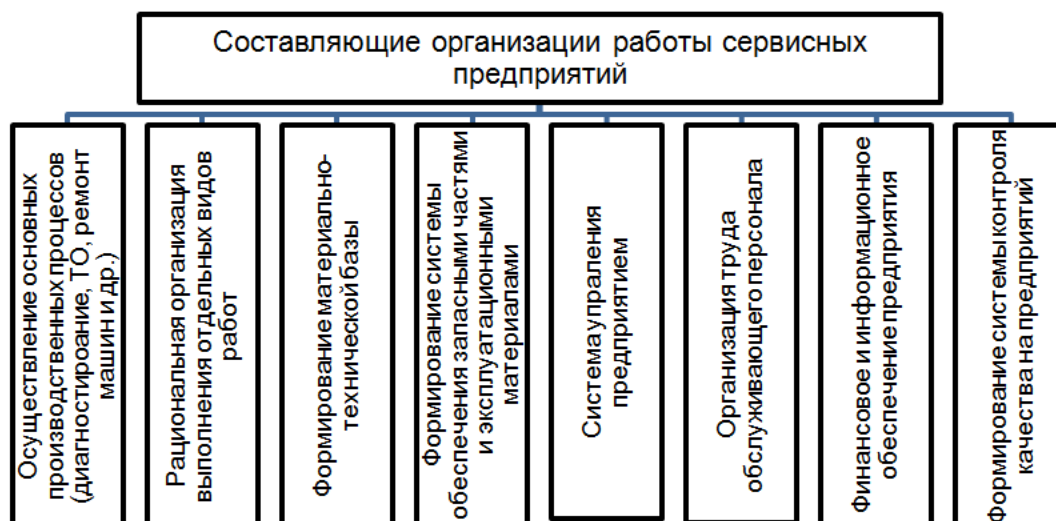


Рисунок 1 - Составляющие организации работы сервисных предприятий

Важное значение при организации технического сервиса машин и оборудования имеет система контроля качества и эффективности выполнения основных производственных процессов. Для этого на практике широко используется комплекс показателей, которые представлены в таблице 1 [10, 12, 13, 14].

Таблица 1 – Показатели эффективности технического сервиса машин и оборудования

Показатели	Значение показателя
1. Коэффициент технической готовности машин (оборудования)	0,85...0,9
2. Рост наработки машин (оборудования) в течении года в % из-за повышения качества технического сервиса	10...20%
3. Отношение суммарных годовых трудовых затрат на техническое обслуживание, диагностирование и текущий ремонт к годовой наработке машин (оборудования)	0,4...0,5
4. Продолжительность функционирования сервисного предприятия в течении суток	24 ч
5. Отклонение от графика технического обслуживания	±10%
6. Степень плановости ремонтных работ	80...90%
7. Среднее время между остановками из-за ремонтов, ч	50...70
8. Среднее время затрачиваемое на один ремонт, ч	2...6
9. Процент выполнения работ по текущему ремонту в месте эксплуатации машины (оборудования): - в течении дня - в течении суток	35% 95%
10. Время устранения отказа в часах, при превышении которого на место вышедшей из строя машины (оборудования) ставится резервная	2 ч
11. Процент выполнения заказов на запасные части за 24 ч	90%

Анализируя показатели, представленные в таблице 1, можно отметить, что большинство показателей зависит как от уровня надежности обслуживаемых машин, так и от уровня качества технического сервиса. Показатели 1, 2 и 3 отражают влияние качества технического сервиса на незапланированные простои и затраты на эксплуатацию машин и оборудования по техническим причинам, а показатели 4-11 - результаты отдельных видов работ технического сервиса.

В заключение следует отметить, что современный технический сервис машин и оборудования является видом деятельности, который требует наличия соответствующей материально-технической базы с высокотехнологичным оборудованием и оснасткой, применения современных технологий технического обслуживания, диагностирования и ремонта, а также высококвалифицированного обслуживающего персонала [13, 16-21]. В современных сервисных предприятиях постоянно проводятся мероприятия, направленные на улучшение и повышение эффективности их деятельности путем повышения качества всех составляющих, представленных на рисунке 1, и всех основных производственных процессов.

Литература

1. 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, 18 января 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 304-308.
2. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 39-41.
3. Сеницкий, 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 / Сеницкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 210 с.
4. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 156-159.
5. Медведев, В.М. Математическая модель оценки динамических показателей двигателя МТА при неустановившейся нагрузке / В.М. Медведев, С.А. Сеницкий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 106-110. – DOI 10.12737/article_5d3e174a791dc8.26723129.
6. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.
7. Салахов, И.М. Прогнозирование технического состояния машин / И.М. Салахов // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. - С. 263-266.
8. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции

(Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 82-84.

9. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, А.В. Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. - № 7. – С. 170-174.

10. Современный технический сервис техники: мировой опыт // ЭКСКОВАТОР.РУ: сайт. URL: <https://exkavator.ru/articles/user/~id=1493> (дата обращения: 19.11.2021).

11. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 290-295.

12. 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.

13. Хафизов, К.А. Основные направления развития технического сервиса в АПК Татарстана / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов, Н.Р. Адигамов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. - № 4 (34). – С. 95-102.

14. Адигамов, Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброискровой 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 226-229.

15. Адигамов, Н.Р. Анализ виброакустических показателей подшипниковых узлов дробилок кормов / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов, Р.С. Шайхетдинова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 7. – С. 145-147.

16. 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.

17. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

18. 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.

19. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil / A. Gritsenko, E. Zadorozhnaya, V. Shepelev, I. Gimaltdinov // Tribology in Industry. – 2019. – Vol. 41. – No 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11.

20. 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.

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

22. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostovon-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

23. Development of a model for improving operating performance of vehicles / A. Glushchenko, A. Khokhlov, D. Molochnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012099. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012099.

УДК 621.7.01

Вагизов Тагир Наилевич*Кандидат технических наук, доцент
tagirvagizov@yandex.ru***Салахов Ильсур Муллахматович***Старший преподаватель
ilsur_baltasi@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЯ ДИСКОВ СОШНИКОВ ПОСЕВНЫХ И ПОСАДОЧНЫХ МАШИН

Аннотация. Для упрочнения дисковых рабочих органов в процессе их изготовления альтернативными термической обработке являются защитные упрочняющие покрытия, полученные комбинированными способами, использующими высокоинтенсивные источники энергии и их различные сочетания. В работе рассмотрены технологические способы восстановления и упрочнения дисковых рабочих органов посевных и посадочных машин.

Ключевые слова: агротехнические требования, посевные машины, рабочие органы, диски сошников, восстановление, упрочнение, электромеханическая обработка.

Tagir N. Vagizov*Candidate of technical sciences, Associate Professor
tagirvagizov@yandex.ru***Ilsur V. Salakhov***Senior Lecturer
ilsur_baltasi@mail.ru**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

RESTORATION AND HARDENING OF DISCS OF COULTERS OF SOWING AND PLANTING MACHINES

Abstract. To harden disk working bodies in the process of their manufacture, protective hardening coatings obtained by combined methods using high-intensity energy sources and their various combinations are alternative to heat treatment. The paper considers technological methods of restoration and hardening of disk working bodies of sowing and planting machines.

Keywords: agrotechnical requirements, sowing machines, working bodies, coulter discs, restoration, hardening, electromechanical processing.

Одной из актуальных проблем в машиностроительном и ремонтном производстве является повышение надежности сельскохозяйственной

техники. Решение этого вопроса может быть обеспечено применением новых технологических способов восстановления и упрочнения их деталей.

Известно, что рабочие органы (диски сошников) посевных и посадочных машин подвергаются значительному интенсивному изнашиванию в результате трения их рабочих поверхностей с обрабатываемой средой. При этом в процессе использования агрегатов в поверхностных слоях дисков сошников возникают механические и молекулярные взаимодействия, в результате которых происходит износ, и, соответственно, изменение их конструктивных параметров. В результате этого не обеспечиваются агротехнические требования по обеспечению заданной глубины заделки семян и их нормы высева в почву, большой амплитуды допусков к работе на различных почвах по механическому составу и влажности при разных видах обработки и рабочих скоростях.

Следует отметить, что в процессе использования агрегатов почвообрабатывающих посевных возникают следующие дефекты дисков сошников:

- деформирование или коробление;
- уменьшение толщины режущей кромки;
- износ по толщине и наружному диаметру или изменение геометрических размеров;
- возникновение на рабочей поверхности сколов, зазубрин и трещин.

Так, при незначительном деформировании до 3,0 мм рабочий орган восстанавливается правкой посредством одновременного прижима плиты к диску и роликам с последующей прокаткой последних по периметру диска.

При устранении дефектов деформирование, коробление и уменьшение толщины режущей кромки на поверхности диска выполняется заточка их режущей кромки.

В случае уменьшения наружного диаметра диска менее 330 мм, то для его восстановления применяется способ приваривания в среде защитного газа по окружности составного кольца с согнутыми «на ребро» сегментами.

Для устранения дефекта, износ по толщине и наружному диаметру или изменение геометрических размеров, применяется способ контактного шовного сваривания внахлестку с дальнейшим упрочнением порошковыми материалами на основе сормайта. При этом техпроцесс отличается сложностью и трудоемкостью, не дает гарантии от разрушения материала дисков сошников под действием повторно-переменных нагрузок. Известен способ восстановления дискового рабочего органа до номинального наружного диаметра посредством навивки металлической ленты из стали 65Г.

Вместе с тем, все вышеперечисленные технологические способы восстановления дисков сошников не обеспечивают качества (однородности структуры и свойств), высокой износостойкости их поверхностного слоя при абразивном изнашивании.

Следует отметить, что типовая технология изготовления дисков сошников из сталей 65Г или 70Г включает следующие операции: вырубка из листа, гибку (для сферических дисков) и рихтовку, сверление или пробивку отверстий для крепления, обтачивание фасок (затачивание) на токарном станке и упрочнение – термическую обработку рабочей зоны до твердости 43-48 HRC.

Для упрочнения дисковых рабочих органов в процессе их изготовления альтернативными термической обработке являются защитные упрочняющие покрытия, полученные комбинированными способами, использующими высокоинтенсивные источники энергии и их различные сочетания (комбинации плазменной наплавки с лазерным модифицированием поверхностей, плазменного напыления с последующим горячим изостатическим прессованием и др.). К ним относится магитно-электрическое упрочнение с последующей электромеханической обработкой, позволяющая получить формируемые поверхностные слои с требуемыми физико-механическими и эксплуатационными свойствами за счет снижения остаточных напряжений растяжения в материале.

С учетом вышесказанного нужно разработать технологическую схему и разработать устройство для правки и комбинированной обработки плоских быстроизнашивающихся деталей. В этой технологической схеме магитно-электрическое упрочнение, обеспечивает многослойное нанесение износостойких покрытий из ферромагнитных порошков. Наряду с известными преимуществами этого способа, существенными дефектами, снижающими износостойкость формируемых поверхностных слоев, является их шероховатость и разнотолщинность. Дополнительное воздействие технологического тока и усилия накатывания электрода-инструмента на нанесенные покрытия при электромеханической обработке позволяет формировать упрочняемую поверхность детали с регулируемыми параметрами качества.

Электромеханическая обработка нанесенных покрытий при уменьшении средней их толщины, позволяет повысить качество упрочненных поверхностей за счет снижения их средней шероховатости и средней разнотолщинности.

Литература

1. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 200-204.

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. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

4. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 39-41.

5. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, А.В. Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 170-174.

6. Sharifullin S.N., Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / Sharifullin S.N., Fayzrakhmanov I.A., Lyadov R.M., Shustov V.A., Adigamov N.R., Akhmetzyanov R.R., Shaykhutdinov R.R., Bayniyazova A.T. // Journal of Physics: Conference Series. electronic edition. - 2019. - С. 012100.

7. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

8. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 204-208.

9. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 181-187.

10. 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.

11. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

12. 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.

13. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

14. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.

15. 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, S.A. Sinitsky, G.V. Pikhullin // 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.

16. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

17. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

18. 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.

19. Салахов, И.М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 139-145.

20. Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте сельскохозяйственной техники / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 229-232.

УДК 621.01

Вагизов Тагир Наилевич*Кандидат технических наук, доцент**tagirvagizov@yandex.ru***Ахметзянов Ришат Ринатович***Кандидат технических наук, доцент**rishat83@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Аннотация. В данной работе кратко рассмотрены особенности применения разных видов аддитивных технологий для изготовления и восстановления деталей машин, включая как металлические, так и пластмассовые детали.

Ключевые слова: Восстановление, деталь, изготовление, технология, металл, пластмасса, 3D-печать.

Tagir N. Vagizov*Candidate of technical sciences, Associate Professor**tagirvagizov@yandex.ru***Rishat R. Akhmetzyanov***Candidate of technical sciences, Associate Professor**rishat83@mail.ru**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

FEATURES OF THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES FOR THE MANUFACTURE AND RESTORATION OF MACHINE PARTS

Abstract. This paper briefly discusses the features of using different types of additive technologies for the manufacture and restoration of machine parts, including both metal and plastic parts.

Keywords: restoration, detail, manufacture, technology, metal, plastic, 3D printing.

Технологии 3D-печати или, как их еще называют, аддитивные технологии (АМ-технологии), благодаря своим уникальным возможностям быстро создавать изделия сложных форм, получают все большее применение в ремонтном производстве для изготовления запасных деталей, а также для восстановления деталей, вышедших из строя. Изготовление деталей с помощью этих технологий может быть прямым и косвенным. Прямое изготовление предполагает, что готовую деталь получают непосредственно с помощью АМ-технологий.

Непрямое изготовление предполагает, что сначала с помощью AM-технологий создают формообразующую оснастку или инструменты, которые затем используют для получения деталей известными способами. Схематично различия в традиционном и аддитивном производстве можно изобразить следующей схемой.

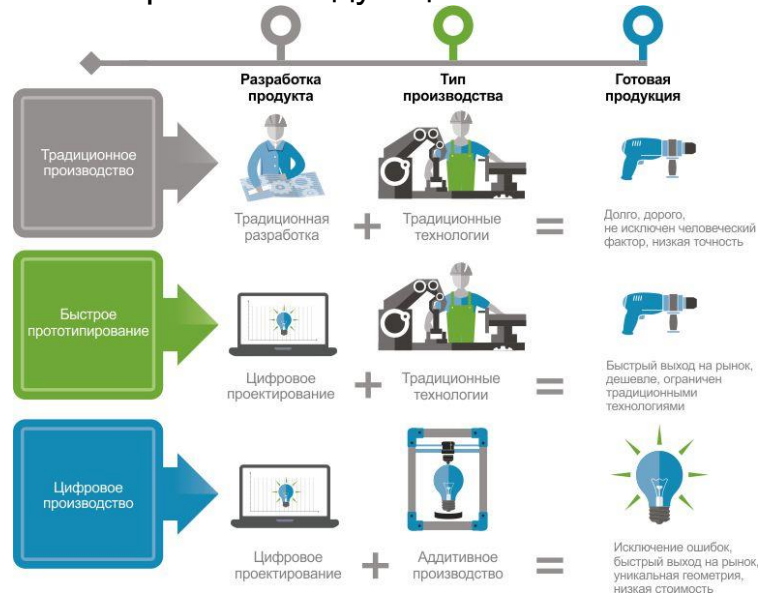


Рисунок 1 - Различия в традиционном и аддитивном производстве.

Для получения разнообразных пластмассовых деталей (шестерни, валы, шкивы, заглушки, корпуса, разъемы и т.п.) используют FDM-технологию, основанную на экструзии полимеров. С ее помощью можно создавать детали ответственных конструкций.

Восстановление пластмассовых деталей. Обычно детали из пластмасс восстанавливают методами механического, клеевого или сварного соединения. Более эффективно использовать AM-технологии. Например, с помощью FDM-технологии ремонтируют шестерни, ручки механизма раскладывания заднего сиденья, крышки зеркал, корпусные и другие детали автомобилей.

Для создания металлических деталей применяют в основном SLM-технологию (Selective Laser Melting) – разновидность AM-технологий, основанную на селективном лазерном сплавлении металлических порошков. Эта технология позволяет создавать детали, превосходящие по своим качествам аналогичные детали, получаемые литьем. В частности, с ее помощью изготавливают детали сложной геометрией.

Металлические детали также можно создавать с помощью FDM-технологии (Fused Deposition Modeling), основанной на экструзии легкоплавких металлов, например, свинца или олова (эта технология также позволяет работать с пластиками). Однако изделия из таких металлов имеют низкую прочность. В одном из вариантов FDM-технологии используют волокна из стального порошка с полимерным связующим. В процессе экструзии создается деталь из металлополимерного композита. При последующей термообработке

полимер удаляется, а образовавшийся пористый металлический каркас спекается.

Для создания металлических деталей также применяют один из вариантов LOM-технологии (Laminated Object Manufacturing), согласно которому для построения изделий служит тонкая алюминиевая фольга, она вырезается по контуру слой за слоем, затем слои соединяются под действием ультразвука.

Восстановление металлических деталей. Для восстановления металлических деталей используют AM-технологии, основанные на лазерной наплавке, в частности, LENS-технология (Laser Engineered Net Shaping), согласно которой присадочный металлический порошок подается непосредственно в зону действия луча лазера. Эта технология позволяет использовать одновременно два или более разных материалов (за счет подачи порошков из нескольких сопел), благодаря чему можно наносить покрытия с градиентом свойств по толщине. Так, можно формировать наружную приповерхностную часть покрытия из материала с повышенной прочностью, совмещая, таким образом, восстановление с упрочнением.

Достоинством этой технологии является возможность восстанавливать тонкостенные элементы деталей. Детали, получаемые с ее помощью, превосходят по прочностным свойствам аналогичные детали, получаемые литьем, а также сопоставимы с коваными деталями. Быстрое отверждение наплавляемого металла позволяет формировать субмикронную микроструктуру, а в случае градиентной наплавки можно получать участки наплавляемого слоя с требуемой макро-, микро- или нанозернистой структурой. Дополнительные возможности этой технологии по улучшению свойств восстанавливаемых деталей связаны с формированием наплавляемых слоев из композитных материалов.

Для восстановления металлических деталей, наряду с LENS-технологией, применяют и другие AM-технологии, основанные на наплавке, в частности, EBDM (Electron Beam Direct Manufacturing) и IFF (Ion Fusion Formation). Согласно EBDM-технологии изношенные поверхности деталей восстанавливают послойным наплавлением материала с помощью электронного луча, а согласно FF-технологии – с помощью потока плазмы. В качестве исходного материала используют прутки из алюминиевых и титановых сплавов, сталей.

Изготовление технологической оснастки. Для получения деталей путем литья или штамповки требуется специальная формообразующая оснастка. Для снижения стоимости оснастки и ускорения процесса ее создания перспективно применять AM-технологии.

Для получения единичной литой детали из металла, сначала с помощью 3D-принтера изготавливают литейную модель детали, на которую затем наносят керамическую оболочку. В эту оболочку

заливается расплав металла и формируется готовая литая деталь (при этом литейная модель выжигается или выплавляется).

Для получения небольшой партии литых металлических деталей с помощью 3D-принтера создают прототип детали (мастер-модель), который затем заливают силиконом. После застывания силикона образуется эластичная форма, которая разрезается на две половинки. В полученную разъемную форму заливается литейный воск, в результате чего получается литейная модель. Такую форму можно использовать многократно.

AM-технологии также позволяют получать режущие инструменты, которые невозможно создавать по традиционным технологиям. Так, SLM-технология позволяет получать режущий инструмент, прочный снаружи и пластичный внутри. Также с ее помощью можно выборочно задавать параметры определенных участков детали с последующей закалкой их поверхности, а также формировать спиральный канал для подачи смазочно-охлаждающей жидкости, что позволяет более эффективно охлаждать его. С помощью AM-технологий можно воспроизводить любую по сложности форму режущего инструмента, например, создавать фрезы, имеющие режущие зубья с оптимизированной геометрией.

Применение новых технологий — главный тренд последних лет в любой сфере промышленного производства. Каждое предприятие в России и мире стремится создавать более дешевую, надежную и качественную продукцию, используя самые совершенные методы и материалы. Использование аддитивных технологий — один из ярчайших примеров того, как новые разработки и оборудование могут существенно улучшать традиционное производство.

Литература

1. 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.

2. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

3. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции

(Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 82-84.

4. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, А.В. Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 170-174.

5. Sharifullin S.N., Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / Sharifullin S.N., Fayzrakhmanov I.A., Lyadov R.M., Shustov V.A., Adigamov N.R., Akhmetzyanov R.R., Shaykhutdinov R.R., Bayniyazova A.T. // Journal of Physics: Conference Series. electronic edition. 2019. С. 012100.

6. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

7. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 204-208.

8. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 181-187.

9. 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, 18 января 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 317-322.

10. 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.

11. 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.

12. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

13. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.

14. Khaliullin, F.Kh. 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, S.A. Sinitsky, G.V. Pikmullin // 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.

15. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

16. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

17. Максяков, Д.А. Анализ и выбор правильной технологии наплавки слоя металла вибродуговой сваркой для восстановления деталей сельскохозяйственных машин / А.Д. Максяков, И.М. Салахов, А.В. Матяшин // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой национальной научной конференции. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 222-225.

18. Салахов, И.М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 139-145.

19. Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте сельскохозяйственной техники / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 229-232.

УДК 667.6

Вагизов Тагир Наилевич*Кандидат технических наук, доцент
tagirvagizov@yandex.ru***Ахметзянов Ришат Ринатович***Кандидат технических наук, доцент
rishat83@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСНО- НАПОЛНЕННЫХ СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Изучение особенностей и закономерностей влияния состава, структуры полимерно-порошковых композиций и технологий получения на свойства световозвращающих материалов является важной задачей. На основе различных типов полимерных порошковых композиций, с использованием компонентов отечественного производства, разработаны составы и технология получения новых световозвращающих материалов. В данной работе дан анализ получения световозвращающих материалов на основе порошкообразных полимерных композиций с требуемыми оптическими и эксплуатационными свойствами. Разработка рецептур и совершенствование технологий производства связаны с улучшением эксплуатационных и технологических свойств.

Ключевые слова: материал, отражатель, полимер, порошок, композиция, покрытие, дисперсность, процесс, световозвращение.

Tagir N. Vagizov*Candidate of technical sciences, Associate Professor
tagirvagizov@yandex.ru***Rishat R. Akhmetzyanov***Candidate of technical sciences, Associate Professor
rishat83@mail.ru**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

TECHNOLOGICAL METHODS FOR OBTAINING DISPERSED- FILLED RETROREFLECTIVE MATERIALS

Abstract. The study of the features and patterns of the influence of the composition, structure of polymer-powder compositions and production technologies on the properties of retroreflective materials is an important task. On the basis of various types of polymer powder compositions, using components of domestic production, compositions and technology for obtaining new retroreflective materials have been developed. This paper

analyzes the production of retroreflective materials based on powdered polymer compositions with the required optical and operational properties. The development of formulations and the improvement of production technologies are associated with the improvement of operational and technological properties.

Keywords: material, reflector, polymer, powder, composition, coating, dispersion, process, retroreflection.

Работа направлена на изучение особенностей и закономерностей влияния состава материалов, их структуры и особенностей технологии получения на свойства световозвращающих материалов.

В настоящее время известны ряд различных способов получения световозвращающих материалов, отличающихся своими светоотражающими элементами, исходными компонентами, структурой и технологией получения. Лидирующее положение среди мировых производителей световозвращающих материалов занимает фирма «ЗМ», которая производит широкий ассортимент пленочных материалов с использованием микросферических и угловых световозвращателей. Однако следует отметить, что такие световозвращающие материалы отличаются высокой стоимостью. Технология изготовления световозвращающих материалов с использованием микросфер является более простой, технологичной и экономически целесообразной.

Поэтому, разработка новых составов и энергосберегающих технологий получения новых дисперсно-наполненных световозвращающих материалов, в виде пленок и покрытий различной структуры, с использованием компонентов отечественного производства, является важной задачей.

Для получения гибких многослойных световозвращающих материалов использовали исходные компоненты состоящих из промежуточного слоя, связующего слоя, разделяющего слоя, стеклянных микросфер и защитного слоя.

Световозвращающие материалы на основе полимерных порошковых соединений получали с использованием эпоксидных, полиэфирных соединений и полиэфирной эпоксидной смолы.

Электростатическим способом проводили нанесение порошковых композиций и формирование покрытий. Для этого были использована установка, которая включает в себя распылительное устройство, камеру напыления и камеру полимеризации.

Для формирования световозвращающих материалов на основе полимерно-порошковых композиций использовали стальные и алюминиевые пластинки, подготовку поверхности пластин проводили по ГОСТу.

Нанесение микросфер осуществляли при оптимальных режимных параметрах с использованием распылителя. Избыток микросфер с верхних слоев покрытия удаляли эжекторной насадкой.

Во время проведения экспериментальных исследований учитывали такие факторы, как дефектность микросфер, размер частиц микросфер, показатель преломления, индикатрисы отражения, адгезии, укрывистости и другие эксплуатационные характеристики.

Исследования перечисленных характеристик проводили в соответствии с ГОСТами.

Для определения дефектности формы микросфер использовали инвертированный микроскоп, и дифракционный лазерный анализатор для оценки дисперсности стеклянных микросфер. Толщину функциональных слоев световозвращающих материалов определяли толщиномером.

Для измерения индикатрисы отражения использовали установку для исследования световозвращающих материалов. Установка состоит из осветителя, поворотного стола на который установлен исследуемый образец, диафрагмы, фотоприемника, фотометра и блок измерения фотометра.

В качестве примера на рисунках 1 и 2 представлена картина отражения исследованных образцов световозвращающих материалов с диффузным отражением и с высоким световозвращением.

Путем построения и анализа диаграмм индикатрис отражения от степени дисперсности микросфер, производили оценку зависимости интенсивности отражения световозвращающих материалов от типа отражающего слоя. Представленные экспериментальные данные показывают, что при использовании в качестве отражающего слоя в виде фольгированного алюминия, максимальная величина интенсивности отражения обнаруживается для световозвращающих материалов с одинаковой дисперсностью микросфер. Таким образом, можно сделать заключение, что увеличение дисперсности ведет к увеличению интенсивности световозвращения, а на величину и характер изменения величины интенсивности отражения заметное влияние оказывает состояние поверхности отражающего слоя.

Литература

1. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 200-204.

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. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

4. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 39-41.

5. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, А.В. Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 170-174.

6. Sharifullin S.N., Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / Sharifullin S.N., Fayzrakhmanov I.A., Lyadov R.M., Shustov V.A., Adigamov N.R., Akhmetzyanov R.R., Shaykhutdinov R.R., Bayniyazova A.T. // Journal of Physics: Conference Series. electronic edition. 2019. С. 012100.

7. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

8. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 204-208.

9. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 181-187.

10. 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, 18 января 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 317-322.

11. 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.

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. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

14. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Ширияданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.

15. 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, S.A. Sinitsky, G.V. Pikmullin // 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.

16. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

17. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

18. 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 269-273.

19. Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте сельскохозяйственной техники / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 229-232.

УДК 62-144

Хафизов Камиль Абдулхакович
Доктор технических наук, профессор
fts-kgau@mail.ru

Хасанов Ф.Д.
Студент магистратуры
Казанский государственный аграрный университет, Казань

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ АГРЕГАТОВ И СПОСОБЫ ИХ РЕГЕНЕРАЦИИ

Аннотация. Описаны содержание отработанных газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания машинно-тракторных в аграрном секторе экономики. Выявлено, что современные двигатели машинно-тракторных агрегатов работают в основном на дизельном топливе при имеющейся тенденции увеличения количества двигателей, работающих по газодизельному циклу. Одновременно с этим растет тенденция перевода двигателей на чисто газовое топливо. Широко используется сжиженный попутный нефтяной газ, но из-за ограниченности его запасов растет переход на сжатый природный газ и, что более перспективно – сжиженный метан, использование которого связано с трудностью хранения сжиженного природного газа при нормальных условиях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов. Выявлено топливо наиболее эффективное с точки зрения снижения выброса парниковых газов.

Ключевые слова: ОГ двигателей, парниковые газы, карбоновый след, оксиды азота, экология.

Kamil A. Khafizov
Doctor of Technical Sciences, Professor
fts-kgau@mail.ru
F.D. Khasanov
Master's degree student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ANALYSIS OF CONTENT OF EXHAUST GASES OF ENGINES OF UNITS AND WAYS OF THEIR REGENERATION

Abstract. Are described the content of the exhaust gases (EG) of internal combustion engines machine and tractor in the agrarian sector of economy. It is revealed that modern engines of machine and tractor units use generally diesel fuel at the available tendency of increase in number of the engines working on gas-diesel cycle. Along with it the tendency of transfer of engines into purely gas fuel grows. The liquefied associated petroleum gas is widely used, but because of limitation of its stocks transition to compressed

natural gas grows and that is more perspective - the liquefied methane which use is connected with difficulty of storage of liquefied natural gas under normal conditions of operation of machine and tractor units. Fuel the most effective from the point of view of decrease in emission of greenhouse gases is revealed.

Keywords: EG of engines, greenhouse gases, carboxylic trace, nitrogen oxides, ecology.

Экологи всего мира бьют тревогу в связи с процессами повышения среднегодовой температуры, что ведет к так называемому всемирному потеплению [1, 2]. Изменение климата ощущается и в средней полосе России. Зима за последние два десятка лет наступает все позже и сопровождается умеренной температурой ниже ноля градусов, чаще случаются потепления с плюсовой температурой. Видимо все это и есть отклики, так называемого парникового эффекта, основная причина которого связано с широкомасштабным использованием ископаемого топлива для получения энергии. Одним из важных видов источника энергии является и моторное топливо, получаемое из нефти [3, 4]. Структура использования моторного топлива в России приведена на рисунке 1. Как видно из рисунка в РФ на долю сельского хозяйства приходится порядка 12% (по другим сведениям 16-18% [5-6]) моторного топлива, производимого из нефти.

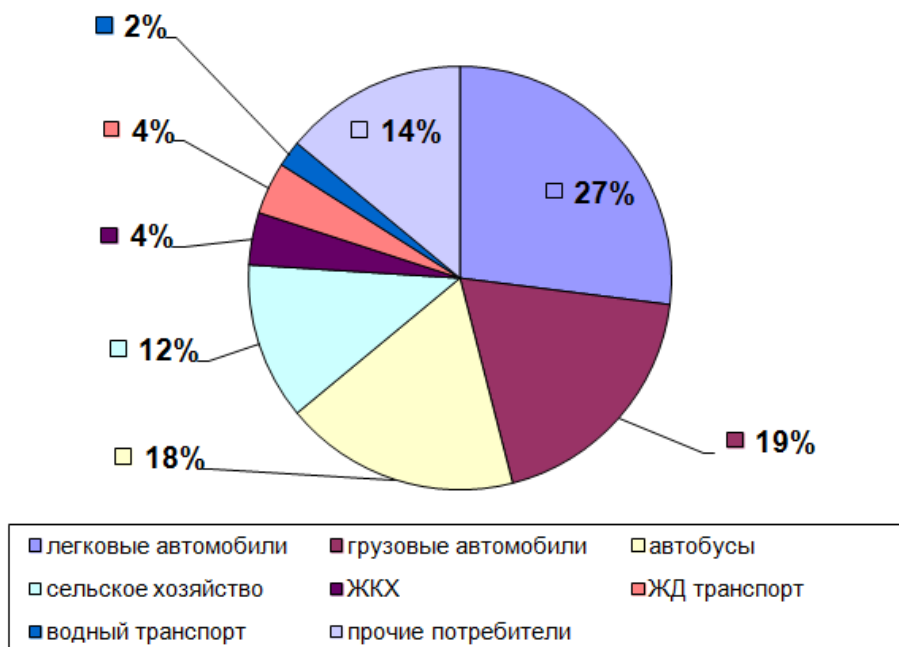


Рисунок 1 – Использование моторного топлива в РФ различными потребителями и по отраслям

На рисунке 2 приведена доля двигателей мобильных машин в создании парникового эффекта.

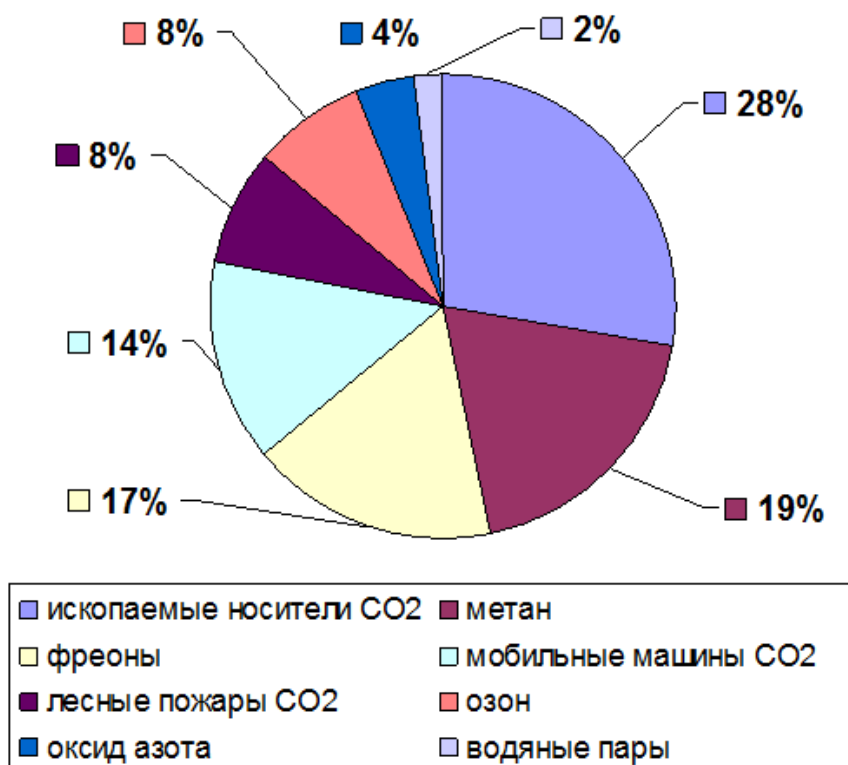


Рисунок 2 – Вклад различных газов в процесс потепления [7]

Как видим доля двигателей внутреннего в создании парникового эффекта за счет выброса CO₂ значительна и занимает порядка 14 % в общей массе других газов, уступая только промышленным предприятиям, лесным пожарам и выбросу фреона.

Попробуем выяснить состав выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. Имеющиеся в литературе данные разноречивы [8-10], вероятно из-за того, что состав ОГ зависит от большого количества факторов. В число этих факторов входят: используемое топливо; конструкция самого двигателя; конструкция системы его питания; особенности системы управления двигателем; степень изношенности или разрегулировок различных деталей, механизмов и систем двигателя; условия эксплуатации мобильных машин и степень их загруженности.

В таблице 1 приведена собранная из различных источников информация о составе выхлопных газов в зависимости от вида используемого топлива [10-14]. Между собой сравниваются – дизельное топливо, наиболее широко применяемое сельскохозяйственными тракторами и автомобилями, смесь дизельного топлива и газа, применяемая на двигателях, работающих по газодизельному циклу и наиболее перспективное газовое топливо (попутный нефтяной газ и природный газ). Природный газ перспективен с точки зрения ее запасов, однако требует специальные криогенные емкости для хранения в жидком виде, что удорожает ее использование. Использование сжатого природного газа в аграрном производстве в качестве моторного топлива

не удовлетворяет по требованиям обеспечения длительной работы в течение одной или двух рабочих смен.

Таблица 1 – Состав выхлопных газов дизельного двигателя и способы связывания экологически вредных веществ

Название, формула	Процент содержания веществ в выхлопных газах			Влияние на экологию и человека	Необходимость и способ связывания
	Диз. топливо	Газ+ диз. топливо	СНГ, СПГ		
Молекулярный азот N ₂	71-79	70-79	76-82	Безвреден	–
Кислород O ₂	1-16	1-9	1-5	Безвреден	–
Пар водяной H ₂ O	1-6	1-6	1-7	Безвреден	–
Диоксид углерода CO ₂	1-11	1-12	0,9-10,5	Вред экологии	Растения, микроорганизмы, химические реакции (использование скрубберов)
Моноксид углерода CO	0,01-0,5	0,012-0,58	0,008-0,6	Токсичен	Химические реакции
Оксиды азота NO _x	0,0001-0,5	0,00001-0,41	0,000058-0,3	Токсичен	Растения, микроорганизмы, химические реакции, снижение температуры ОГ ниже 21°С
Углеводороды C _x H _y	0,1-0,5	0,12-0,69	0,05-0,35	Токсичен ПАУ - канцероген	Микроорганизмы, химические реакции
Сажа С	0,01-1,2	0,096-0,89	0,0001-0,012	Канцероген	Микроорганизмы, химические реакции

- По ГОСТ 12.1.005–76

Как видно из таблицы 1 в составе выхлопных газов двигателей имеются вещества как нейтральные, с точки зрения вредности воздействия на живые организмы и экологию, так и очень ядовитые и способствующие созданию парникового эффекта. Последние занимают незначительную долю в общей массе ОГ. Их содержание колеблется в пределах от 1,12 до 13 %, включая и CO₂, который при кажущейся безвредности для человека наносит ущерб экологии.

Анализируя данные собранные в таблице 1, можно заметить, что содержание в ОГ наиболее вредных для человека веществ при переходе с дизельных двигателей на газодизельные и более того при переводе двигателей на природный газ снижается. На самом деле, Российская автомобильная промышленность впервые сумела выполнить требования стандарта Евро 5 только при использовании

газового топлива. Примером может служить двигатель Камского автомобильного завода [15, 16].

Использование смеси с содержанием биотоплива даёт возможность улучшить экологические показатели автомобиля с дизелем по оксиду углерода на 10-14%, по углеводородам на 25-30 %, по выбросам сажи до 30 % в зависимости от режима движения автомобиля [15].

Из парниковых газов в составе ОГ наибольшая доля принадлежит диоксиду углерода. Вне зависимости от используемого топлива его содержание в общей массе отработанных газов двигателя занимает до 10 % и более. Как видно из рисунка 3 и 4, количество CO_2 в составе ОГ, как бензиновых, так и газовых двигателей значительно зависит от соотношения воздуха и топлива в смеси. Не менее значительно влияние качества топливоздушного смеси на выброс ядовитых веществ: монооксида углерода, оксидов азота и недогоревших углеводородов.

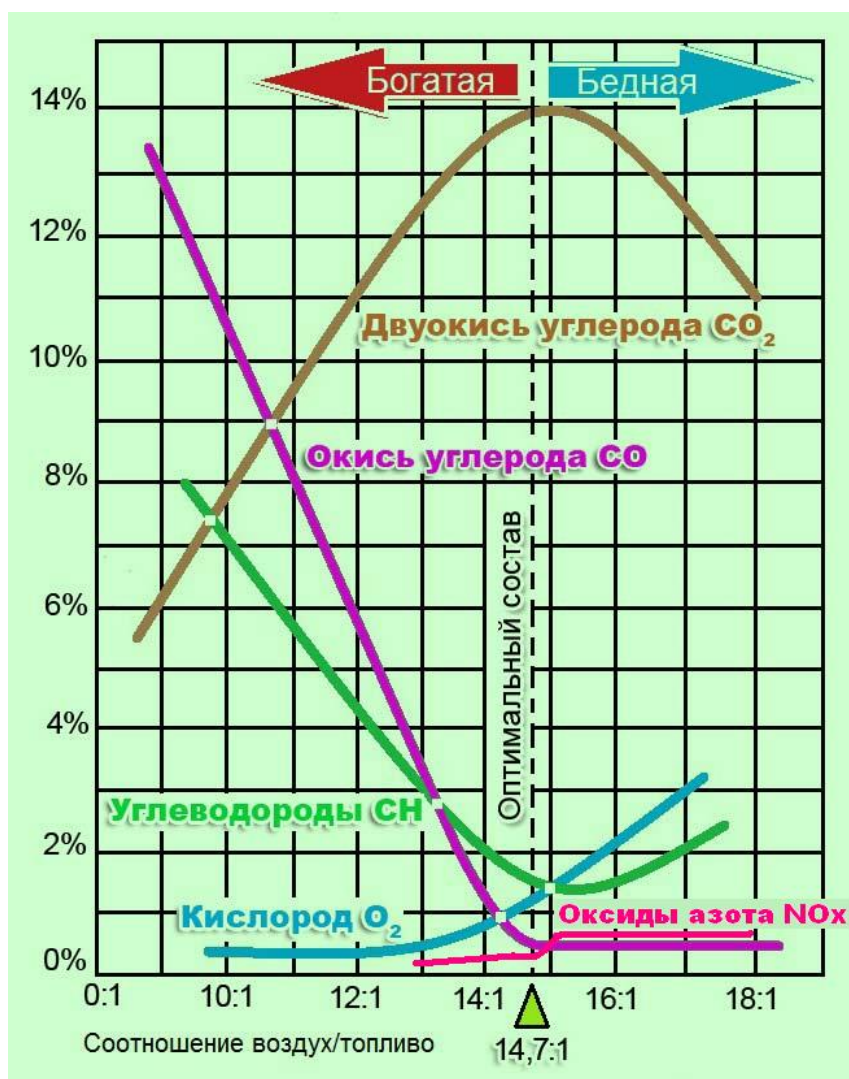


Рисунок 3 – Состав ОГ бензинового двигателя от качества топливной смеси

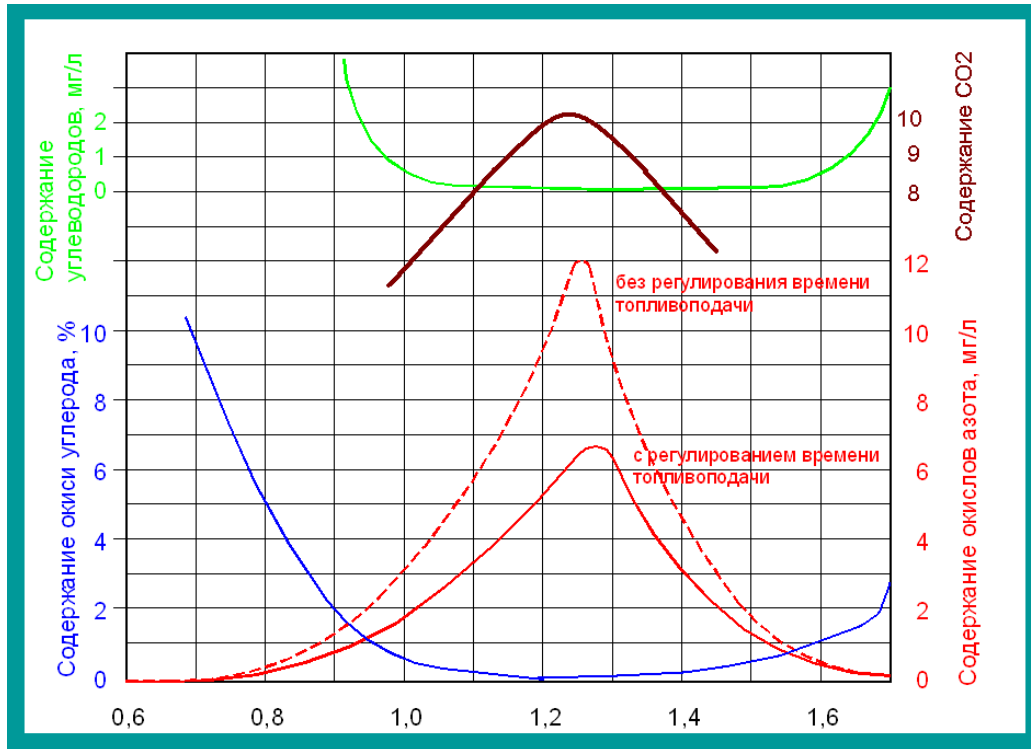


Рисунок 4 – Состав ОГ газового двигателя от качества топливной смеси

Для снижения выброса большинства вредных веществ в ОГ бензиновый и газовый двигатели должны работать со стехиометрическим составом топливовоздушной смеси.

В дизельном двигателе, наряду с достаточным количеством оксидов азота (меньше чем в бензиновом, но больше чем на метановом двигателе) появляется новое опасное вещество – сажа. Если газовый двигатель (пропановый) находится в красной зоне по выбросу оксида углерода, то дизельный двигатель попадает в эту зону по двум показателям – оксиду азота и диоксиду углерода по сравнению с бензиновыми двигателями.

Ужесточение норм стандартов на выброс веществ, загрязняющих все сферы вокруг земли, приводит к необходимости внесения значительных конструктивных изменений двигателей внутреннего сгорания.

Некоторые требования к выбросу оксида азота и сажи для дизельных двигателей приведены в таблице 1 и на рисунке 5.

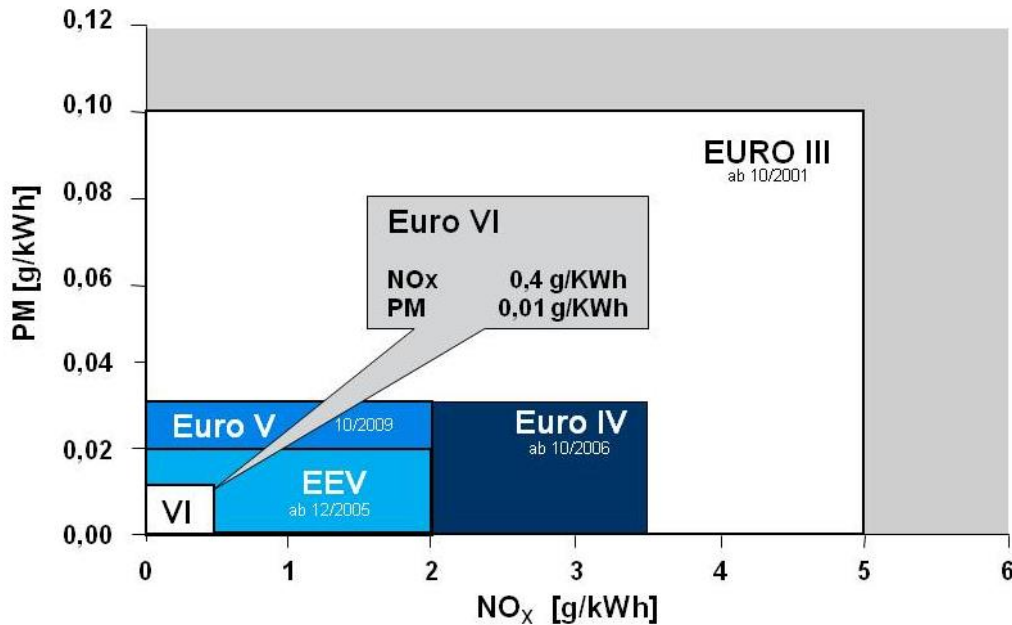


Рисунок 5 – Требования Евро 6 для стран Европы с 2014 года по выбросу оксида азота и сажи

Как видно из рисунка 5 с 2001 года требования по выбросу сажи и оксида азота ужесточились 10 раз.

В таблице 1 приведена информация о возможных путях нейтрализации вредных веществ, находящихся в составе ОГ. Основной путь – поглощение CO_2 и др. веществ растениями, что относится к естественным процессам, происходящим в природе. Другой путь заключается в искусственном улавливании вредных веществ или их нейтрализации за счет химических реакций.

Однако надо помнить, что двигатель внутреннего сгорания находится в составе, допустим, трактора, а тот используется в составе с сельскохозяйственной машиной для выполнения различных технологических операций внутри производственных процессов возделывания сельскохозяйственных культур. Параметры и режимы работы машинно-тракторных агрегатов (МТА) оказывают значительное влияние на состав ОГ двигателя трактора, а воздействие на почву (наполненную биологическими объектами) рабочих органов сельскохозяйственных машин, приводит к значительным изменениям в ней, в частности происходит снижение содержания органики, минерализация почвы и выброс в атмосферу огромного количества CO_2 , гораздо в большем объеме, чем выбрасывает двигатель машинно-тракторного агрегата [19-26].

В связи со сказанным имеется необходимость исследования потоков вещества и энергии в агроценозах, с целью поиска путей снижения выброса диоксида углерода и замедления всемирного процесса потепления.

Заключение:

1. Общая доля сельского хозяйства в выработке парниковых газов составляет 12%. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания машинно-тракторных агрегатов в сельском хозяйстве вносят свой весомый вклад в этот процесс.

2. Содержание в ОГ наиболее вредных для человека веществ – CO, NO_x, C_xH_y, сажи при переходе с дизельных двигателей на газодизельные и более того при переводе двигателей на природный газ снижается. Хотя выброс диоксида углерода остается в пределах до 10%.

4. Количество CO₂ в составе ОГ, как бензиновых, так и газовых двигателей в значительной степени зависит от соотношения воздуха и топлива в смеси. При составе смеси близком к стехиометрическому выброс CO₂ максимален при минимальных значениях содержания наиболее ядовитых веществ.

5. Нейтрализация вредных веществ в ОГ возможна за счет использования химических реакций с целью их связывания и превращения в нейтральные вещества или получение полезных (в частности для растений) веществ (азотные, калийные и др. удобрения).

3. Необходимо провести исследования по выявлению путей снижения выброса CO₂ на технологических операциях в сельскохозяйственном производстве на основе системного подхода, изучая систему двигатель-трактор-агрегат-поле-почва-урожай (ДТАППУ).

Литература

1. Андреев, С.С. Человек и окружающая среда: монография / С.С. Андреев, А.А. Паршина, Е.С. Попова. - Ростов н/Д: ООО «Донской издательский дом», 2005. – 228 с.

2. Смирнова У. Цифра дня: сколько автомобилей на планете? / У. Смирнова: сайт. — URL: <https://www.autonews.ru/news/61a0b0d69a7947fe6f767dfa> (дата обращения: 24.11.2021).

3. Бустубаева, С.М. Преимущества и недостатки основных видов топлива автомобиля / С.М. Бустубаева, П.П. Трофимов // Молодой ученый. — 2016. — № 9.1 (113.1). — С. 14-16. — URL: <https://moluch.ru/archive/113/29007/> (дата обращения: 15.11.2021).

4. 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.

5. 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.

6. Анфилатов, А.А. Преимущества использования метанола в дизеле для снижения токсичных компонентов / А.А. Анфилатов // 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, 2018. – С. 107-111.
7. Компоненты выхлопа двигателей внутреннего сгорания. Состав выхлопных газов: сайт.- URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/sistemy-snizheniya-toksichnosti/komponenty-vy-hlopa-dvigateler-vnutrennego-sgoraniya> (дата обращения: 16.11.2021).
8. Сорока, Б.С. Сравнительный энергоэкологический анализ использования альтернативных газовых топлив различного происхождения / Б.С. Сорока, А.В. Корниенко // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 7(111). – С. 105-112.
9. Марков, В.А. Использование природного газа в качестве моторного топлива для автотранспорта и сельскохозяйственных машин / В.А. Марков, Е.В. Бебенин // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2016. – № 5(110). – С. 3-10.
10. Топливо и смазочные материалы. Справочник / К.А. Хафизов, А.К. Шигабутдинов, Ф.Г. Шафигуллин, [и др.]. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – 330 с.
11. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – С. 185-189.
12. 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.
13. Нуруллин, Э.Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян / Э.Г. Нуруллин // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 3. – С. 13-15.
14. Карташевич, А.Н. Определение оптимального коэффициента избытка воздуха при работе дизеля на газовом топливе / А.Н. Карташевич, П.Ю. Малышкин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 121-126.
15. Атамась, А.И. Результаты исследований экологических характеристик автомобиля с дизелем при использовании биотоплива / А.И. Атамась // Екологічна безпека. – 2013. – № 2(16). – С. 60-64.

16. Патент № 2510469. Способ снижения содержания вредных ингредиентов в отработавших газах дизельного двигателя: № 2012146461/06 : заявл. 01.11.2012: опубл. 27.03.2014 / С.А. Ильин; заявитель, патентообладатель Ильин Станислав Алексеевич. – 16 с.

17. Христофоров, Е.Н. Транспорт и окружающая среда: Монография / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2012. – 196 с.

18. Нуруллин, Э.Г. Некоторые результаты исследований по определению параметров централизованных дозирующих аппаратов / Э.Г. Нуруллин, И.М. Салахов, И.З. Исламов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 3(13). – С. 147-149.

19. 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.

20. Method of justification for parameters of tractor-implement unit with regards to their impact on crop productivity / С. 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.

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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. Связывание углерода: сайт. — URL: https://ru.abcdef.wiki/wiki/Carbon_sequestration#Carbon_farming (дата обращения: 12.11.2021).

26. Galiev I.G. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, С. 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.

27. Глущенко, А.А. К вопросу очистки отработанных масел от нерастворимых примесей в гидроциклоне / А.А. Глущенко, Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 81-84. – DOI 10.12737/article_5bcf57ae82ff79.43634303.

28. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostovon-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

29. Development of a model for improving operating performance of vehicles / A. Glushchenko, A. Khokhlov, D. Molochnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012099. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012099.

30. Сеницкий, 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 / Сеницкий Станислав Александрович. – Казань, 2005. – 19 с.

УДК 62-144

Хафизов Камиль Абдулхакович
Доктор технических наук, профессор
fts-kgau@mail.ru

Хайдаров Нияз Айратович
Студент магистратуры
Martishka_c_granatoi@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ПУТИ СВЯЗЫВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ АГРЕГАТОВ

Аннотация. Описаны методы снижения выброса диоксида углерода двигателями машинно-тракторных агрегатов в сельском хозяйстве, его улавливания и дальнейшего использования в качестве дополнительной подкормки культурных растений. Описаны химические реакции в которые может входить CO_2 , полезность получаемых веществ для растений и почвы. Заложены пути для дальнейших экспериментальных исследований в лабораторных условиях.

Ключевые слова: Диоксид углерода, глобальное потепление, карбоновый след, удобрение, экология.

Kamil A. Khafizov
Doctor of Technical Sciences, Professor
fts-kgau@mail.ru

Niyaz A. Haydarov
Master's degree student
Martishka_c_granatoi@mail.ru
Kazan state agricultural university, Kazan, Russia

WAYS OF BINDING OF CARBON DIOXIDE FROM EXHAUST GASES OF ENGINES OF UNITS

Abstract. Methods of decrease in emission of carbon dioxide by engines of machine and tractor units in agriculture, its catching and further use as additional top dressing of cultural plants are described. Chemical reactions which CO_2 , usefulness of the received substances for plants and the soil can enter are described. Ways for further pilot studies in vitro are put.

Keywords: Carbon dioxide, global warming, carboxylic trace, fertilizer, ecology.

В современном мире всё большее внимание уделяется вопросам экологии. Учёные и экологи постоянно говорят про глобальные проблемы, которые в ближайшем будущем сыграют злую шутку с

человечеством. Одной из таких проблем является проблема глобального потепления из-за выброса в атмосферу парниковых газов.

Оценки, полученные по климатическим моделям, на которые ссылается МГЭИК, говорят, что средняя температура Земли может повыситься на величину от 1,4 до 5,8 °С между 1990 и 2100 гг. Весьма вероятно, что это приведет к другим климатическим изменениям, включая подъем уровня мирового океана и изменения количества и распределения атмосферных осадков. Результатом будет рост природных катаклизмов, таких как наводнения, засухи, ураганы, возможно понизятся урожаи и исчезнут многие биологические виды. Однако трудно однозначно связать какое-либо конкретное событие с глобальным потеплением. [1]

В связи с возникшей проблемой, необходимо искать методы стабилизации среднегодовой температуры в на земном шаре. Известно, что глобальное потепление возникает в основном вследствие выброса в атмосферу парниковых газов, основные из которых это – диоксид углерода, оксиды азота и метан. Поэтому, в современном мире, появляется задача снижения их концентрации в атмосферном воздухе.

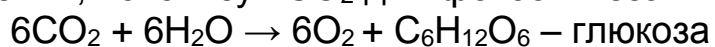
Диоксид углерода появляется ввиду производственной деятельности человека. В сельскохозяйственном производстве на технологических операциях по возделыванию различных сельскохозяйственных культур используются машинно-тракторные агрегаты для изготовления которых в добывающих металл отраслях и отраслях машиностроения тратится огромное количество энергии ископаемого топлива, использование которых приводит к значительному выбросу парниковых газов. Одним из источников парниковых газов является использование агрегатов с двигателями внутреннего сгорания. В процессе работы двигателя выбрасывают в атмосферу выхлопные газы в состав которых входит CO_2 . Из общего объема выхлопного газа он занимает порядка 10%. Это очень много, т.к в современном мире агрегатов на двигателях внутреннего сгорания насчитывается порядка 1 млрд единиц [2-7].

Учитывая приведенный небольшой анализ литературных источников, можно понять, что решение проблемы глобального потепления частично зависит и от снижения выделения диоксида углерода двигателями внутреннего сгорания. До недавнего времени внимание отработавшим газам (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) уделялось в связи с необходимостью снижения выброса ядовитых веществ, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья людей и биосферу земли в целом. Среди этих веществ монооксид углерода CO , оксиды азота N_xO_y , несгоревшие углеводороды C_xH_y , твердые выбросы в виде сажи и др. Экологи разработали очень жесткие стандарты с требованиями на содержание вредных веществ в ОГ – это Евро 0...6. С переходом на очередной стандарт требовалось снижение

вредных выбросов на 50 и более процентов. Это же касается и внедорожной техники (тракторов и комбайнов).

Однако, с недавних пор, внимание уделяется и утилизации, казалось бы, менее вредных веществ в ОГ – это двуокиси или диоксиду углерода [8-12]. Допустим в сентябре 2020 года Министерство энергетики США выделило 72 миллиона долларов федерального финансирования на поддержку разработки и продвижения технологий улавливания углерода.

Утилизация или связывание углерода – процесс превращения диоксида углерода в органическое или химическое вещество. В природе этим процессом занимаются организмы (автотрофы) которые сами для себя создают органические вещества, участвуют в этом процессе и растения, используя CO_2 для фотосинтеза:



Диоксид углерода + вода → глюкоза + кислород.

На сегодня известно восемь биохимических путей связывания углерода автотрофными организмами.

Основными методами искусственного улавливания CO_2 являются: химическое растворение, физическое растворение, абсорбция, мембранное разделение и криогенное сепарирование.

С точки зрения улавливания CO_2 в ОГ нас интересуют прямое использование CO_2 , а также его химическое и физическое растворение в различных средах с целью получения удобрений для растений.

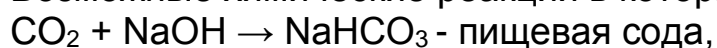
В связи с тем, что молярная масса диоксида углерода больше массы воздуха существуют способы закачивания CO_2 в землю на глубину до 1 и более км, используя для этого нефтяные и газовые скважины, шахты и другие методы. В частности мировой океан может поглотить более триллиона тонн CO_2 . Здесь речь идет о промышленных способах захоронения диоксида углерода и некоторые из этих приемов могут найти свое место в этом процессе в ближайшие годы [13-15].

Нас интересует подача ОГ в почву в момент ее обработки, посева и проведения других технологических операций с целью использования ее микроорганизмами почвы и корневой системой растений.

В связи с этим необходимо проведение лабораторных исследований по выявлению стабильности задержки CO_2 в почве и степени ее влияния на бактерии, микроорганизмы, всхожесть и рост растений.

Не менее интересен процесс улавливания CO_2 из ОГ за счет химических реакций с целью дальнейшего использования полученных веществ для подкормки растений, улучшения состояния почвы.

Возможные химические реакции в которые входит CO_2 :



диоксид углерода + гидроксид натрия → гидрокарбонат натрия.

Пищевая сода, являясь гидрокарбонатом натрия, может нейтрализовать излишнюю кислотность. Однако натрий в составе соды отрицательно влияет на химические и физические свойства почвы: разрушает микрофлору, нарушает нормальное всасывание питательных веществ, губителен для растений. Даже если отдельным растительным культурам натрий полезен, например, в сахарной свекле он повышает сахаристость, в сельском хозяйстве натриевые удобрения не используют!

$2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3$ - карбонат калия,

Гидроксид калия + углекислота → карбонат калия + вода.

Карбонат калия является хорошим калийным удобрением для растений.

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$ – карбонат кальция,

Гидроксид кальция + двуокись углерода → карбонат кальция + оксид водорода.

Карбонат кальция регулирует кислотность почвы pH, делая её благоприятной для роста и развития культурных растений, повышает плодородие и образование гумуса. Укрепляет корневую структуру растений, улучшает состав самой почвы.

$2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HCO}_3$ - гидрокарбонат аммония;

Аммиак + углекислота = гидрокарбонат аммония.

Гидрокарбонат аммония - это составляющая разложения в почве неустойчивого в воздухе карбоната аммония, является азотосодержащим удобрением.

Полученные вещества в той или иной мере могут быть полезны для растений, микроорганизмов и физического состояния почвы. Необходимо провести лабораторные исследования их влияния на всхожесть, рост и развитие растений с учетом действия различных факторов, участвующих в этом процессе, путем планирования экспериментов.

Требуется изучение влияния на зерновые культуры и неустойчивого водного раствора диоксида углерода, который можно получить, пропуская ОГ через скруббер.

Физическое растворение:

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ (растворение) $\leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

Диоксид углерода + вода ↔ угольная кислота.

Таким образом, выявлена потенциальная возможность использования такого параметра как количество CO₂ для поиска путей снижения прямых и косвенных энергетических затрат при изготовлении и эксплуатации тракторов и сельскохозяйственных машин [16-21]. Диоксид углерода, выделяемый при работе двигателей машинно-тракторных агрегатов возможно использовать в качестве удобрений для растений напрямую или через промежуточные химические реакции.

Заключение:

1. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания оказывают значительное влияние на процесс потепления климата.
2. Имеется возможность улавливания CO₂ в ОГ за счет химических реакций, а полученные вещества возможно использовать для питания растений, развития почвенной микрофлоры и улучшения состояния почвы.
3. Необходимо продолжить лабораторные исследования влияния ОГ на всхожесть и дальнейшее развитие растений.

Литература

1. Андреев, С.С. Человек и окружающая среда: монография / С.С. Андреев, А.А. Паршина, Е.С. Попова. - Ростов н/Д: ООО «Донской издательский дом», 2005. – 228 с.
2. Смирнова У. Цифра дня: сколько автомобилей на планете? / У. Смирнова: сайт. — URL: <https://www.autonews.ru/news/61a0b0d69a7947fe6f767dfa> (дата обращения: 24.11.2021).
3. Описание изобретения №389276. Способ нейтрализации выхлопных газов: № 1619434/24-6: заявл. 11.11.1971; опубл. 05.07.1973 / Д.Х. Газизов, Ю.Б. Башилов, Ж.С. Сагитов, Г.И. Жуков; Бюл №29.
4. Sage, Rowan; Russell Monson. 16 // C4 Plant Biology (неопр.). — 1999. — С. 551—580. — ISBN 0126144400.
5. Antony N. Dodd, Anne M. Borland, Richard P. Haslam, Howard Griffiths 1 и Kate Maxwell. Crassulacean acid metabolism: plastic, fantastic (англ.) // Journal of Experimental Botany. — Oxford University Press. — Vol. 53, iss. 369. — P. 569—580. — doi:10.1093/jexbot/53.369.569.
6. Nicole Kresge; Robert D. Simoni; Robert L. Hill. The Discovery of Heterotrophic Carbon Dioxide Fixation by Harland G. Wood (англ.) // The Journal of Biological Chemistry: journal. — 2005.
7. Топливо и смазочные материалы. Справочник / К.А. Хафизов, А.К. Шигабутдинов, Ф.Г. Шафигуллин, [и др.]. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – 330 с.
8. 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.
9. 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.
10. 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.

11. 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.

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. Патент № 2514076. 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; патентообладатель Галадигма ЛЛС (US).

14. Патент № 2569093. 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.

15. Патент № 2640616. 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.

16. Связывание углерода: сайт. — URL: https://ru.abcdef.wiki/wiki/Carbon_sequestration#Carbon_farming (дата обращения: 12.11.2021).

17. 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.

18. Khafizov S.A. Method of justification for parameters of tractor-implement unit with regards to their impact on crop productivity / S. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. Глущенко, А.А. К вопросу очистки отработанных масел от нерастворимых примесей в гидроциклоне / А.А. Глущенко, Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 81-84. – DOI 10.12737/article_5bcf57ae82ff79.43634303.

23. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostov-on-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostov-on-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

24. Development of a model for improving operating performance of vehicles / A. Glushchenko, A. Khokhlov, D. Molochnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012099. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012099.

25. Ахметзянов, И.И. Применение биотоплива на дизельных двигателях / И.И. Ахметзянов, 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. 130-132.

26. 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.

УДК 621.357.77

Гималтдинов Ильдус Хафизович*Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru***Адигамов Наиль Рашатович***Доктор технических наук, профессор**n-adigamov@rambler.ru***Садыков Марат Рашитович***Соискатель ученой степени к.т.н.**marat3012@yandex.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Гриценко Александр Владимирович***alexgrits13@mail.ru**Доктор технических наук, профессор**Южно-Уральский государственный**аграрный университет, Челябинск***ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО
ОСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ВНЕВАНЫМ МЕТОДОМ**

Аннотация. В статье изучается анализ, обоснование параметров и режимов в процессе электролитического осаждения металлов вневадным методом внутренних поверхностей деталей сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: параметры, ремонт, металл, восстановление, деталь, натирание.

**SUBSTANTIATION OF THE MODES OF ELECTROLYTIC
DEPOSITION OF METALS BY THE NON-LEVELLED METHOD****Ildus Kh. Gimaltdinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**tskazgau@mail.ru***Nail R. Adigamov***Doctor of Technical Sciences, Professor**n-adigamov@rambler.ru***Marat R. Sadykov***Candidate of scientific degree Candidate of Technical Sciences**marat3012@yandex.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Alexander V. Gritsenko***Doctor of Technical Sciences, Professor**alexgrits13@mail.ru*

Abstract. The article examines the analysis, substantiation of parameters and modes in the process of electrolytic deposition of metals by the drain-in method of the inner surfaces of parts of agricultural machines.

Keywords: parameters, repair, metal, restoration, detail, rubbing.

С каждым днём в сельском хозяйстве, а именно, в предприятиях ремонта и восстановлении изношенных деталей, механизмов и узлов, набирает большую популярность и обороты. В связи с этим разрабатываются новые технологии, повышается надёжность, производительность, продуктивность технологического процесса, экологическая эффективность, достигается высокий эффект износостойкости, не ниже новых, а тем самым ресурс [4, 5, 9, 12-15].

Главным показателем, отражающий износ в деталях является трение. На рисунке 1 изображен корпус задней крышки КПП RTD RTD-11609-1707015, которая имеет несколько внутренних поверхностей и основным фактором, влияющим на износ, является трение детали в процессе эксплуатации. [2, 3, 6, 8].



а) вид сверху; б) вид сбоку
Рисунок 1 - Корпус задней крышки КПП RTD RTD-11609-1707015

Деталь совместима с марками грузовых автомобилей: BAW, CAMC, DONG FENG, FOTON, JAC, SHAANXI, MAZ. Средняя цена на рынке РФ 4700 рублей на 14.04.2020 года.

Разработаны новые режимы и параметры электролитического охлаждения металлов вневанным методом внутренних поверхностей деталей сельскохозяйственных машин [1, 7, 10, 11].

Таблица 1 - Результаты экспериментальных исследований влияния отношения концентрации количества $ZnSO_4$ сульфата цинка к $FeSO_4$ сульфату железа на выход по току, на содержание (Fe) железа в наращенном слое

№ опыта	1	2	3	4	5	6
$\frac{ZnSO_4}{FeSO_4}$	0,1	0,2	0,3	0,6	1,0	1,2
Выход по току	0,74	0,76	0,85	0,9	0,92	0,92
Содержание Fe в покрытии, %	49,6	27,4	19,55	17,32	11,67	9,84

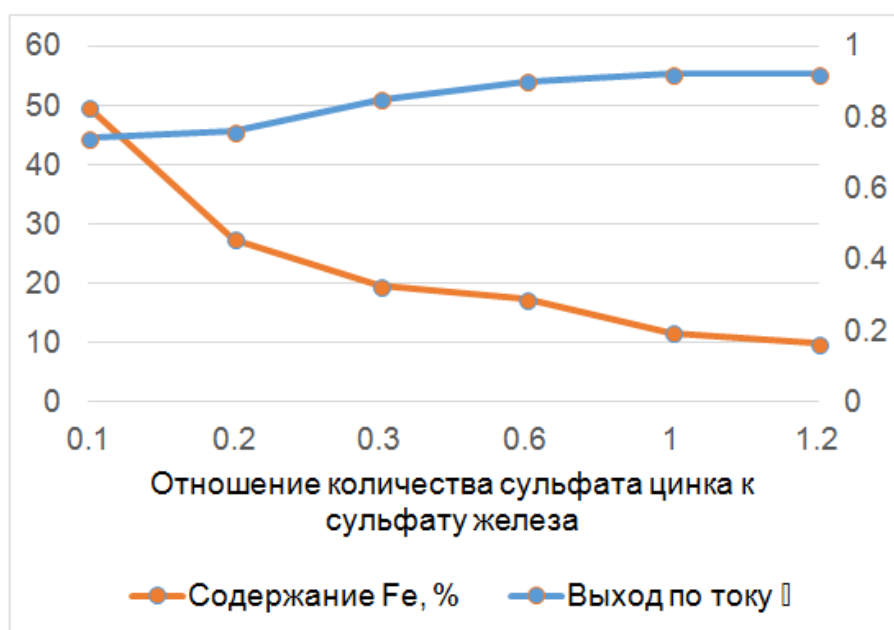


Рисунок 2 - Результаты экспериментальных исследований влияния отношения концентрации количества $ZnSO_4$ сульфата цинка к $FeSO_4$ сульфату железа на выход по току, на содержание (Fe) железа в наращенном слое [5]

По результатам исследования влияния зависимости количества сульфата цинка к сульфату железа на толщину покрытия выявлено, что при добавлении в новый электролит $ZnSO_4$ (сульфат цинк) увеличивается выход по току, pH электролита остается постоянной, Толщина покрытия δ увеличивается, содержание Fe в покрытии в процентом соотношении уменьшается. При условии, что катодная плотность тока, D_k будет равной $0,30 \text{ Асм}^{-2}$. В случае поднятии концентрации сульфата цинка в гальванической ванне, при прочих равных условиях, количества железа в покрытии уменьшается.

Литература

1. 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, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 130-136.

2. Виброакустический контроль газораспределительного механизма ДВС / А. В. Гриценко, Н. Машрабов, С. А. Барышников [и др.] // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 203-215.

3. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 421-427.

4. 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.

5. 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.

6. Гриценко, А.В. Влияние различных факторов на устойчивость вращения ротора турбокомпрессора ДВС / А.В. Гриценко, Т.И. Исинтаев, Б. К. Калиев // Байтурсыновские чтения - 2018: материалы международной научно-практической конференции (Костанай, 18–19 апреля 2018 года). – Костанай: Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, 2018. – С. 165-170.

7. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // 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. 123-126.

8. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А.М. Плаксин [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 8 (95). - С. 176–180.

9. 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.

10. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М.Х. Фасхутдинов, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

11. Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / S. N. Sharifullin, I. A. Fayzrakhmanov, R. M. Lyadov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : electronic edition, Kazan, 05–08 ноября 2018 года. – Kazan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012100. – DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012100.

12. Максяков, Д.А. Анализ и выбор правильной технологии наплавки слоя металла вибродуговой сваркой для восстановления деталей сельскохозяйственных машин / А.Д. Максяков, И.М. Салахов. Науч. рук. А.В. Матяшин // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 215-217.

13. Салахов, И.М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 139-145.

14. 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 269-273.

15. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса:

теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

УДК 621.357.77

Гималтдинов Ильдус Хафизович
Кандидат технических наук, доцент
tskazgau@mail.ru

Адигамов Наиль Рашатович
Доктор технических наук, профессор
n-adigamov@rambler.ru

Садыков Марат Рашитович
Соискатель ученой степени к.т.н.
marat3012@yandex.ru

Гриценко Александр Владимирович
Доктор технических наук, профессор
alexgrits13@mail.ru

Южно-Уральский государственный
аграрный университет, Челябинск

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ZN-FE-P СОСТАВОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАТИРАНИЕМ

Аннотация. В данной статье представлен анализ восстановления внутренних поверхностей деталей сельскохозяйственной техники, приведены подходящие способы и методы, выявлена и разработана новая структуросберегающая технология на основе легирующих компонентов Fe-Zn-P.

Ключевые слова: восстановление, ремонт, гальваника, электролитическое наращивание, натирание, железо, цинк, фосфор.

Ildus Kh. Gimaltdinov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
tskazgau@mail.ru

Nail R. Adigamov
Doctor of Technical Sciences, Professor
n-adigamov@rambler.ru

Marat R. Sadykov
Candidate of scientific degree Candidate of Technical Sciences
marat3012@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Alexander V. Gritsenko
Doctor of Technical Sciences, Professor
alexgrits13@mail.ru
South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

PROSPECTS FOR APPLICATION OF ZN-FE-P FORMULATIONS IN RESTORING INTERIOR SURFACES BY RUBBING

Abstract. This article presents an analysis of the restoration of the internal surfaces of agricultural machinery parts, provides suitable methods and methods, identifies and develops a new structure-saving technology based on alloying components Fe-Zn-P.

Keywords: restoration, repair, electroplating, electrolytic buildup, rubbing, iron, zinc, phosphorus.

В настоящее время ремонт и восстановление деталей сельскохозяйственных машин, количественные характеристики которых представлены на рисунке 1, является довольно актуальным направлением, которое способствует повышению надежности, производительности, продуктивности технологического процесса, экологическую эффективность, достижению высокого эффекта износостойкости, не ниже новых [4, 5, 7, 10-16].

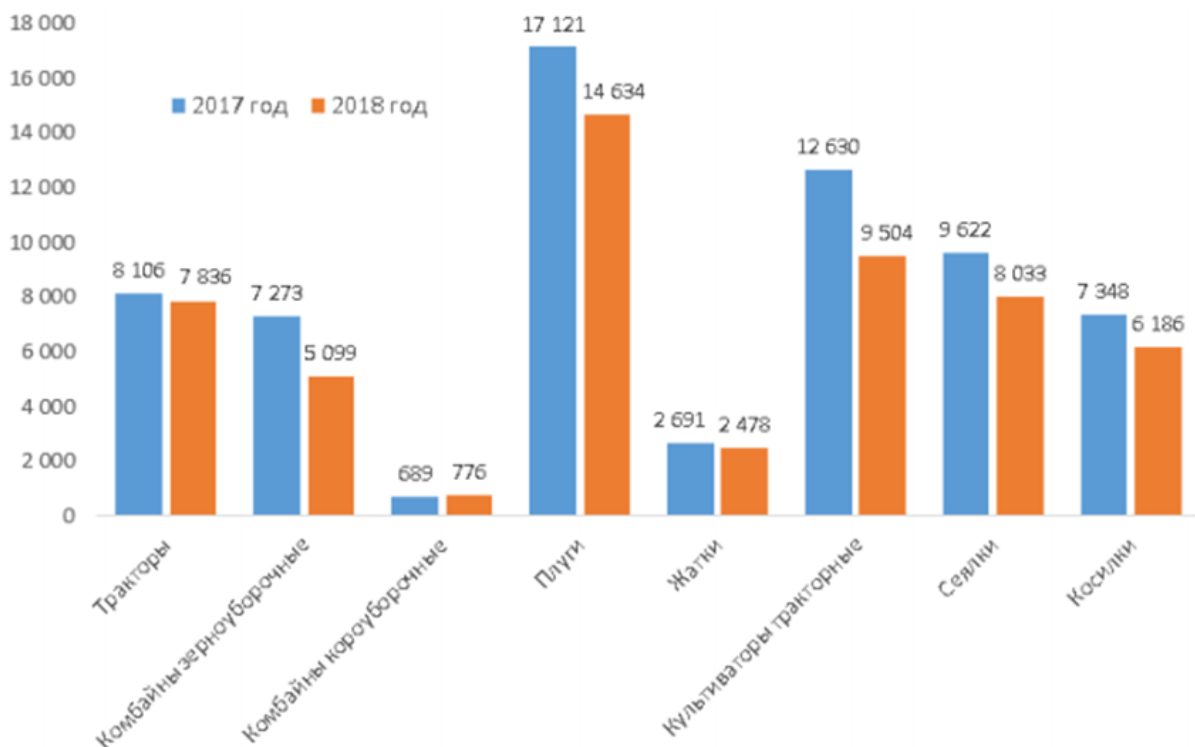


Рисунок 1 - Рынок сельскохозяйственных машин в РФ

В процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники детали, имеющие внутреннюю поверхность, подвергаются влиянию интенсивному износу [1-3].

Технологии, применяемые сегодня, малоэффективны в восстановлении и ремонте внутренних цилиндрических поверхностей детали СХМ. Это обусловлено несколькими факторами: топологической

структурой, большим объемом обрабатываемой поверхностью и отсутствием специального оборудования. Особенно важно изучить влияние электролитического наращивания на свойства стали, результаты, которые позволят создать новые методы и средства по восстановлению и улучшению деталей сельского хозяйства, особенно иностранного производства.

Таким образом, актуальным направлением статьи является разработка структуросберегающей технологии восстановления изношенных деталей имеющую внутреннюю цилиндрическую поверхность [6].

Существует достаточно много способов восстановления внутренних цилиндрических поверхностей деталей сельскохозяйственной техники: постановка уплотняющих колец, полимерными материалами, нанесение эпоксидных смол, клеев, плазменная наплавка и т. д. Недостатки вышеупомянутых методов восстановления следующие. При постановке колец изношенную поверхность необходимо протачивают до получения правильной геометрической формы. При восстановлении полимерными материалами недостатками являются: изменение физических и механических свойств восстановленной поверхности, изменение температуры, срока эксплуатации; сравнительно невысокая твердость, усталостная прочность и теплостойкость. Недостатком нанесения эпоксидных смол является: плохая теплопроводность. Недостатком методом плазменной наплавки является: возникновение повышенных деформаций за счет термического воздействия; наличие крупных припусков к механической обработке, которые приводят к существенному потере металла для наплавки; повышение трудоемкости обработки слоя наплавки; трудность в наплавке мелких и сложных изделий. Все вышеуказанные недостатки приводят к высокой стоимости и трудоемкости при их осуществлении, а также к низкой степени универсальности при обработке деталей различных геометрических параметров. Так же данные методы являются далеко несовершенными и не совсем потребные при восстановлении внутренних поверхностей [8,9].

К концептуально новым и особо перспективным технологическим процессам в процессе восстановления внутренних поверхностей деталей СХМ, относится гальваническое наращивание. Необходимо обратить внимание, то, что ценное значение при ремонте и восстановлении машин обладает мгновенное и экономически выгодное восстановление методом гальванического наращивания внутренних поверхностей крупногабаритных по объёму корпусных деталей сельскохозяйственной техники, сугубо надежных и весьма дорогостоящих [4].

Гальваническим ванным способом восстанавливают крупногабаритные детали машин, они обусловлены крупногабаритными размерами ванны, трудность подвесных устройств, оборудования и

подходят для наращивания слоя по всей площади поверхности. Таким образом, если необходимо восстановить конкретную поверхность, а не всю поверхность детали применяют вне ванный способ натиранием. Данный метод напрямую подходит именно для восстановления деталей, которые имеют внутреннюю поверхность. Данный метод восстановления в последние годы все шире и шире охватывают применения в промышленности, в лабораторных мастерских, благодаря высокой производительности, эффективности, целесообразности процесса, автоматизированным процессам, достижению высокому эффекту износостойкости, упрочнению. Преимущества гальваническим натиранием: а) обладает высокой износостойкостью, б) обладает высокой устойчивостью, в) имеет низкий коэффициент трения, г) очень высокая прочность сцепления покрытия с поверхностью детали, д) хорошая электропроводность, е) высокие декоративные свойства, ж) высокая прочность. Процесс электролитического натирания осуществляется анодным устройством и специальным оборудованием, где деталь является катод, а устройством анод [5].

Нами предлагается электролитическое наращивание на основе легирующих компонентов Zn – Fe – P. Основным мотивационным решением выбора метода с использованием данных легирующих компонентов является то, что в результате восстановления поверхность может быть получена идеально гладкой и тем, что полученные покрытия из-за включения фосфора в них имеют специфические свойства.

Отмечается, что легирование восстанавливаемого слоя фосфором повышает его износостойкость. При добавлении цинка увеличивается коррозионные свойства.

Таблица 1 - Элементный состав покрытия Fe-Zn-P в зависимости от условий осаждения ($D_k = 10 \text{ A/дм}^2$, $t=10 \text{ мин}$)

Элемент	Fe	P	Zn	C	O	Всего
Содержание, вес. %	67,31	4,99	11,1	6,65	9,95	100
Содержание, вес. %	63,7	7,56	9,36	5,98	13,4	100

Исходя из полученного алгоритма в е восстановления внутренних цилиндрических поверхностей деталей сельскохозяйственных машин гальваническими Fe-Zn-P покрытиями определены его состояние режима и состав электролита: сульфат железа $200 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$; сульфат цинка $20 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$; добавление компонентов на основе фосфора; катодная плотность тока, D_k $0,22 \text{ A} \cdot \text{см}^{-2}$; pH электролита 1,5-1,7; скорость протекания $v = 2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; темпера

Литература

1. Адигамов, Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброискровой 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 государственный аграрный университет, 2019. – С. 226-229.

2. Адигамов, Н.Р. Анализ виброакустических показателей подшипниковых узлов дробилок кормов / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов, Р.С. Шайхетдинова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 7. – С. 145-147.

3. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil / A. Gritsenko, E. Zadorozhnaya, V. Shepelev, I. Gimaltdinov // Tribology in Industry. – 2019. – Vol. 41. – No 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11.

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.

5. 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.

6. 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.

7. Гриценко, А.В. Влияние различных факторов на устойчивость вращения ротора турбокомпрессора ДВС / А.В. Гриценко, Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев // Байтурсыновские чтения - 2018: материалы международной научно-практической конференции (Костанай, 18–19 апреля 2018 года). – Костанай: Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, 2018. – С. 165-170.

8. Патент № 2715584 С1. Устройство для электролитического нанесения покрытий методом натирания на внутренние цилиндрические поверхности: № 2019127086 : заявл. 27.08.2019: опубл. 02.03.2020 / М.Р. Садыков, А.Р. Валиев, Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. – 7 с.

9. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов, Н. Я. Галимова //

Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

10. 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.

11. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

12. 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.

13. Максяков, Д.А. Анализ и выбор правильной технологии наплавки слоя металла вибродуговой сваркой для восстановления деталей сельскохозяйственных машин / А.Д. Максяков, И.М. Салахов. Науч. рук. А.В. Матяшин // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 215-217.

14. Салахов, И.М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 139-145.

15. 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 269-273.

16. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

УДК 621.787.4

Гималтдинов Ильдус Хафизович
Кандидат технических наук, доцент
tskazgau@mail.ru

Адигамов Наиль Рашатович
Доктор технических наук, профессор
n-adigamov@rambler.ru

Гриценко Александр Владимирович
Доктор технических наук, профессор
alexgrits13@mail.ru

Южно-Уральский государственный
аграрный университет, Челябинск

Багавиев Алмаз Агзамович
Студент магистратуры
tavostok@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Аннотация. в статье рассматриваются вопросы влияния предварительной слесарно-механической обработки и шероховатости на процесс пластического деформирования поверхностных слоев металла.

Ключевые слова: поверхностное упрочнение, пластическая деформация, шероховатость, угол профиля.

Ildus Kh. Gimaltdinov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
tskazgau@mail.ru

Nail R. Adigamov
Doctor of Technical Sciences, Professor
n-adigamov@rambler.ru

Alexander V. Gritsenko
Doctor of Technical Sciences, Professor
alexgrits13@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia
Almaz A. Bagaviev
Master's degree student
tavostok@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

STRENGTHENING OF PARTS BY SURFACE PLASTIC DEFORMATION

Abstract. The article discusses the influence of preliminary machining and roughness on the process of plastic deformation of the surface layers of the metal.

Keywords: surface hardening, plastic deformation, roughness, profile angle.

Широкая номенклатура и большое количество разнообразного технологического оборудования и сельскохозяйственных машин, применяемых, на сегодняшний день, при производстве продуктов питания требует наличия большого количества запасных частей [1, 2, 5, 12-15].

Известно, что повторное применение восстановленных запасных частей, позволяет значительно экономить материальные и энергетические ресурсы [3, 6, 7].

Обеспечение надежной работы технологического оборудования возможно диагностированием зарождающихся дефектов и предупреждением наступления предельного их состояния, а также повышением долговечности и достижения состояния безизносности в различных парах трения за счет применения современных методов упрочнения и восстановления деталей [8, 9].

Среди многих методов восстановления и упрочнения деталей наименее затратным является пластическое деформирование, так как реализуется за счет перераспределения небольшого количества металла из нерабочей поверхности в рабочую, под действием внешних сил [10].

Поверхность детали, подготовленной для обработки пластическим деформированием, может быть обработана различными видами обработки, например, точением, шлифованием, строганием и т.д. Кроме того, например, при точении профиль исходной шероховатости, ее высота может изменяться при всех равных прочих условиях, от радиуса при вершине, угла в плане и других факторов. Таким образом, для реальной поверхности, подготовленной под раскатывание, характерно наличие шероховатостей с различным углом профиля.

Рассмотрим три вида шероховатостей одинаковой высоты, но отличающиеся друг от друга углом профиля при вершине $\varphi=60^\circ$, $\varphi=90^\circ$, $\varphi=120^\circ$. Согласно имеющимся представлениям [4, 11] шероховатости под действием усилия P будут деформироваться. В месте контакта инструмента на вершинах шероховатостей возникает пластическая деформация и образуется площадь контакта определенной величины. На площадке контакта возникает трение между инструментом и металлом, величина которого характеризуется углом трения, равным $\alpha=15...20^\circ$. Наличие этого угла трения должно формировать так называемую застойную зону, или зону затрудненной информации. При одном и том же угле трения $\alpha=15...20^\circ$ площадь застойной зоны

различна, в зависимости от угла профиля шероховатости. Так у шероховатости с углом профиля $\varphi=60^\circ$ она меньше, нежели у шероховатости с углом профиля $\varphi=120^\circ$.

Застойную зону можно представить в виде определенной массы металла, «прилипшей» к инструменту и представляет собой клин, внедряющийся вместе с инструментом в тело шероховатости. Вследствие этого оставшийся металл шероховатости будет перемещаться к свободным поверхностям. Таким образом, при деформировании шероховатостей идет перераспределение металла. Однако, в зависимости от угла профиля шероховатости это перераспределение может быть в пределах объема металла самой шероховатости (при $\varphi=60^\circ$) и может затрачивать слой металла, находящийся намного ниже основания шероховатости (при $\varphi=120^\circ$). В первом случае $\varphi=60^\circ$ вновь образованная поверхность будет представлять смятые шероховатости, между которыми имеется микротрещина, величина которой, равна половине высоты исходной шероховатости. В случае, когда $\varphi=120^\circ$, при формировании новой поверхности глубинные слои поднимают металл в зоне впадины кверху и, таким образом, микротрещина на вновь образованной поверхности будет меньше или же может отсутствовать. Таким образом, можно сделать вывод, что при подготовке деталей к поверхностному упрочнению пластическим деформированием, необходимо добиваться получения угла микропрофиля равный 120° .

Литература

1. Абжаев, М.М. Использование порошковых технологий при восстановлении деталей машин / М.М. Абжаев, С. А. Александров, Н.Р. Адигамов // 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. 246 - 251.
2. 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, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 130-136.
3. Виброакустический контроль газораспределительного механизма ДВС / А. В. Гриценко, Н. Машрабов, С. А. Барышников [и др.] // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 203-215.
4. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах

нанесения функциональных покрытий. – 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 421-427.

5. 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.

6. 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.

7. Гриценко, А.В. Влияние различных факторов на устойчивость вращения ротора турбокомпрессора ДВС / А.В. Гриценко, Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев // Байтурсиновские чтения - 2018: материалы международной научно-практической конференции (Костанай, 18–19 апреля 2018 года). – Костанай: Костанайский государственный университет имени А.Байтурсинова, 2018. – С. 165-170.

8. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А. М. Плаксин [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 8 (95). - С. 176–180.

9. 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.

10. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М. Х. Фасхутдинов, Э. Р. Галимов, Н. Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

11. Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / S. N. Sharifullin, I. A. Fayzrakhmanov, R. M. Lyadov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : electronic edition, Kazan, 05–08 ноября 2018 года. – Kazan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012100. – DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012100.

12. Максяков, Д.А. Анализ и выбор правильной технологии наплавки слоя металла вибродуговой сваркой для восстановления деталей сельскохозяйственных машин / А.Д. Максяков, И.М. Салахов. Науч. рук. А.В. Матяшин // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной)

национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 215-217.

13. Салахов, И.М. Основные направления восстановления и упрочнения режущих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.Н. Вагизов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 139-145.

14. 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 269-273.

15. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

УДК 631.5

Хафизов Рамиль Наилович*Кандидат технических наук, доцент
ramilajz@mail.ru***Хафизов Камиль Абдулхакович***Доктор технических наук, профессор
fts-kgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРА DEUTZ FAHR 9340 TTV

Аннотация. Из-за большого количества сельскохозяйственной техники, хлынувшей на рынок России, возникает проблема сравнительного анализа и выбора наиболее эффективной техники, использование которой приведет не только к снижению прямых энергетических затрат, но позволит уменьшить потери урожая из-за негативного влияния техники на параметры почвы и сокращения сроков выполнения операций. Этих противоречивых эффектов можно достичь при использовании системного подхода на основе комплексного показателя эффективности – суммарные энергетические затраты.

Была составлена математическая модель посевного агрегата.

Из полученной характеристики трактора, с помощью программы Matlab рассчитали уравнения регрессии часового расхода (G), КПД (η), буксования (δ). Были проведены многочисленные расчеты влияния ширины захвата, рабочей скорости агрегата и давления в шинах трактора, на суммарные энергетические затраты и определено место рассматриваемого трактора среди тракторов отечественного и зарубежного производства.

Ключевые слова: суммарные энергетические затраты, трактор, математическая модель, давления в шинах трактора, ширина захвата, рабочая скорость агрегата

Ramil N. Khafizov*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ramilajz@mail.ru***Kamil A. Khafizov***Doctor of Technic sciences, Professor
fts-kgau@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***ENERGY EFFICIENCY OF THE DEUTZ FAHR 9340 TTV TRACTOR**

Abstract. Due to the large number of agricultural machinery that has flooded into the Russian market, there is a problem of comparative analysis and selection of the most efficient equipment, the use of which will not only reduce direct energy costs, but will reduce crop losses due to the negative impact of machinery on soil parameters and reduce the time of operations. These contradictory effects can be achieved by using a systematic approach based on a comprehensive efficiency indicator - total energy costs.

A mathematical model of the sowing unit was compiled.

From the obtained characteristics of the tractor, using the Matlab program, the regression equations of hourly consumption (G), efficiency (η), slipping (δ) were calculated. Numerous calculations were carried out of the influence of the width of the grip, the working speed of the unit and the pressure in the tractor tires on the total energy costs and the place of the tractor in question among tractors of domestic and foreign production.

Key words: total energy costs, tractor, mathematical model, tractor tire pressure, grip width, operating speed of the unit.

В современном сельскохозяйственном производстве РТ основной упор делается на использование энергоресурсосберегающих технологий, сопровождающихся зарубежной техникой. Надежная, мощная, высокопроизводительная, эргономичная зарубежная техника повышает производительность труда, сокращает сроки полевых работ [5,8,9,10,11,18]. На наших полях работает сельскохозяйственная техника компаний "New Holland", "John Deere", "Class", "Case", "Fend", "Agco", "Massey Ferguson", "Buhler Versatile", "Valtra", "Challenger".

Рассмотрим трактор Deutz Agrotron L 720 компании "Agco".

Трактор DEUTZ FAHR 9340 TTV оснащен 6-цилиндровым двигателем, отвечающим требованиям стандарта ЕВРО 4, с 2 турбокомпрессорами. Рабочий объем цилиндра составляет 7,8 л при максимальной мощности 336 л.с./247 кВт.

Для того, чтобы сравнить энергетическую эффективность этого трактора с отечественными тракторами, была составлена математическая модель посевного агрегата.

Для этого первым делом были выявлены из справочной литературы и из сайта фирмы производителя технические данные трактора DEUTZ FAHR 9340 TTV для расчета теоретической тяговой характеристики трактора [7,15,16,17]. Исходя из полученной характеристики трактора, пользуясь системой компьютерной математики Matlab рассчитали уравнения регрессии КПД (η), часового расхода (G), буксования (δ), в виде квадратичного полинома в зависимости от тягового усилия на крюке трактора и рабочей скорости агрегата [1,4,6].

$\eta_T=0.28832-$

$0.010895 \times V_{pi} + 0.020132 \times K \times V_{pi} + 0.000238 \times (V_{pi})^2 + 0.0002014 \times V_{pi} \times K \times V_{pi} - 0.000211 \times (K \times V_{pi})^2;$

$$G_T = 26.182755 - 1.401066 \times V_{pi} - 0.721206 \times K \times V_{pi} + 0.016670 \times (V_{pi})^2 + 0.088250 \times V_{pi} \times K \times V_{pi} + 0.005012 \times (K \times V_{pi})^2;$$

$$\delta_T = 0.19254 - 0.012456 \times V_{pi} - 0.0064552 \times K \times V_{pi} + 0.000200 \times (V_{pi})^2 + 0.000174 \times V_{pi} \times K \times V_{pi} + 0.0001515 \times (K \times V_{pi})^2;$$

На основе уточненной математической модели посевных агрегатов с трактором DEUTZ FAHR 9340 TTV, были проведены многочисленные расчеты [2,3,12,13,14,19,20] и определено место рассматриваемого трактора среди тракторов отечественного производства рисунок 1.

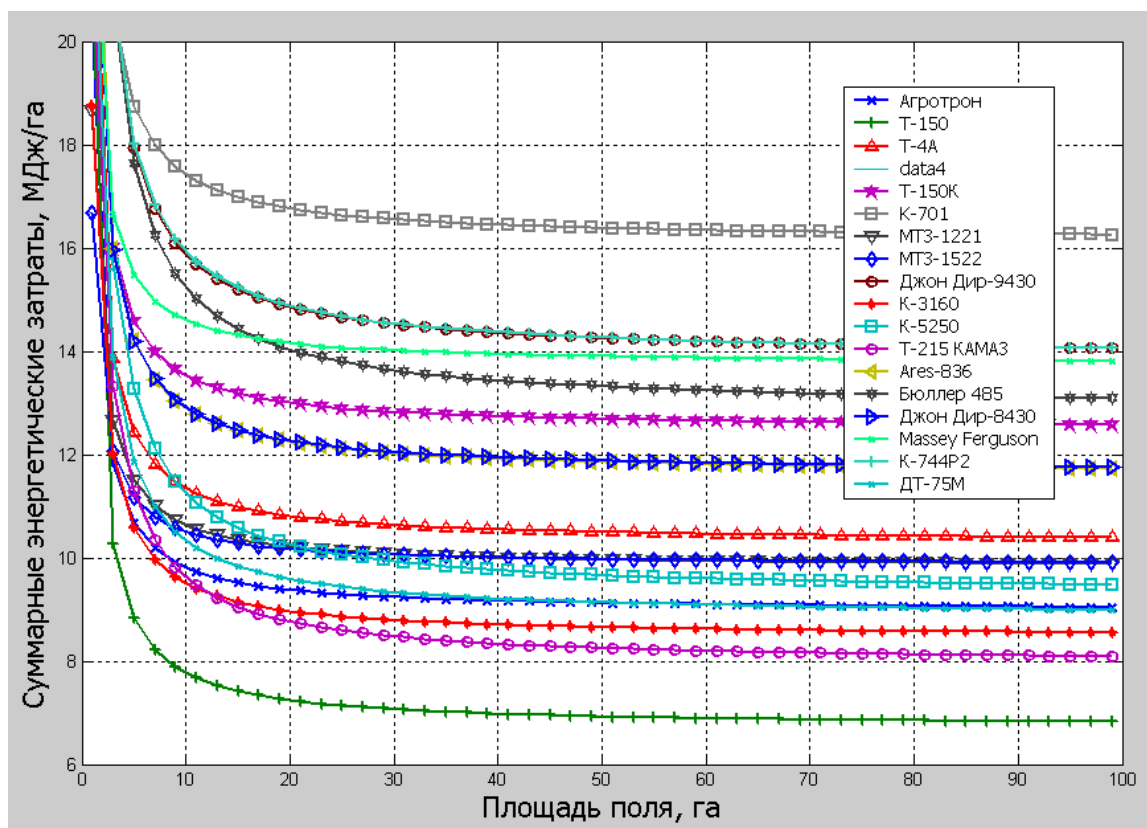


Рисунок 1 - Зависимость суммарных энергетических затрат отечественных и зарубежных тракторов

Как видно из рисунка 1 самым эффективным трактором для данной операции и принятых условий расчета является трактор Т-150, вслед за ним идут трактора марки Т-215 КАМАЗ, К-3160, гусеничный трактор ДТ-75М и на пятом месте находится трактор DEUTZ FAHR 9340 TTV.

Суммарные энергетические затраты зависят от давления в шинах, так как давление в шинах влияет на уплотнение почвы, что в свою очередь отражается на потерях урожая.

Зависимость суммарных энергетических затрат от давления в шинах трактора марки DEUTZ FAHR 9340 TTV приведена на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что оптимальное давление в шинах трактора марки DEUTZ FAHR 9340 TTV составляет (0,06-0,08) МПа. При таком давлении суммарные энергозатраты данного трактора не изменяется, а

при дальнейшем увеличении давления в шинах суммарные энергетические затраты повышаются. Отсюда следует, что при проведении посевных работ желательно снижать давление в шинах тракторов до минимально допустимого значения, определяемого из характеристики шины с учетом вертикальной нагрузки на нее.

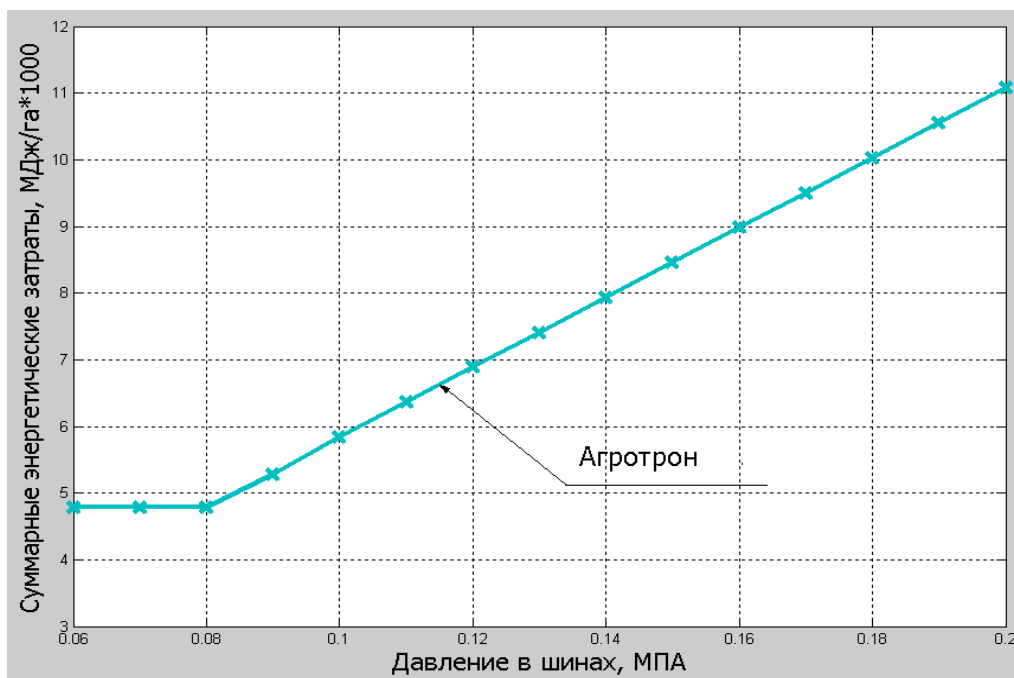


Рисунок 2 - График зависимости суммарных энергетических затрат от давления в шинах трактора марки DEUTZ FAHR 9340 TTV

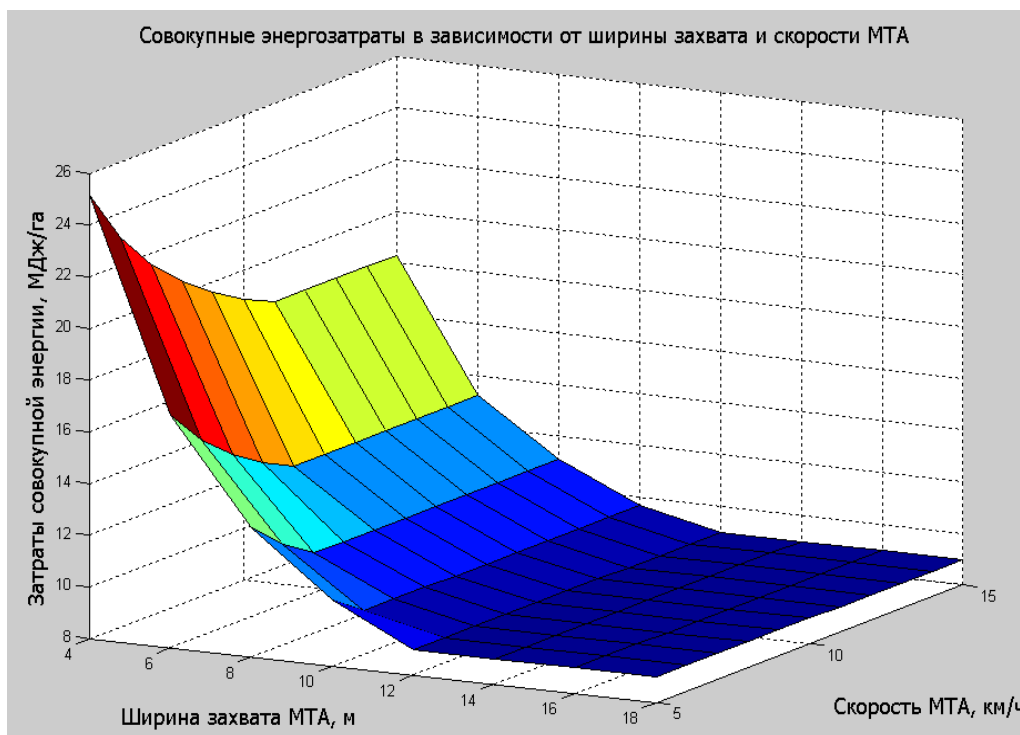


Рисунок 3 - Совокупные энергозатраты в зависимости от ширины захвата и скорости МТА трактора марки DEUTZ FAHR 9340 TTV

На суммарные энергетические затраты влияет соотношение ширины захвата и рабочей скорости агрегата. Как видно из рисунка 3, при составлении тяговых машинно-тракторных агрегатов, необходимо выбрать минимально допустимую, по агротехническим требованиям на качество выполнения операции, скорость агрегата и максимально возможную ширину захвата.

Оптимальные значения ширины захвата для посевного агрегата с трактором DEUTZ FAHR 9340 TTV по расчетам составили 12 м, при оптимальной скорости 5 км/ч. При этом суммарные энергетические затраты составят 8894,6 МДж/га.

Литература

1. 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 // 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. 00022. – DOI 10.1051/bioconf/20201700022.

2. Хафизов, К.А. Определение количества техники, необходимой для сельского хозяйства Татарстана / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 1(35). – С. 82-88. – DOI 10.12737/11384.

3. Хафизов, К.А. Результаты многофакторного эксперимента по определению зависимости максимального давления колес трактора на почву от параметров трактора и физико-механических свойств почвы. Статистический анализ / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 4(42). – С. 94-98.

4. 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.

5. Валиев, А.Р. Некоторые проблемы технического обеспечения АПК и перспективы его развития / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, Н.Н. Хамидуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2008. - № 2(8). - С 148-152.

6. Valiev, A. Study of soil stratum deformation by disc cultivator / A. Valiev, F. Muhamadyarov // Engineering for rural development: Proceedings of 15th International Scientific Conference. Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2016. Vol. 15, pp. 1378-1385.

7. 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. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-16-18.

8. 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.

9. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

10. 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.

11. 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.

12. Глущенко, А.А. К вопросу очистки отработанных масел от нерастворимых примесей в гидроциклоне / А.А. Глущенко, Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 81-84. – DOI 10.12737/article_5bcf57ae82ff79.43634303.

13. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostovon-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

14. Design adaptation of the automobile and tractor diesel engine for work on mixed vegetable-mineral fuel / A. Khokhlov, A. Khokhlov, D. Marin [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. 00077. – DOI 10.1051/bioconf/20201700077.

15. Испытание гасителей крутильных колебаний коленчатых валов на безмоторном стенде / Ф.Х. Халиуллин, Р.Р. Ахметзянов, А.М. Гаврилов [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 8. – С. 27-29.

16. Алимов, Л.Р. Подбор стенда для проверки форсунок common rail / Л.Р. Алимов, Ф.Х. Халиуллин // Естественно-научные и гуманитарные исследования: теоретические и практические аспекты: Материалы XXXI Всероссийской научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 18 мая 2021 года). – Ростов-на-Дону: ООО «Издательство ВВМ», 2021. – С. 246-251.

17. Adaptive support for power units of machine-tractor unit / N. Egorov, F. Khaliullin, Z. Khaliullina, L. Zimina // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1737-1742. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF454.

18. Повышение эффективности машинно-тракторного агрегата за счет перевода его энергетических установок на газодизельную систему подачи топлива / Ф.Х. Халиуллин, В.М. Медведев, З.М. Халиуллина, А.В. Матяшин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2019. – № 1(67). – С. 69-74.

19. Сеницкий, С.А. Определение коэффициентов усиления и линейных зон при исследовании показателей двигателя МТА / С.А. Сеницкий, В.М. Медведев // 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. 218-222.

20. Медведев, В.М. Математическая модель оценки динамических показателей двигателя МТА при неустановившейся нагрузке / В.М. Медведев, С.А. Сеницкий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 106-110. – DOI 10.12737/article_5d3e174a791dc8.26723129.

21. 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.

УДК 621.762

Ахметзянов Ришат Ринатович*Кандидат технических наук, доцент
rishat83@mail.ru***Вагизов Тагир Наилевич***Кандидат технических наук, доцент
toha-174@mail.ru***Ахметзянова Раиля Раиловна***Кандидат сельскохозяйственных наук
raechka83@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ САМОСМАЗЫВАЕМЫХ ПЛАСТМАСС В УЗЛАХ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены различные антифрикционные самосмазывающие композиции с содержанием графита и различных связующих. Приведены сравнительные исследования композиционных материалов по физико-механическим свойствам.

Ключевые слова: Композиционные материалы, древесно – пластиковые композиции, применение древесины, полимерные материалы, самосмазывающиеся материалы, узлы трения скольжения.

Rishat R. Akhmetzyanov*Associate Professor, Ph. Doctor of Technical Sciences
rishat83@mail.ru***Tagir N. Vagizov***Associate Professor, Ph. Doctor of Technical Sciences
toha-174@mail.ru***Railya R. Akhmetzyanova***Ph. Doctor of Agricultural Sciences
raechka83@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan*

ON THE QUESTION OF APPLICATION OF ANTIFRICTIONS SELF-LUBRICATING PLASTICS IN SLIDING FRICTION UNITS

Abstract. In this paper, various antifriction self-lubricating compositions containing graphite and various binders are considered. Comparative studies of composite materials on physical and mechanical properties are given.

Keywords: Composite materials, wood-plastic compositions, the use of wood, polymer materials, self-lubricating materials, sliding friction units.

Применение АСП на основе полиамидов разнообразно. Низконаполненные АСП хорошо работают при низких скоростях скольжения, периодической и разовой смазке, в условиях переменных нагрузок, вибрации и применяются в машиностроении и приборостроении. Материалы типов САМ и ПКФА обладают более высокой износостойкостью и нагрузочной способностью, чем исходные полимерные материалы, при одновременном снижении коэффициента трения. Они рекомендуются для узлов трения, эксплуатируемые без смазки при значениях $(Pv) \leq 1$ МПа м/с. Проходят опытно-промышленную проверку более чем в 20 типах узлов трения машин и технологического оборудования автомобильной и сельскохозяйственной техники, легкой промышленности и т.д. [1-3].

Литьевые графитопласты типа АТМ-2, АТМ-2А, АТМ-2С, отличаются высокой износостойкостью, повышенной теплостойкостью, водостойкостью, стабильностью свойств и размеров деталей в условиях хранения и эксплуатации. Графитопласт АТМ-2 применяется в приборостроении для подшипников скольжения, мелко модульных зубчатых колес, роликов.

Благодаря стабильной усадке, колебания которой не превышает 0,1 %, из АТМ -2 изготавливают зубчатые колеса 8-й степени точности для работы в малонагруженных передачах, редукторов привода.

Основные геометрические параметры зубчатых колес в приборостроении из АТМ-2 следующие: модуль 0,5-1,0 мм, число зубьев 18-240, толщина зубчатого венца 1,5-7 мм. Условия работы: число оборотов - до 250 мин⁻¹, нагрузочный момент на выходе до 1 Нм.

Графитопласт АТМ-2 был испытан в качестве материала для подшипников скольжения взамен металлокерамики в сеялках, клавишных механизмах соломотряса зерновых комбайнов, на оси мотвила комбайна и т.д. Детали из АТМ-2 могут работать в условиях влаги, при смазке водой, при разовой и периодической смазке минеральными и консистентными смазками, а также без смазки в условиях сильной запыленности. Графитопласт может работать в интервале температур -50 до +180 °С [5-7].

Материалы марок СФД-БС, СФД-ДМ, СФД-АФ отличаются высокой механической прочностью, водостойкостью, способностью работать при повышенных температурах и нагрузках, но лишь при малых скоростях скольжения, поэтому они нашли применение в приборостроении – для мелко модульных зубчатых колес, в автомобилестроении для подшипников скольжения. В качестве материала направляющих для станков, благодаря высокой износостойкости и хорошим антискачковым свойствам, рекомендован СФД-ВМ-БС. Из материала СФД-БС делают детали гидронасосов, из СФД-АФ – шестерни сварочных полуавтоматов.

Материалы типа Эстеран -35, Эстеран -51 применяются для деталей скольжения и качения (втулки, сепараторы шарикоподшипников

качения, уплотнители), шестерен и зубчатых зацеплений благодаря низкому коэффициенту трения, высокой точности размеров, хорошей технологичности.

Графитопласты АМС-1, АМС-3, АМС-5М характеризуется высокой механической прочностью, износостойкостью, термостойкостью, низким коэффициентом трения и малой проницаемостью. Эти качества позволяют использовать указанные материалы для изготовления поршневых колец компрессоров работающих без смазки рабочих цилиндров с давлением нагнетания более 10 МПа, торцевых уплотнений систем керосин – воздух, жидкий кислород – воздух и др.

Графитопласт АТМ-1 обладает достаточной износостойкостью при высокой теплопроводности и низкой стоимости, но он хрупок и поэтому может применяться в узлах трения, где нет ударных нагрузок. АТМ-10 представляет собой терморезистивные графитопласты типа АТМ-1, подвергнутые термообработке при температуре 1000 °С, т.е. обожженные или карбонизированные до полного превращения полимерного компонента в кокс. По своей природе они близки к углеродным материалам, а по технологии формирования относятся к пластмассам рисунок 1.



Рисунок 1- Втулка формованная из графитопласта АТМ-10

Эти материалы имеют низкую прочность и представляют интерес в качестве жаростойких, теплопроводных, химически стойких, с высокой размерной точностью материалов. По сравнению с углеродными материалами они имеют низкую стоимость [1-5].

Зная свойства различных компонентов и различными методами исследований подобные материалы можно как упрочнить, так и упростить технологию получения, а даже намного удешевить [5-8].

Нами проведенные исследования показывают о возможности выше приведенных высказываний. Проведенные исследования показали, что в качестве связующего можно применить серное связующее, вместо армирующего наполнителя волластонит, природный чешуйчатый графит все остальное. Композиционный материал показал отличные прочностные и антифрикционные свойства, которые вполне подходит

для узлов трения скольжения деталей СХМ, которые имеют специфические условия работы, связанные с сильной запыленностью рабочей среды [14-16].

Литература

1. Твердые смазочные материалы и их применение / Р.Р. Ахметзянов, Х.С. Фасхутдинов, Т.Н. Вагизов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 306-307.

2. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М.Х. Фасхутдинов, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

3. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

4. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 39-41.

5. 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.

6. 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.

7. Sharifullin S.N., Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / Sharifullin S.N., Fayzrakhmanov I.A., Lyadov R.M., Shustov V.A., Adigamov N.R., Akhmetzyanov R.R., Shaykhutdinov R.R., Bayniyazova A.T. // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. electronic edition. 2019. С. 012100.

8. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.]. // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

9. Салахов, И.М., Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [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. 142-146.

10. Вафин, Н.Ф. Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте сельскохозяйственной техники / Н.Ф. Вафин, И.М. Салахов, Т.С. Обухов [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. 229-232.

11. Мейзер, А.В. Способы влагонакопления и влагосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Мейзер, Б.Г. Зиганшин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // 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. 293-298.

12. Kalimullin M., 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. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF294.

13. Mukhametshin I., Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage / I. Mukhametshin, A. Valiev, F. Muhamadyarov [et al.] // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1946-1952. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF553.

14. 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.

15. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

16. 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.

17. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066

18. Адигамов, Н.Р. Повышение износостойкости молотков дробилок кормов виброискровой 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 государственный аграрный университет, 2019. – С. 226-229.

19. 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.

20. Адигамов, Н.Р. Анализ виброакустических показателей подшипниковых узлов дробилок кормов / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов, Р.С. Шайхетдинова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 7. – С. 145-147.

УДК 62-144

Хафизов Камиль Абдулхакович
Доктор технических наук, профессор
fts-kgau@mail.ru

Хасанов Ф.Д.
Студент магистратуры
Казанский государственный аграрный университет, Казань

АНАЛИЗ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫМИ АГРЕГАТАМИ НА ОСНОВНОЙ ОТРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Аннотация. Статья посвящена выявлению количества диоксида углерода выбрасываемого двигателем трактора в составе агрегата, выполняющего углубление пахотного слоя в технологиях разноглубинной основной обработки почвы. Кроме прямых энергетических затрат получаемых путем сжигания моторного топлива, в статье уделено внимание и косвенным энергетическим затратам на изготовление техники, поддержание ее в исправном состоянии, а также энергии урожая, теряемого из-за неправильной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов, ошибочного подбора марки трактора, его основных параметров и режимов работы, что ведет к значительному выбросу углекислого газа на стадиях изготовления, обслуживания и эксплуатации агрегатов. Проведены вычислительные эксперименты по поиску путей снижения выброса основного парникового газа – диоксида углерода, напрямую связанного с затратами энергии на всех стадиях жизненного цикла сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: парниковые газы, карбоновый след, экология, трактор, энергозатраты, агрегат, обработка почвы.

Kamil A. Khafizov
Doctor of Technical Sciences, Professor
fts-kgau@mail.ru
F.D. Khasanov
Master's degree student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

THE ANALYSIS OF EMISSION OF GREENHOUSE GASES BY MACHINE AND TRACTOR UNITS ON THE MAIN WORKING OFF OF THE SOIL

Abstract. Article is devoted to identification of amount of carbon dioxide of the tractor which is thrown out by the engine as a part of the unit which is carrying out deepening of arable layer in technologies of variable-depth main

processing of the soil. Except the factor power cost received by combustion of motor fuel in article the attention and to indirect power costs on production of the equipment, its maintenance in good repair, and also energy of the harvest lost because of misuse of machine and tractor units, wrong selection of brand of the tractor, its critical parameters and modes of behavior that leads to considerable emission of carbon dioxide gas at stages of production, service and operation of units is paid. Computing experiments on search of ways of decrease in emission of the main greenhouse gas – the carbon dioxide directly connected with energy expenses at all stages of life cycle of agricultural machinery are made.

Keywords: Greenhouse gases, carboxylic trace, ecology, tractor, energy costs, unit, processing of the soil.

Согласно принятой в Республике Татарстан системе земледелия [1] переход на энергосберегающие технологии приводит к значительному сокращению расхода топлива и смазочных материалов, снижению уплотнения почвы движителями машинно-тракторных агрегатов. Однако наряду с положительными моментами выявляются и отрицательные явления – накопление плотности почвы ниже слоя обработки (6-15 см), что значительно ухудшает водно – воздушный режим в почве, а значит, негативно влияет на урожайность культур, приводит к водной эрозии почвы. На поверхности почвы происходит накопление семян сорняков более конкурентных перед культурными растениями (возрастает количество зимующих злаковых и однодольных многолетников [2]), что приводит к необходимости широкого применения химических средств защиты, пагубно влияющих не только на сорную растительность на посевах, но и на всю окружающую среду, а значит биологические объекты, в том числе и на человека.

В связи с этим основная концепция, принятая в системе земледелия Республики Татарстан на основной обработке почвы – это чередование глубины обработки почвы в зависимости от возделываемых культур (севооборота), особенностей физико-механических свойств почвы, особенностей климатических условий региона, что и назвали технологией разноглубинной основной обработки почвы. К такому же мнению приходят и специалисты других регионов. Допустим, «по данным Министерства сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области, минимальные и нулевые технологии, используемые на территории области, довольно часто приводят к снижению урожайности и качества зерна. Поэтому, при применении ресурсосберегающих технологий, необходимо проводить глубокое рыхление один раз в четыре года» [3]. Кроме того, в этом же источнике отмечается, что отсутствие научного обоснования выбора машин и техники, оптимальных для конкретных агрозон и муниципальных районов регионов приводит к необходимости выбора

товаропроизводителями техники, исходя из собственной интуиции и опыта коллег [3].

В связи с этим предлагаемая статья посвящена обоснованию выбора техники и ее параметров на основной обработке почвы по критерию количество выбрасываемого углекислого газа за период изготовления техники, ее обслуживания и производственной эксплуатации по методике разработанной на кафедре «Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов» Казанского ГАУ [4, 5, 6, 7, 8, 26, 27].

Важнейшим элементом технологии разноглубинной обработки почвы является углубление почвы на глубину до 30 и более см [9, 10, 11]. Для этих целей используются глубокорыхлители различных конструкций, как отечественного, так и зарубежного производства. В таблице 1 приведены количество техники по годам для подготовки почвы при основной и предпосевной обработке на предприятиях Республики Татарстан.

Таблица 1 – Динамика изменения почвообрабатывающих машин в РТ

Сельскохозяйственные машины по маркам	Количество техники по годам, шт.		
	2013	2018	2021
КСТ-3,8	89	86	81
Компактор	86	84	80
Смарагд-400, 600, 800, 1000	37	35	31
КПИР-3,6 (к=4,34 кН/м)	138	142	126
КПС-4	4923	4513	4120
КПЭ-3,8, КТ-3,9Г (к=4,05 кН/м)	672	564	511
КТС-10	111	96	83
КБМ-10,5 и др.модиф. (к=2,46 кН/м)	85	82	72
ККШ-11,3	44	56	50
ВНИИСП	2549	2842	2610
БД-10	47	67	69
БДТ-3	347	284	212
БДТ-7 (ГД-7)	290	219	203
БДМ-3х4	415	640	645
БДМ-4х4	227	365	370
БДМ-6х4	126	267	275
БДМ-8х4	59	89	93
Кивонь	29	39	32
Рубин-9 и модиф.	18	27	23
Sunflower (диск. Борона)	33	51	42
Плуги:	3643	3125	2863
В том числе 4 и 5 корпусные	2744	2410	2232
Плоскорезы:	110	98	95
<i>Глубокорыхлители</i>	142	163	178

Как видно из таблицы количество большинства видов почвообрабатывающих машин имеет тенденцию к снижению. Наблюдается некоторый рост количества дисковых борон и почвоуглубителей, что связано с переходом на технологии разноглубинной обработки почвы, а также увеличением в составе парка количества тракторов высоких тяговых классов [12, 13, 14, 15, 16].

В таблице 2 приведены распространенные в РТ глубокорыхлители и их энергетические характеристики.

Таблица 2 – Количество глубокорыхлителей в РТ на 2021 год и их энергетические характеристика

Тип сельскохозяйственной машины	Марка сельскохозяйственной машины	Количество, шт. (2021 г.)	Удельное сопротивление почвы рабочим органам, кН/м
Глубокорыхлители	КПГ-250	67	16,0
	КАМА ТГР 45.7-300	31	14,8
	ГН-250	27	15,7
	ПГН-7	19	16,0
	SSDR Н 9	15	16,5
	ГР-6,3 ШК	9	15,2
	ГР-4,5 ШК	7	15,2
	ГР-5,4 ШК	7	15,2

Среди приведенных марок глубокорыхлителей сохранилось много культиваторов - плоскорезов со времен Советского Союза, но появились и новые орудия для глубокого рыхления почвы, допустим КАМА ТГР [17, 18, 19, 20].

Проведем расчеты с использованием математической модели агрегата глубокорыхлителя по критерию оптимизации основных параметров трактора и агрегата – количества CO_2 , выбрасываемого в атмосферу с учетом изготовления, обслуживания, эксплуатации агрегата и его влияния на формируемый урожай зерновой культуры яровая пшеница [21, 22, 23, 24, 25].

Критерий оптимизации – минимальный выброс CO_2 представляет из себя сумму составляющих:

$$CO_2 = CO_{2и.тр} + CO_{2и.схм} + CO_{2и.пр} + CO_{2рто} + CO_{2с.р.} + CO_{2упр} + CO_{2тсм} + CO_{2агр} + CO_{2упл} \rightarrow min,$$

где CO_2 – удельный суммарный выброс диоксида углерода, кг/га;

$CO_{2и.тр}$, $CO_{2и.схм}$, $CO_{2и.пр}$ – количество CO_2 , выброшенное соответственно при изготовлении трактора, сельскохозяйственной машины, прицепа, приходящаяся на 1 га, кг/га;

$CO_{2\text{рто}}$ – количество CO_2 , выброшенное на все виды ремонта и техническое обслуживание трактора, прицепа и сельскохозяйственной машины, кг/га;

$CO_{2\text{с.р.}}$ – количество CO_2 , выброшенное при сборке и разборке агрегата, кг/га;

$CO_{2\text{упр}}$ – количество CO_2 , выброшенное механизатором при управлении трактором, кг/га;

$CO_{2\text{тсм}}$ – количество CO_2 , выброшенное при сжигании топлива двигателем трактора, кг/га;

$CO_{2\text{агр}}$ – количество CO_2 из атмосферы не связанного урожаем, из-за ее потерь в связи с нарушением агротехнических сроков выполнения технологической операции, кг/га;

$CO_{2\text{упл}}$ – количество CO_2 не связанного урожаем из атмосферы, из-за ее потерь в связи с уплотнением почвы движителями трактора кг/га.

Исходные данные для расчета:

Площадь поля, га. =100;

Длина гона, км. =1;

Расстояние переезда, км. =3;

Коэффициент прочности несущей поверхности =1;

Объем работы, га =500;

Количество тракторов выполняющих операцию =1;

Число часов работы в сутки =16;

Планируемая урожайность основной и побочной продукции, ц/га. =40;

Давление в шинах (от 0,08 до 0,2), МПа =0,16;

Число колес на одном борту трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1;

Коэффициент сцепления колес с почвой =0,6;

Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0,12;

Глубина обработки, м. =0,3;

Коэффициент распределения сцепного веса трактора =1;

Удельное сопротивление глубокорыхлителя, кН/м = 12;

Плотность почвы, кг/м³ = 1300;

Твердость почвы, Па = 1500000.

Результаты расчетов:

Оптимальная ширина захвата $V_{\text{opt}} = 6$ м;

Оптимальная рабочая скорость $V_{\text{opt}} = 11$ км/ч;

Оптимальный вес трактора $G_{\text{тиopt}} = 150$ кН;

Оптимальная мощность двигателя $N_{\text{еopt}} = 489$ л.с.;

Минимальные суммарные энергозатраты $E_{\text{min}} = 3464$ МДж/га;

Минимальный выброс CO_2 в атмосферу 249,4 кг/га.

Изменение удельного суммарного выброса CO_2 в атмосферу агрегатом глубокорыхлителем почвы в зависимости от основных параметров трактора показано на рисунке 1.

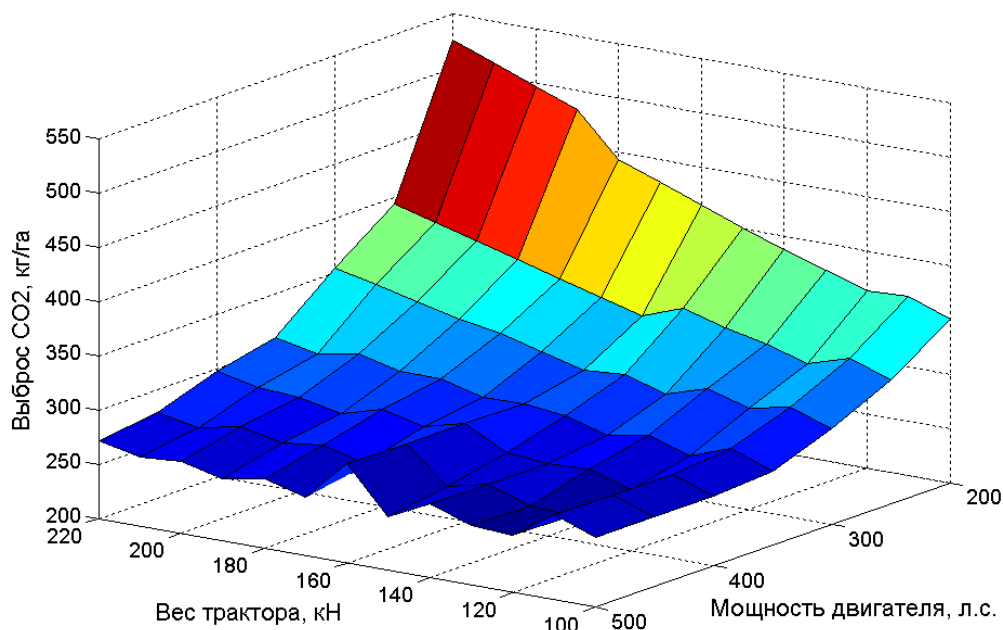


Рисунок 1 – Изменение выброса CO_2 в зависимости от веса трактора и мощности его двигателя

Как видно из рисунка выброс углекислого газа зависит от соотношения веса трактора (кН) и мощности его двигателя в л.с. Наименьший выброс CO_2 в размере 250 кг/га, для условий проведенного вычислительного эксперимента, соответствует оптимальному весу трактора 150 кН, а оптимальная мощность двигателя трактора равна 489 л.с. Разница в выбросе CO_2 при других параметрах тракторов доходит до 200-250 кг/га в сторону увеличения.

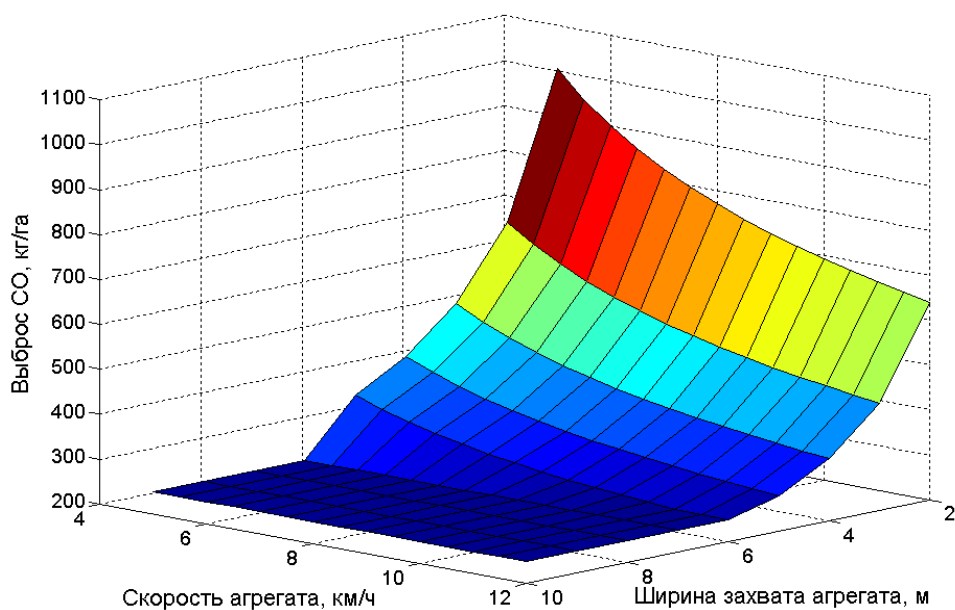


Рисунок 2 – Изменение выброса CO_2 в зависимости от ширины захвата и скорости глубокорыхлителя для трактора с оптимальными основными параметрами

Выброс CO_2 в атмосферу зависит не только от основных параметров трактора, но и параметров агрегата – ширины захвата глубокорыхлителя и скорости выполнения технологической операции. Из рисунка 2 видно, что для трактора с оптимальными параметрами имеется оптимальное соотношение ширины захвата агрегата и его скорости при которых выброс CO_2 в атмосферу будет минимальным.

Минимальное значение выброса CO_2 равно 250 кг/га и оно получается при оптимальной ширине захвата агрегата 6 м и оптимальной скорости агрегата 11 км/ч. Отклонение от этих значений параметров агрегата ведет к росту выброса CO_2 до 1000 кг/га.

Заключение:

1. В связи с переуплотнением на полях почвы при использовании тракторов и агрегатов большой массы, возникает необходимость периодического ее разуплотнения за счет перехода к технологии основной обработки почвы на разную глубину по годам, севооборотам, культурам.

2. Одной из важных технологических операций в технологиях разноглубинной основной обработки почвы является глубокое рыхление почвы на 30 и более см.

3. С целью снижения выброса диоксида углерода (снижения карбонового следа) на глубоком рыхлении почвы важен выбор основных параметров трактора его массы и мощности двигателя.

4. Из-за большой энергоемкости данной технологической операции параметры эффективных тракторов смещаются в зону параметров тракторов высоких тяговых классов, однако для конкретных условий их работы всегда имеются оптимальные основные параметры, определение которых требует проведения расчетов.

5. Выброс CO_2 зависит не только от основных параметров трактора, но и ширины захвата агрегата и скорости его перемещения.

6. Для принятых типичных условий работы агрегатов расчеты показали эффективность тракторов с весом 150 кН, мощностью двигателя 490 л.с., при работе с глубокорыхлителем шириной захвата 6 м на скорости 11 км/ч.

Литература

1. Система земледелия Республики Татарстан: ч. 2. Агротехнологии производства продукции растениеводства. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. – 292 с.

2. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур. <http://ppagromarket.com/pro-nas/stati/20->. (Дата обращения 29 ноября 2021 г.).

3. Полянская, Н.А. Повышение эффективности производства зерна на основе ресурсосберегающих технологий / Н.А. Полянская // Вестник НГИЭИ. – 2012. - № 5 (12). – С. 77-93.

4. Khafizov C. 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.

5. 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.

6. 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.

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. Khafizov C.A. The thermodynamic calculation of offset shafts rotary engine ideal cycle with external heat supply / C. A. Khafizov, R. A. Usenkov, F. K. Khalyullin, R. A. Latypov // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. – 2019. – Vol. 9. – No 4. – P. 1109-1116. – DOI 10.24247/ijmperdaug2019114.

9. Константинов, В.Н. Экспериментальные исследования ответной урожайности с.-х культур на точное глубокое рыхление почвы в центральной части шт. Кентукки, США / В.Н. Константинов // *Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал*. – 2007. – № 4. – С. 1150.

10. Design adaptation of the automobile and tractor diesel engine for work on mixed vegetable-mineral fuel / A. Khokhlov, A. Khokhlov, D. Marin [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. 00077. – DOI 10.1051/bioconf/20201700077.

11. Мамаева, Г.Г. Сравнительная оценка влияния способа обработки почвы (глубокое рыхление, нулевая и др.) в системе озимая пшеница - пар на физические свойства почв в условиях шт. Небраска, США; результаты многолетних полевых опытов / Г.Г. Мамаева // *Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал*. – 2002. – № 4. – С. 885.

12. Максименко, В.П. Глубокое рыхление как способ повышения эффективности ресурсосберегающего земледелия / В.П. Максименко,

Т. Л. Волчкова, С. А. Меньшикова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 38-42.

13. The improvement of the technique for determining technical condition of repair and maintenance equipment / D. Molochnikov, R. Khalimov, I. Gayaziev [et al.] // E3S Web of Conferences : 8, Rostovon-Don, 19–30 августа 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08006. – DOI 10.1051/e3sconf/202021008006.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. Galiev I.G. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, С. 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.

19. Новая техника для основной обработки почвы. Плуг глубокихрыхлитель ПГР-4 / Е. И. Хлыстов, А. П. Бобряшов, В. И. Хижняк [и др.] // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции (Москва, 17–18 сентября 2014 года). – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2014. – С. 178-182.

20. Шуханов, С.Н. Некоторые мероприятия по улучшению состояния почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / С.Н. Шуханов // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 4. – С. 33-37. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-67-4-33-37.

21. Ибатуллин, И. И. Обоснование параметров и режимов работы агрегатов для глубокой обработки почвы / И.И. Ибатуллин, К.А. Хафизов,

Р.Н. Хафизов // 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. 39-46.

22. 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.

23. Устройство для очистки отработавших газов двигателя внутреннего сгорания / В. П. Колесников, В. А. Марков, Е. Ф. Поздняков, О. В. Евсеенков // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2019. – Т. 18. – № 9. – С. 409-428.

24. Хафизов, К. А. Снижение суммарных энергетических затрат на технологических операциях в АПК - путь снижения выбросов парниковых газов в атмосферу / К. А. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 43-47. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-43-47.

25. Чумаков, В. Л. Снижение выбросов оксидов при управлении процессом сгорания в дизельном двигателе / В. Л. Чумаков, С. Н. Девянин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15. – № 1. – С. 48-56. – DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-48-56.

26. 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.

27. 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, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 182-184.

УДК 631.3

Овчинников Кирилл Александрович
Студент

www.3200.ru@mail.ru

Адигамов Наиль Рашатович

Доктор технических наук, профессор
n-adigamov@rambler.ru

Гималтдинов Ильдус Хафизович

Кандидат технических наук, доцент
tskazgau@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

АНАЛИЗ РАБОТЫ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация. Тормозная система является главной и неотъемлемой частью строения и эксплуатации грузового автомобиля. Именно эта система стоит, можно сказать, на первом месте, когда речь заходит о безопасной эксплуатации автомобиля. В данный момент, во всём мире, существует много различных видов исполнения тормозной системы на грузовых автомобилях.

Ключевые слова: грузовые автомобили; тормозная система; тормозные механизмы; колодки, безопасность; износостойкость.

Kirill A. Ovchinnikov

Undergraduate student

www.3200.ru@mail.ru

Nail R. Adigamov

Doctor of Technical Sciences, Professor

n-adigamov@rambler.ru

Ildus Kh. Gimaltdinov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

tskazgau@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE BRAKING MECHANISMS OF TRUCKS

Abstract. The braking system is the main and integral part of the structure and operation of a truck. It is this system that stands, one might say, in the first place when it comes to the safe operation of the car. At the moment, all over the world, there are many different types of braking systems on trucks.

Keywords: trucks; brake system; braking mechanisms; pads; safety; wear resistance

Грузовые автомобили широко применяются при производстве сельскохозяйственной продукции. Задачей инженерных кадров является обеспечение работоспособного состояния автотранспорта. Только грамотная, эффективная эксплуатация позволяет получать значительный экономический эффект [1], [4], [5], [9]. Эффективная эксплуатация возможна при своевременной диагностике неисправностей и превентивном техническом обслуживании [2], [6], [11]. Надежность автотранспорта, так же, зависит от качества запасных частей. Новые запасные части не всегда отвечают требованиям, зачастую могут отрицательно влиять на ресурс. Решением данной проблемы может стать повторное применение восстановленных деталей. На сегодняшний день существует большое количество перспективных технологий восстановления и упрочнения деталей. [3], [7], [8], [10]. Основой разработки технологических процессов ремонта является знание конструкции объекта и принцип его действия.

Говоря о тормозной системе грузовых автомобилей, можно сказать, что она прошла большой путь. Начиная от простой тормозной системы на гужевом транспорте, когда лошадь развивала большую скорость и не была в состоянии самостоятельно остановиться, применялись деревянные проставки с рычажным приводом, до совершенно новых тормозных систем с пневматическим приводом, способные остановить грузовой автомобиль за считанные метры. Множество доработок, изменений и инженерных решений перетерпела данная система, до того, как стала надёжной и эффективной.

Тормозная система является главной системой в автомобиле, которая отвечает, в первую очередь, за безопасность движения. Для обеспечения этого тормозная система должна отвечать множеству требований.

Современные грузовые автомобили имеют пневматический привод тормозов, работа которых основана на работе силы сжатого воздуха. Воздух забирается в специальные баллоны при помощи компрессора по ходу движения автомобиля при отпущенной педали тормоза. При передаче давления уплотнённая масса воздуха движется к тормозному крану. Далее происходит прекращение непрерывного воздушного слоя и срабатывает кран. После этого камера тормозной системы заполняется воздухом, и происходит торможение грузового автомобиля.

В современном мире, инженеры используют различные тормозные механизмы, которые могут включать в одну тормозную систему как барабаны с колодками, так и современные высокоэффективные дисковые. Но на грузовых автомобилях, как правило, устанавливаются барабанные колодочные тормоза, так как они более совместимы с

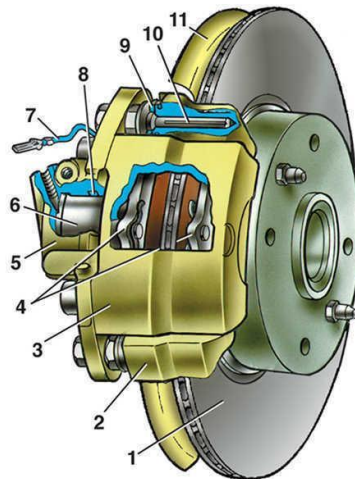
пневматическим приводом, и некоторые из них обладают эффектом самоусиления.

Со временем эксплуатации этих двух разных по конструкции тормозных механизмов, становилось очевидно, что дисковая конструкция тормозного механизма оказывалась эффективнее конструкции барабанного исполнения. Это во многом зависит от их свойств и высокой стабильностью при эксплуатации. В дисковой конструкции тормозов замечается незначительное падение эффективности при попадании воды на поверхность трения или её нагрева. Дисковые тормоза имеют меньший отклик на срабатывание, а также имеют меньшую массу и лучшее охлаждение, по сравнению с барабанной конструкцией. Но не смотря на все вышесказанные плюсы, данная система имеет и неоднозначные минусы. Так как площадь накладок дисковых тормозов меньше, то и давление на них увеличивается в несколько раз. Помимо этого, из-за конструктивной особенности механизм подвергается попаданию пыли, грязи и влаги, в отличие от барабанных тормозов, которые отлично защищены от внешнего воздействия. Также тормозные накладки дискового механизма изнашиваются во много раз быстрее, чем в барабанной конструкции.

Обе конструкции подвергаются механическому износу, из-за больших давлений и трения. Активные элементы тормозных механизмов трескаются, стираются и крошатся. Это вызывает увеличенный износ, а также сбои в работе всей тормозной системы в целом.

Дисковый тормоз, в отличие от барабанного, подвергается коррозионному износу, так как конструкция дискового тормоза открыта для попадания на него влаги и грязи. Барабанный тормоз же лучше защищён от коррозионного износа, благодаря закрытой конструкции. Однако это не значит, что барабанный тормоз не имеет изъянов. В данном случае закрытая форма исполнения тормозного механизма является как положительной стороной, так и отрицательной стороной конструкции. Охлаждение закрытой конструкции затруднено, из-за этого тормозные колодки работают в условиях высокой температуры, что вызывает тепловой износ.

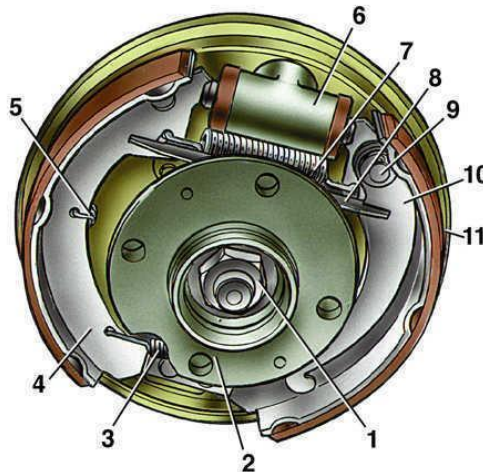
На рисунке 1 представлен дисковый тормоз.



1 - тормозной диск; 2 - направляющая колодок; 3 - суппорт; 4 - тормозные колодки; 5 - цилиндр; 6 - поршень; 7 - сигнализатор износа колодок; 8 - уплотнительное кольцо; 9 - защитный чехол направляющего пальца; 10 - направляющий палец; 11 - защитный кожух.

Рисунок 1 - Дисковые тормоза

На рисунке 2 представлен барабанный тормоз.



1 - гайка крепления ступицы; 2 - ступица колеса; 3 - нижняя стяжная пружина колодок; 4 - тормозная колодка; 5 - направляющая пружина; 6 - колесный цилиндр; 7 - верхняя стяжная пружина; 8 - разжимная планка; 9 - палец рычага привода стояночного тормоза; 10 – рычаг привода стояночного тормоза; 11 - щит тормозного механизма

Рисунок 2 - Барабанные тормоза

На данный момент, несмотря на все преимущества дисковой конструкции тормозов, барабанные механизмы всё ещё в обороте. В основном это обуславливается с экономической точки зрения. С каждым днём производители выпускают различные грузовые автомобили, различные по мощности, массе и максимальной грузоподъёмности, используя оба варианта тормозной конструкции, стараясь заменить барабанные тормоза на дисковые. Можно предположить, что барабанные тормоза в скором времени уйдут на второй план, как в

легковых, так и в грузовых автомобилях. Но не стоит забывать, что барабанные тормоза неплохо проявляют себя на фоне дисковых.

Но какие бы тормозные механизмы не устанавливались на грузовой автомобиль, в процессе эксплуатации они изнашиваются и подлежат замене. Замена тормозных элементов очень дорогостоящая операция. Поэтому вместо замены их можно восстановить.

Можно восстановить не только начальный ресурс и физико-химические свойства тормозных элементов, но и упрочнить их вплоть до 120% от начальных эксплуатационных характеристик. Это достигается применением метода вибродугового упрочнения. В основополагающей метода лежит принцип упрочнения металлических изделий за счёт преобразования энергии контрагированных микроплазменных разрядов, возбуждаемых на поверхности металла, в тепло, в связи с чем наблюдается существенное развитие микрорельефа поверхности металлов, происходит уменьшение концентрации дефектов в нём, и формируется слой оплавленной поверхности материала.

Литература

1. 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, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 130-136.

2. Виброакустический контроль газораспределительного механизма ДВС / А.В. Гриценко, Н. Машрабов, С.А. Барышников [и др.] // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 203-215.

3. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 421-427.

4. 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.

5. 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.

6. Гриценко, А.В. Влияние различных факторов на устойчивость вращения ротора турбокомпрессора ДВС / А.В. Гриценко, Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев // Байтурсиновские чтения - 2018 : материалы международной научно-практической конференции (Костанай, 18–19 апреля 2018 года). – Костанай: Костанайский государственный университет имени А.Байтурсинова, 2018. – С. 165-170.

7. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // 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. 123-126.

8. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А.М. Плаксин [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 8 (95). - С. 176–180.

9. 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.

10. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М.Х. Фасхутдинов, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

11. Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / S. N. Sharifullin, I. A. Fayzrakhmanov, R. M. Lyadov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : electronic edition, Kazan, 05–08 ноября 2018 года. – Kazan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012100. – DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012100.

12. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

13. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 290-295.

14. Дымолазов, Д.М. Современные технологии диагностирования автомобилей / Д.М. Дымолазов. Науч. рук. И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 274-277.

УДК 631.3

Овчинников Кирилл Александрович*Студент**www.3200.ru@mail.ru***Адигамов Наиль Рашатович***Доктор технических наук, профессор**n-adigamov@rambler.ru***Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ
ПОДВЕСОК ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Аннотация. Подвеска является частью слаженно работающей системы ходовой части автомобиля. Она нужна, в первую очередь, для связи рамы или кузовной части автомобиля с колесами. Также подвеска отвечает за плавность хода, смягчает различных видов удары и толчки, при наезде на неровности дороги. В мире существует много различных вариантов подвески, как для легковых, так и для грузовых автомобилей.

Ключевые слова: износ, надёжность, виды подвесок, плавность хода, зависимая и независимая подвеска.

Kirill A. Ovchinnikov*Undergraduate student**www.3200.ru@mail.ru****Nail R. Adigamov****Doctor of Technical Sciences, Professor**n-adigamov@rambler.ru****Ildus Kh. Gimaltdinov****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**tskazgau@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***THE EFFICIENCY OF VARIOUS TYPES OF TRUCK SUSPENSIONS**

Abstract. The suspension is part of the vehicle's well-functioning chassis system. It is needed, first of all, to connect the frame or body part of the car with the wheels. Also, the suspension is responsible for the smoothness of the ride, softens various types of shocks and shocks, when hitting the bumps in the road. There are many different suspension options around the world, both for cars and trucks.

Keywords: wear, reliability, types of pendants, smooth running, dependent and independent suspension.

Автомобильный транспорт широко применяются при производстве сельскохозяйственной продукции. Задачей инженерных кадров является обеспечение работоспособного состояния автотранспорта. Только грамотная, эффективная эксплуатация позволяет получать значительный экономический эффект [1], [4], [5], [9]. Эффективная эксплуатация возможна при своевременной диагностике неисправностей и превентивном техническом обслуживании [2], [6], [11]. Надежность автотранспорта, так же, зависит от качества запасных частей. Новые запасные части не всегда отвечают требованиям, зачастую могут отрицательно влиять на ресурс. Решением данной проблемы может стать повторное применение восстановленных деталей. На сегодняшний день существует большое количество перспективных технологий восстановления и упрочнения деталей [3], [7], [8], [10]. Основой разработки технологических процессов ремонта является знание конструкции объекта и принцип его действия.

Грузовые автомобили в процессе эксплуатации, встречают на своём пути различные виды дорожного полотна. Такие как щебень, магистральные асфальтированные дороги, глубокое бездорожье с ямами и так далее. Для того чтобы сделать передвижение автомобиля как можно плавнее и менее разрушительным используются различные виды и конструкции подвески.

Система подвесок помогает уменьшать вибрации, предотвращать раскачку и наклоны транспортного средства при поворотах и торможении, уменьшить уровень шума связанных с движением транспорта, а также способствует сохранению работоспособности деталей ходовой части.

Конструкция подвески состоит из многих элементов. Присутствуют составляющие, которые предоставляют упругость, амортизаторы, направляющие детали, опоры, крепёжные элементы и стабилизаторы.

При работе различных видов подвесок ударная энергия появляется при встрече колёс с неровностями дороги. Полученная энергия от удара или же от толчка, перенаправляется к упругим элементам. После чего вся эта энергия гасится слаженной работой всех элементов подвески, по итогу это приводит к ослаблению удара на кузов.

В настоящий момент, в мире используются такие варианты подвеска, как зависимая, независимая и полузависимая подвеска. Но на грузовых автомобилях чаще всего встречается зависимая, либо независимая подвеска. Главная особенность зависимой подвески, состоит в том, что связь между колесами одной оси является жёсткой. Такой вид конструкции подойдёт для тягачей. Преимуществом

конструкции является дешевизна, прочность и простота. А также высокая проходимость и устойчивость к повреждениям. Но на высоких скоростях данный вид подвески проявляется себя не очень хорошо. А также основным недостатком является жесткость. Из-за жесткости подвески вырастает риск выхода из строя хрупких элементов конструкции грузового автомобиля, таких как различного рода подшипники.

На рисунке 1 представлена зависимая подвеска.



Рисунок 1 - Зависимая подвеска

В независимую подвеску применяется устройство, которое позволяет самостоятельно регулироваться колесам на разного вида неровностях дороги. Если одно колесо наезжает на неровность, то оно сдвигается с другими окружающими деталями, в отличие от другого колеса, у которого сохраняется сцепление с дорогой. Этот вариант больше подойдет для грузовых автомобилей, которые используются исключительно на ровных дорогах. Конструкция обеспечивает максимальную плавность, комфорт и надёжность в поездке. Но не смотря на её плюсы, можно выделить и такие минусы, как более маленький ресурс, по сравнению с зависимой подвеской, и дороговизну обслуживания. Независимая подвеска отличается хорошей управляемостью и возможности регулировки жесткости под разные виды дорожных условий. Но данная конструкция плохо проявляет себя в условиях бездорожья, из-за короткого хода рычажного механизма.

На рисунке 2 представлена независимая подвеска.

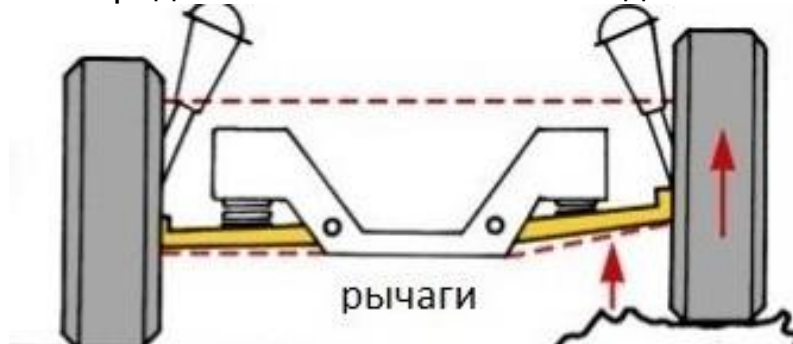


Рисунок 2 - Независимая подвеска

Широко принимают подвески, которые используют рессорные, пружинные, торсионные, пневматические и другие упругие элементы. У каждого из этого списка есть свои преимущества и недостатки.

Рессорная подвеска представляет собой стальные листы разной длины скрепленные между собой. При наезде на препятствие, данные листы прогибаются, тем самым гася полученные колебания. Основным плюсом этого конструктивного решения является простота и дешевизна, а также надёжностью. Но не смотря на такие внушительные преимущества, у рессоры есть и недостаток в лице низкого срока эксплуатации. Также мягкость рессор негативно сказывается на управляемости автомобиля на высоких скоростях и сцепления шин с дорогой. Также из-за мягкости рессор, при сильном ударе подвески возможен обрыв соединений, приводящий к тяжелым последствиям.

На рисунке 3 представлена рессорная подвеска.



Рисунок 3 - Рессорная подвеска

Пружинная подвеска способна уберечь кузов от ударов и сохранять нужный дорожный просвет. Плюсом данной конструкции является долговечность, дешевизна исполнения и легкость в обслуживании. Но отрицательная сторона кроется в не очень компактном исполнении и невозможности изменить характеристики подвески.

На рисунке 4 представлена пружинная подвеска.

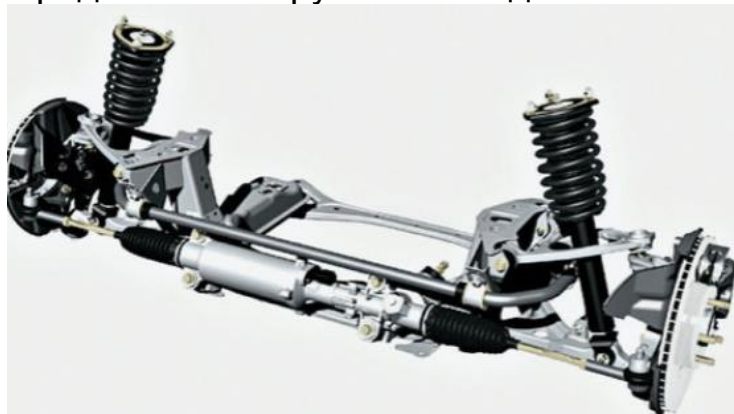


Рисунок 4 - Пружинная подвеска

Торсионная подвеска представляет собой стержни, которые работают на кручение. Торсионы равномерно делят нагрузку, при получении ударной силы от наезда колеса на неровность. Преимуществом данного исполнения подвески является легкость и компактность, а также возможность регулировки. Недостатком является дороговизна и высокая требовательность к качеству материала при изготовлении.

На рисунке 5 представлена торсионная подвеска.

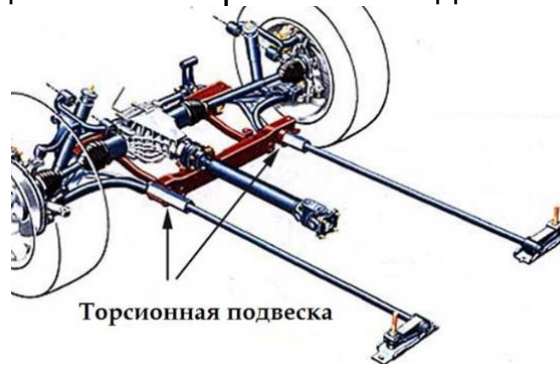


Рисунок 5 - Торсионная подвеска

Пневматическая подвеска отличается от всех других видов тем, что она работает на воздухе. Преимуществом этой конструкции является высокая плавность передвижения, возможность контролировать дорожный просвет. Недостатком является высокая цена, а также сложность в обслуживании. При поломке баллона в данной системе, он подлежит замене.

На рисунке 6 представлена пневматическая подвеска.



Рисунок 6 - Пневматическая подвеска

В настоящее время все виды подвесок используются на грузовых автомобилях. Нет очевидных фаворитов, но и нет аутсайдеров, так как каждая конструкция по-своему хороша. Подвеска грузового автомобиля является очень важной деталью при его эксплуатации. Нужно очень внимательно следить за её состоянием, так как при движении подвеска

испытывает очень большие нагрузки. Из-за получаемой нагрузки, детали могут выходить из строя или терять свои заданные характеристики. Необходимо вовремя их заменять, чтобы избежать серьезных последствий.

Литература

1. 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, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 130-136.

2. Виброакустический контроль газораспределительного механизма ДВС / А.В. Гриценко, Н. Машрабов, С.А. Барышников [и др.] // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 203-215.

3. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 421-427.

4. 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.

5. 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.

6. Гриценко, А.В. Влияние различных факторов на устойчивость вращения ротора турбокомпрессора ДВС / А.В. Гриценко, Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев // Байтурсиновские чтения - 2018 : материалы международной научно-практической конференции (Костанай, 18–19 апреля 2018 года). – Костанай: Костанайский государственный университет имени А.Байтурсинова, 2018. – С. 165-170.

7. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // 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. 123-126.

8. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А.М. Плаксин [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 8 (95). - С. 176–180.

9. 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.

10. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М.Х. Фасхутдинов, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

11. Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / S. N. Sharifullin, I. A. Fayzrakhmanov, R. M. Lyadov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : electronic edition, Kazan, 05–08 ноября 2018 года. – Kazan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012100. – DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012100.

12. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

13. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 290-295.

14. Дымолазов, Д.М. Современные технологии диагностирования автомобилей / Д.М. Дымолазов. Науч. рук. И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 274-277.

УДК 621.762

Ахметзянов Ришат Ринатович*Кандидат технических наук, доцент
rishat83@mail.ru***Вагизов Тагир Наилевич***Кандидат технических наук, доцент
toha-174@mail.ru***Ахметзянова Раиля Раиловна***Кандидат сельскохозяйственных наук
raechka83@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ДИСПЕРСНО-НАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены различные антифрикционные самосмазывающие композиции с содержанием графита и различных связующих. Приведены основные требования для их создания, рассмотрены основные проблемы их получения в зависимости от форм компонентов и физико-механических свойств.

Ключевые слова: Композиционные материалы, полимерные материалы, дисперсно-наполненные материалы, самосмазывающиеся материалы, узлы трения скольжения.

Rishat R. Akhmetzyanov*Ph. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
rishat83@mail.ru***Tagir N. Vagizov***Ph. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor Agrarian
toha-174@mail.ru***Railya R. Akhmetzyanova***Ph. Doctor of Agricultural Sciences
raechka83@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

DISPERSE-FILLED POLYMER COMPOSITIONS

Abstract. In this work, various self-lubricating antifriction compositions with the content of graphite and various binders are considered. The basic requirements for their creation are given, the main problems of their preparation are considered, depending on the forms of the components and the physical and mechanical properties.

Keywords: Composite materials, polymeric materials, dispersion-filled materials, self-lubricating materials, sliding friction units.

Потребность в материалах, способных работать в узлах трения без участия жидкой смазки, и пластичной смазки в контакте с активной производственной или окружающей среды непрерывно возрастает. Такие материалы необходимы для изготовления узлов трения, эксплуатирующихся в труднодоступных местах автомобилей, глубоком вакууме, в текстильных и пищевых машинах, в приборах, электродвигателях и т. д [1-7].

Среди появившихся в последние годы самосмазывающихся материалов обращают на себя внимание несколько типов, в достаточной степени удовлетворяющих определенные требования потребителей. Это материалы типа «АМАН», предназначенные преимущественно для эксплуатации в вакууме, АФГМ - для деталей химических аппаратов, графитопласты типа АТМ и др., успешно используемые для изготовления деталей текстильных машин, материалы на основе фторопластов, позволившие наладить производство унифицированных подшипников скольжения. В последнее время интенсивно развиваются работы в области создания наполненных углеродными и другими волокнами материалов, ведутся поиски новых связующих, наиболее эффективных наполнителей и т. д. И все же вопрос создания самосмазывающихся материалов для различных условий эксплуатации остается весьма актуальным.

При создании таких материалов разработчик и исследователь обычно вынуждены решать ряд сложных проблем, связанных с поиском оптимального сочетания полимерного связующего и наполнителей. Материалы на основе полимеров и сухих смазок относятся к группе наполненных полимерных систем, поэтому базой для создания фрикционных самосмазывающихся материалов является опыт, накопленный в области физической химии, механики и технологии композиционных полимерных материалов. В связи с этим следует отметить ведущую роль физикохимии наполненных полимеров, которая призвана детально описать механизм взаимодействия полимеров с поверхностью наполнителя и тем самым создать основы механики и технологии композиционных полимерных материалов [8].

Интерес к композиционным материалам со стороны специалистов по трению обусловлен тем, что наполнение полимеров позволяет частично, а иногда и полностью изжить ряд недостатков полимеров, используемых в качестве антифрикционных материалов. К таким недостаткам следует отнести высокий коэффициент линейного расширения, низкую теплопроводность, неудовлетворительные механические свойства (низкая твердость, высокая податливость и малую эффективность граничной смазки. В настоящее время в физикохимии наполненных систем накоплен определенный опыт, позволяющий сформулировать некоторые рекомендации для создания фрикционных материалов для узлов трения [14-16].

Физико-механические свойства наполненных материалов в первую очередь определяются их структурой, основными элементами которой являются дисперсионная среда (полимерное связующее), дисперсная фаза (наполнители) и межфазная область (пограничные слои в зоне контакта связующего и наполнителей). Наибольшее распространение получили следующие две основные схемы образования композиционных материалов и изделий на основе полимеров:

1) Полимер в виде раствора (суспензии) смешивается с наполнителями, затем удаляется жидкая фаза и формируется заготовка или готовое изделие в поле заданных температур и давлений;

2) Полимер в расплавленном (вязкотекучем) состоянии приводится в контакт с наполнителями, после чего осуществляется оформление полуфабриката или изделия при соответствующих технологических режимах (температура, давление, скорость перемещения расплава и т. д.). Следует упомянуть и другие способы введения наполнителей в полимер (в процессе синтеза, вдавливанием нагретых частиц в поверхность, при термообработке и др.) и полимера в пространство между наполнителем (пропитка под давлением и в вакууме) и т. д.

Объединяет названные способы получения наполненных полимерных систем то, что в процессе контакта полимера и наполнителя в межфазных областях происходят сложные физико-химические явления, определяющие практически весь комплекс свойств композиционных материалов. Наибольший интерес вызывает изучение закономерностей образования адсорбционных слоев полимеров на наполнителях, влияние строения, геометрии, дисперсности и других характеристик взаимодействующих компонентов на прочностные и деформационные свойства композиций, особенностей механизма усиливающего действия наполнителей и т. д. Адгезионная связь на границе полимер - наполнитель во многом ответственна за механические характеристики композиционного материала, так как слабым звеном наполненных систем является граница полимер - наполнитель и разрушение наполненных материалов обычно происходит по межфазным границам. В свою очередь адгезионное взаимодействие определяется соотношением свободных поверхностных энергий компонентов и межфазной поверхностной энергией, другими словами, для повышения адгезионной прочности в системе связующее - наполнитель необходимо улучшить смачиваемость частиц наполнителя связующим. Способность к смачиваемости определяет характер расположения макромолекул и возможность образования плотноупакованного поверхностного слоя макромолекул. Но при этом нужно учитывать, что взаимодействие связующих с наполнителями, обладающими высокой поверхностной энергией, может вызвать чрезмерный рост жесткости пограничных слоев. Это при определенных

условиях приводит к образованию микротрещин, снижению прочности композиций и повышению ее газопроницаемости.

С увеличением поверхностной энергии наполнителей изменяется не только адгезия на границе полимер - наполнитель скорость и глубина отверждения полимера, но и его адсорбционная способность. Для обеспечения сильного адгезионного взаимодействия наполнителя и полимера необходимым условием является близость молекулярных свойств поверхности наполнителя и полимера, поскольку в таком случае наилучшим образом выполняется принцип структурного соответствия [1-7].

Предполагается, что вещества, которые могут дать на поверхности слои углеводородного характера, являются наиболее благоприятными для установления контактов, например, с полиэтиленом. Так, для повышения адгезии на поверхность стекловолокна наносят парафин. Придание поверхности углеводородного характера может быть осуществлено также путем создания на поверхности наполнителя (стекла) полиалкилсилоксанового слоя, который в отличие от простого парафинирования химически закрепляется на твердой поверхности.

По-видимому, комплексом положительных свойств должна обладать композиция, в которой толщина прослойки связующего минимальна и весь полимер имеет возможность перейти в предельно структурированное состояние.

Эти условия в значительной степени реализуются в высоконаполненных полимерных системах. Высоконаполненный полимерный материал представляет собой двухфазную систему, в которой частицы одной фазы (наполнителя) соединены, склеены) тонкой прослойкой другой фазы (межфазным слоем).

Доля наполнителя, при которой все связующее переходит межфазный слой, получила название критической $\varphi_{н,кр}$ и может быть рассчитана по формуле:

$$\varphi_{н,кр} = \frac{V_{max}}{\left(\frac{\delta}{r}\right)^3}; \quad (1)$$

где V_{max} - объемная доля наполнителя при максимальной упаковке;

δ - половина расстояния между частицами наполнителя;

r - диаметр частиц.

Для однофракционного шарообразного наполнителя $V_{max} = 74\%$, для полидисперсного - 81 %. Критическая степень наполнения составляет для SiO_2 - 37 %, CaF_2 - 27%, FeS_2 - 25%. По количеству полимерного компонента, находящегося в межфазном слое при критической степени наполнения ($\varphi_{н,кр}$), можно определить среднюю толщину межфазного слоя:

- для полидисперсного наполнителя

$$\delta_{ср} = \frac{V_k}{S_{уд} * G_n}; \quad (2)$$

где V_k - объем полимерного компонента при критической степени наполнения;

$S_{уд}$ - удельная поверхность наполнителя;

G_H – масса наполнителя.

- для однофракционного наполнителя шарообразной формы

$$D = d + 2\delta_{ср}; \quad (3)$$

где d - диаметр частиц наполнителя.

- для однонаправленного волокнистого наполнителя с равным диаметром волокон

$$\delta = 0,07d + 0,52a; \quad (4)$$

где d - диаметр волокна; a - минимальное расстояние между волокнами:

$$a = \frac{d(1 - \sqrt{1,1\varphi_H})}{1,1\varphi_H}; \quad (5)$$

где φ_H —объемная доля наполнителя.

Есть версия, что все наполнители характеризуются критическими заполнениями, соответствующими максимуму испытываемых механических свойств.

Снижение прочности при заполнениях вызвано возникновением прямых контактов между частицами наполнителей и появлением в системах различного рода дефектов.

Существенное влияние на свойства наполненных систем оказывают условия возникновения надмолекулярных структур в граничных слоях и в объеме наполненного полимера.

Несмотря на известные достижения, наука о наполненных полимерных системах пока не дает однозначных ответов на многие вопросы, связанные с созданием композиционных материалов с заданными свойствами.

Множество сложных проблем приходится решать создателям композиционных самосмазывающихся материалов на основе полимеров:

- выбор связующих и твердых смазок;
- определение оптимального состава и геометрии наполнителей;
- технологических параметров изготовления изделий и т.д.

Литература

1. Твердые смазочные материалы и их применение / Р.Р. Ахметзянов, Х.С. Фасхутдинов, Т.Н. Вагизов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 306-307.

2. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М.Х. Фасхутдинов, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

3. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // *Solid State Phenomena*. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

4. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // *Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года)*. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 39-41.

5. 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.

6. 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.

7. Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / Sharifullin S.N., Fayzrakhmanov I.A., Lyadov R.M., Shustov V.A., Adigamov N.R., Akhmetzyanov R.R., Shaykhutdinov R.R., Bayniyazova A.T. // *Journal of Physics: Conference Series. electronic edition*. - 2019. - С. 012100.

8. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // *Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий*. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

9. Салахов И.М., Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [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. 142-146.

10. Вафин Н.Ф., Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте сельскохозяйственной техники / Н.Ф. Вафин, И.М. Салахов, Т. С. Обухов [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. 229-232.

11. Способы влагонакопления и влагосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Мейзер, И.М. Салахов, Б.Г. Зиганшин, А.В. Матяшин // 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. 293-298.

12. 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. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF294.

13. Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage / I. Mukhametshin, A. Valiev, F. Muhamadyarov [et al.] // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1946-1952. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF553.

14. 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.

15. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

16. 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.

17. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.

18. 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.

19. Зиганшин, Б.Г. Влияние техники и технологии производства молока на качество заготавливаемой продукции / Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев, А.И. Фокин // 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. 160-164.

20. Prospects for using the bayes algorithm for assessing the technical condition of internal combustion engines / Khaliullin F.K., Matyashin A.V., Akhmetzyanov R.R., Medvedev V.M., Lushnov M.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. electronic collection. - 2019. - С. 012016.

УДК 621.762

Ришат Ринатович Ахметзянов*Кандидат технических наук, доцент
rishat83@mail.ru***Вагизов Тагир Наилевич***Кандидат технических наук, доцент
toha-174@mail.ru***Ахметзянова Раиля Раиловна***Кандидат сельскохозяйственных наук
raechka83@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены различные решения выбора материалов для изготовления подшипников скольжения. Приведены сравнения подшипников скольжения с подшипниками качения, приведены сравнения различных материалов с точки зрения смазывания, в том числе и самосмазывания поверхностей.

Ключевые слова: Подшипники скольжения, подшипники скольжения, композиционные материалы, полимерные материалы, самосмазывающиеся материалы, узлы трения скольжения.

Rishat R. Akhmetzyanov*Ph. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
rishat83@mail.ru***Tagir N. Vagizov***Ph. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor Agrarian
toha-174@mail.ru***Railya R. Akhmetzyanova***Ph. Doctor of Agricultural Sciences
raechka83@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

SOME FEATURES OF SELECTING MATERIAL FOR SLIDING BEARINGS

Abstract. In this paper, various solutions for the choice of materials for the manufacture of plain bearings are considered. Comparisons of plain bearings with rolling bearings are given, comparisons of various materials are given in terms of lubrication, including self-lubrication of surfaces.

Keywords: Plain bearings, plain bearings, composite materials, polymeric materials, self-lubricating materials, sliding friction units.

Подшипник скольжения - это подшипник, в котором две поверхности скользят друг относительно друга. Как правило, смазочная пленка облегчает процесс скольжения. Скользящее движение происходит непосредственно между скользящим слоем корпуса подшипника и соответствующей установленной деталью. Смазочные материалы, хранящиеся в подшипниках или нанесенные твердым слоем на опорный корпус, обеспечивают смазку. Практически во всех отраслях промышленности используются подшипники скольжения из-за их универсальных и специфических свойств [1-7].

Благодаря своим универсальным свойствам подшипники скольжения успешно используются практически во всех отраслях промышленности.

Подшипники скольжения используются как:

- Радиальные подшипники для опорных усилий, перпендикулярных центральной оси вала;
- Осевые подшипники по направлению к центральной оси вала;
- Плавающие подшипники для свободного продольного смещения;
- Фиксирующий подшипник для восприятия поперечных и продольных сил;
- Раздвижные полосы;
- Половина вкладышей;
- и в других конструкциях.

В зависимости от области применения, нагрузки, скорости и материалов подшипники скольжения подстраиваются под скользящую ответную деталь. Часто используемые материалы - это сплавы меди, олова, цинка и свинца, пропитанные маслом спеченные материалы и пластмассы [5].

При выборе подходящего подшипника скольжения необходимо следить за тем, чтобы

- материал и смазка подходили друг другу;
- смазка полностью покрывал поверхность трения;
- материал обладает хорошими отказоустойчивыми свойствами;
- материал обладает высокой износостойкостью;
- материал обладает высокой теплопроводностью [14].

Типичный подшипник скольжения – это радиальный подшипник для радиального подшипника вала с закаленными рабочими поверхностями. Вал окружен втулкой подшипника скольжения, материал которой может варьироваться, например:

- Бронза (медно-оловянный сплав);
- Белый сплав (свинцово-оловянный);
- Подшипниковый металл, легированный свинцом;

- Алюминиевые сплавы;
- Пластмассы (например, ПТФЭ);
- Керамика (в меньшей степени также армированная волокном);
- Латунные сплавы.

Цельные подшипники скольжения: это классический подшипник скольжения с масляной или консистентной смазкой. Обычно он состоит из одного подшипникового материала. Втулки подшипников скольжения часто изготавливаются из медных сплавов и имеют масляные канавки [16].

Керамические подшипники: в насосах, например, в качестве керамического материала используется карбид кремния - также армированный волокном для больших насосов. Подшипники скольжения используются в корпусе насоса и смазываются перекачиваемой жидкостью. Коррозионная стойкость и чрезвычайно низкий износ благодаря своей твердости - главные преимущества этих подшипников. Проблемы возникают, когда насосы работают всухую.

Пластиковый подшипник скольжения: основная идея полимерного или пластикового подшипника скольжения:

- Сокращение обслуживания;
- Без смазки;
- Снижение затрат;
- Продление срока службы.

Устранение отдельной смазки маслом или консистентной смазкой является важным аспектом пластиковых подшипников скольжения. Например, в автомобилестроении или авиации: эти легкие подшипники помогают снизить расход топлива и, следовательно, выбросы углекислого газа. Их небольшой вес снижает массу и, как следствие, снижает потребление энергии. Высокая химическая стойкость пластиковых подшипников также является экологическим преимуществом по сравнению с металлическими подшипниками. Это связано с тем, что для этой цели часто требуется покрытие металлов. Это делается в токсичных и энергетически сложных цинковых, травильных или гальванических ваннах [17,18].

Пример органостроения: полимерные подшипники скольжения все чаще используются в органах в течение нескольких лет. Втулки подшипников отлично зарекомендовали себя при работе с деревом в качестве материала. Между тем, сферические подшипники скольжения и шарнирные соединения также используются с большим успехом.

Первое исследование пластикового подшипника скольжения совпало с открытием свойств нейлона. Еще в 1869 году. Дэниел Спилл описал пластиковый ксилонит как подходящий для производства

зубчатых колес и фрикционных колес, а также подшипников для оборудования.

Пластиковые подшипники - это так называемые композитные материалы, состоящие из основного полимера, армирующих материалов (например, волокон и наполнителей) и твердых смазочных материалов или масел. Во время работы эти смазочные материалы постоянно достигают поверхности через микрошарики и уменьшают трение и износ подшипников скольжения. Перерабатываемый пластик - это в основном ПТФЭ (политетрафторэтилен) из-за его низкого коэффициента трения с другими материалами (в том числе со сталью).

В зависимости от желаемых свойств пластиковые подшипники скольжения доступны во многих различных вариантах. Как правило, они не содержат смазки, устойчивы к коррозии, легки и нечувствительны к загрязнениям.

Спеченные подшипники: спеченные втулки, например, из бронзы, менее плотны, чем сплошные втулки. Смазка может накапливаться в их порах (смешанное трение). Во время работы между подшипником и валом скапливается масляная пленка. Подшипники скольжения из спеченной бронзы в основном устойчивы к коррозии, обладают высокой теплопроводностью и антимагнитностью.

Простые подшипники скольжения: они не смазаны или смазаны консистентной смазкой.

Гидродинамические подшипники скольжения: В гидродинамической смазки, смазочная пленка создается вращательное движение вала или оси. Изначально он опирается на подшипник скольжения. Во время запуска возникает смешанное трение между валом и подшипником. С увеличением вращательного движения смазочное масло подается на ненагруженную верхнюю сторону, и давление вокруг вала увеличивается. Это увеличивает давление и вызывает трение жидкости и, следовательно, уменьшение трения.

Гидростатические подшипники скольжения: при гидростатической смазке подшипники скольжения содержат масляные карманы, распределенные по их окружности. В эти подшипники подается масло с постоянным объемным расходом. Вал и подшипник никогда не касаются друг друга. Гидростатическая смазка используется там, где требуется высокая концентричность и высокая грузоподъемность.

Подшипники скольжения с твердым трением: используются пары материалов с низким коэффициентом трения. Иногда один из двух партнеров обладает так называемым «самосмазывающимся свойством». Второй партнер (обычно вал в радиальных подшипниках) изготовлен из стали.

Подшипники скольжения с жидкостным трением: подшипники скольжения с полной смазкой обеспечивают длительный срок службы и

низкие потери энергии. Под давлением смазочная пленка отделяет контактные поверхности от опорной силы.

Подшипники скольжения со смешанным трением: в смазанных подшипниках скольжения смешанное трение возникает при увеличении нагрузки и уменьшении скорости. В зоне смешанного трения смазка (твердая, жирная или маслянистая) находится в углублениях (микрошероховатости) контактных поверхностей.

Преимущества подшипников скольжения:

1. По сравнению с подшипниками качения подшипники скольжения издают меньше шума и нечувствительны к ударным нагрузкам из-за меньшего напряжения материала.

2. Не требуют обслуживания или не требуют особого обслуживания и просты в установке.

3. Имеют смазочную пленку, поглощающую вибрации, удары и шум.

4. Требуют небольшого радиального установочного пространства и могут быть изменены по конструкции.

5. Подходят для очень высоких скоростей.

6. Практически не изнашиваются при полностью гидродинамической и аэростатической непрерывной работе.

7. Дешевле подшипников качения при больших габаритах.

При выборе подходящего подшипника скольжения необходимо следить за тем, чтобы материал подшипника:

1. Материал вала или оси и смазка согласовались друг с другом;

2. Обладали хорошими отказоустойчивыми свойствами;

3. Обладали высокой износостойкостью;

4. Обладали высокой теплопроводностью;

5. Смазка полностью покрывала поверхность трения.

Различные типы смазок на весь срок службы делают подшипники скольжения необслуживаемыми. Материалы, погруженные в смазку, включают, например, PTFE-пластик или спеченные подшипники [1-8].

Подшипники скольжения, не требующие особого обслуживания это, подшипники скольжения с подачей смазки, которые делают подшипник неприхотливым. Они выпускают эти запасы в течение более длительного периода времени (частично с помощью лубрикатора).

Подшипники скольжения, не требующие обслуживания это, подшипники скольжения, которые изготовлены из специальных самосмазывающихся пластиков. Они подходят для малых и средних опорных усилий.

Литература

1. Твердые смазочные материалы и их применение / Р.Р. Ахметзянов, Х.С. Фасхутдинов, Т.Н. Вагизов [и др.] // Вестник

Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 306-307.

2. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М.Х. Фасхутдинов, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

3. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

4. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 39-41.

5. 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.

6. 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.

7. Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / Sharifullin S.N., Fayzrakhmanov I.A., Lyadov R.M., Shustov V.A., Adigamov N.R., Akhmetzyanov R.R., Shaykhutdinov R.R., Bayniyazova A.T. // Journal of Physics: Conference Series. electronic edition. - 2019. - С. 012100.

8. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов,

Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

9. Салахов И.М., Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [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. 142-146.

10. Вафин Н.Ф., Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте сельскохозяйственной техники / Н.Ф. Вафин, И.М. Салахов, Т. С. Обухов [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. 229-232.

11. Способы влагонакопления и влагосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Мейзер, И.М. Салахов, Б.Г. Зиганшин, А.В. Матяшин // 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. 293-298.

12. 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. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF294.

13. Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage / I. Mukhametshin, A. Valiev, F. Muhamadyarov [et al.] // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1946-1952. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF553.

14. 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.

15. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

16. 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.

17. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.

18. 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.

19. Зиганшин, Б.Г. Влияние техники и технологии производства молока на качество заготавливаемой продукции / Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев, А.И. Фокин // 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. 160-164.

20. Prospects for using the bayes algorithm for assessing the technical condition of internal combustion engines / Khaliullin F.K., Matyashin A.V., Akhmetzyanov R.R., Medvedev V.M., Lushnov M.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. electronic collection. - 2019. - С. 012016.

УДК 631.151

Шайдуллин Алмаз Нилевич*Студент**schalm@yandex.ru***Адигамов Наиль Рашатович***Доктор технических наук, профессор**n-adigamov@rambler.ru***Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Максимов Алексей Валерьевич***Старший преподаватель**maks.adis@mail.ru**Казанский национальный исследовательский**технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань***ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ
ДВИГАТЕЛЕЙ КАМАЗ-740**

Аннотация. Двигатель внутреннего сгорания КАМАЗ - 740, является надежным, простым в обслуживании, и обладающим достаточной мощностью для различных поставленных задач и целей независимо от погодных условий.

Ключевые слова: Надежность, технология ремонта, обслуживание, распространенность, универсальность, мощность.

Almaz N. Shaidullin*Undergraduate student**schalm@yandex.ru***Nail R. Adigamov***Doctor of Technical Sciences, Professor**n-adigamov@rambler.ru***Ildus Kh. Gimaltdinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**tskazgau@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Alexey V. Maximov***Senior lecturer**maks.adis@mail.ru**Kazan National Research Technical University**named after A.N.Tupolev-KAI, Kazan, Russia***STUDY OF THE RELIABILITY AND MAINTAINABILITY**

OF THE KAMAZ-740 ENGINE

Abstract. The internal combustion engine KAMAZ-740 is reliable, easy to maintain, with sufficient power for various tasks and purposes, regardless of weather conditions.

Keywords: Reliability, repair technology, maintenance, prevalence, versatility, power.

Надежность – свойство, сохранять в установленных пределах работоспособность, а именно бесперебойно выполнять все требования в различных условиях. Основными характеристиками, на которые принято ссылаться в мире при оценке надежности двигателя это – безотказность, ремонтпригодность, долговечность [1], [9], [10].

Существуют множество различных друг от друга методов оценки надежности. Для каждого, даже самой мельчайшего элемента конструктивно определен свой критерий надежности и свой запас прочности.

Однако оценить общую надежность двигателя исходя из всех технологических критериев очень трудно, но нельзя сказать об этом что это невозможно.

Оценить надежность можно собирая различные сведения о нем, то есть используя статический метод. В нее входят сведения о, длительных и кратковременных различных эксплуатационных испытаний под различными режимами работы двигателя, лабораторные и стендовые испытания [2], [3], [4]. И только после глубокого анализа статистических данных можно сделать некоторые выводы о надежности как тех или иных элементов, так и всего двигателя в целом [5], [6], [7].

Разработка автомобилей марки КАМАЗ началась в СССР, в 1969 году и был запущен в серийное производство в 1975 году.

Инженеры разработали для этого автомобиля дизельный 4 тактный, 8 цилиндровый V образный двигатель объемом 10850 см³ и мощностью в 210 л.с. Данный образец двигателя на начальном этапе испытаний не оправдывал всех ожиданий конструкторов и инженеров в связи со своей не достаточной мощностью. В последствии было принято решение об увеличении мощности с 210 л.с. до 360 л.с. Технические характеристики представлены в таблице 1.

Двигатель внутреннего сгорания КАМАЗ-740 получил широкое распространение как в России, так и за рубежом. Из-за хороших характеристик, силовой агрегат способен давать грузовому автомобилю хорошую мощность для перевозки грузов, и установки на базу грузовика различного технологического оборудования.

Таблица 1 - Технические характеристики

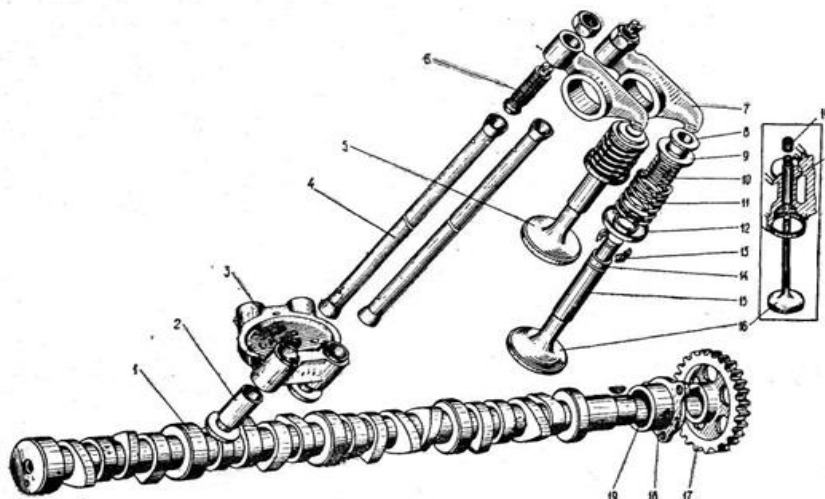
Тип	Дизельный с турбонаддувом
Число цилиндров	8
Мощность, л.с.	От 210 до 440 для современных моделей
Крутящий момент, Н.	От 667 до 2060 для современных моделей
Рабочий объем, см ³ .	10 850/11 760
Диаметр поршня, мм.	120
Ход поршня, мм.	120/130
Степень сжатия	16/17
Материал блока цилиндров	Чугун
Масса, кг.	830

Система питания двигателя выполнена разделенного типа. Топливная система состоит из топливного насоса высокого давления с возможностью автоматической регулировки частоты вращения, форсунок в количестве 8-ми штук, фильтров грубой и тонкой очистки, подкачивающего насоса, различных патрубков.

Топливный насос высокого давления данного двигателя, является одной из сложных систем, который так же необходимо вовремя обслуживать и регулировать. Оценить же теоретически надежность данного ТНВД, является действительно трудной задачей, и метода оценки надежности отсутствует из-за сложных процессов, которые протекают во всей системе питания топливной системе [8], [11].

Газораспределительный механизм данного двигателя выполнен из распределительного вала с шестерней, толкателей с направляющими, штанг, коромысел с регулировочными винтами и контргайками, впускных и выпускных клапанов с пружинами и деталями их крепления, привода распределительного вала. Простота конструкции данного газораспределительного механизма, позволяет производить его ремонт и обслуживание в полевых условиях. Из-за этого этот силовой агрегат является передовым в повседневных задачах и в вооруженных силах Российской Федерации.

Общий вид газораспределительного механизма приведен на рисунке 1.



1 - вал распределительный; 2 - толкатель; 3 - направляющая толкателя;
 4 - штанга толкателя; 5 - клапан выпускной; 6 - винт регулировочный;
 7 - коромысло; 8 - втулка; 9 - тарелка пружины; 10 и 11 - внутренняя и
 наружная пружины; 12 - шайба; 13 - сухарь; 14 - уплотнительная манжета впускного
 клапана; 15 - направляющая втулка клапана; 16 - клапан впускной; 17-шестерня
 распределительного вала; 18-корпус подшипника; 19-втулка подшипника.

Рисунок 1 - Механизм газораспределения двигателя Камаз-740

Но у каждого элемента любого механизма есть свой запас прочности и упругости. В газораспределительном механизме одним из этих элементов являются внутренняя и наружная пружина клапана.

Для восстановления упругости пружины, эффективно использовать специальное устройство по динамической накатке пружин. Метод динамической накатки, является одним из перспективных методов, которая удовлетворяет все требованиям технологического процесса ремонта пружин.

Динамическая накатка представляет собой механическую обработку, которая относится к методам пластического деформирования, при котором восстанавливаются упругие свойства за счет повышения сжимающих напряжений, которые на прямую влияют на восстанавливаемость упругости пружины, посредством давления ролика на пружину.

Техническое обслуживание данного силового агрегата является простым, не требующих вмешательства высококвалифицированных специалистов. Если каждый владелец данного автомобиля будет добросовестно проводить ежедневное техническое обслуживание, техническое обслуживание 1 и техническое обслуживание 2, вовремя проведет сезонное обслуживание, с автомобилем и с двигателем, в частности, каких-либо проблем в эксплуатации в дальнейшем не должно возникать.

Регламентное обслуживание двигателя рекомендуется проводить каждые 15000 километров, с заменой технических жидкостей и

фильтров. При грамотном обслуживании двигатель способен проехать до следующего капитального ремонта свыше 800000 километров.

Но у каждого двигателя могут происходить различные неисправности в ходе эксплуатации. Основные элементы, которые могут выходить из строя на данном двигателе это – водяной насос и топливный насос высокого давления.

Несвоевременное обслуживание этих сложных технологических конструкций могут повлечь за собой серьезные последствия от их полной замены на запасную часть, до капитального ремонта.

В связи с широким распространением, у владельцев автомобиля марки КамАЗ, каких-либо проблем с поиском запасных частей и комплектующих не возникает. Но стоит учесть, что некоторые комплектующие имеют высокую стоимость.

Литература

1. 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.

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. 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. - Сер.: Машиностроение. - 2014. - Т. 14. - № 1. - С. 63–71.

4. Гриценко, А.В. Диагностирование электрических бензонасосов автомобилей / А.В. Гриценко, К.А. Цыганов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2013. - № 4. - С. 22–23.

5. 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.

6. 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.

7. Патент на полезную модель № 57904 U1. Устройство для вибродиагностирования коробок переменных передач тракторов и автомобилей при обкатке: № 2006110748/22: заявл. 03.04.2006: опубл. 27.10.2006 / Н. Р. Адигамов, Р. В. Гарипов, И. Х. Гималтдинов; заявитель, патентообладатель Федеральное государственное

образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

8. Плаксин, А.М. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев // Вестник ЧГАА. - 2014. - Т. 70. - С. 130–135.

9. 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.

10. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

11. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil / A. Gritsenko, E. Zadorozhnaya, V. Shepelev, I. Gimaltdinov // Tribology in Industry. – 2019. – Vol. 41. – No 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11.

12. Дымолазов, Д.М. Современные технологии диагностирования автомобилей / Д.М. Дымолазов. Науч. рук. И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2021. – С. 274-277.

13. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича (Казань, 02 ноября 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2020 - С. 290-295.

14. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2020. – С. 142-146.

УДК 631.151

Шайдуллин Алмаз Нилевич*Студент**schalm@yandex.ru***Адигамов Наиль Рашатович***Доктор технических наук, профессор**n-adigamov@rambler.ru***Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Зимина Лариса Александровна***Старший преподаватель**larek.adis@mail.ru**Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань***ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ 740**

Аннотация. На сегодняшний день Камский Автомобильный Завод, разрабатывает и устанавливает различные модификации дизельного двигателя внутреннего сгорания КАМАЗ-740. Этот двигатель устанавливается как на грузовые автомобили, так и на автобусы.

Ключевые слова: Надежность, ремонт, мощность, неприхотливость, универсальность, экономичность.

Almaz N. Shaidullin*Undergraduate student**schalm@yandex.ru***Nail R. Adigamov***Doctor of Technical Sciences, Professor**n-adigamov@rambler.ru***Ildus Kh. Gimaltdinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**tskazgau@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Larisa A. Zimina***Senior lecturer**larek.adis@mail.ru**Kazan National Research Technical University
named after A.N.Tupolev-KAI, Kazan, Russia*

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE KAMAZ 740 ENGINE

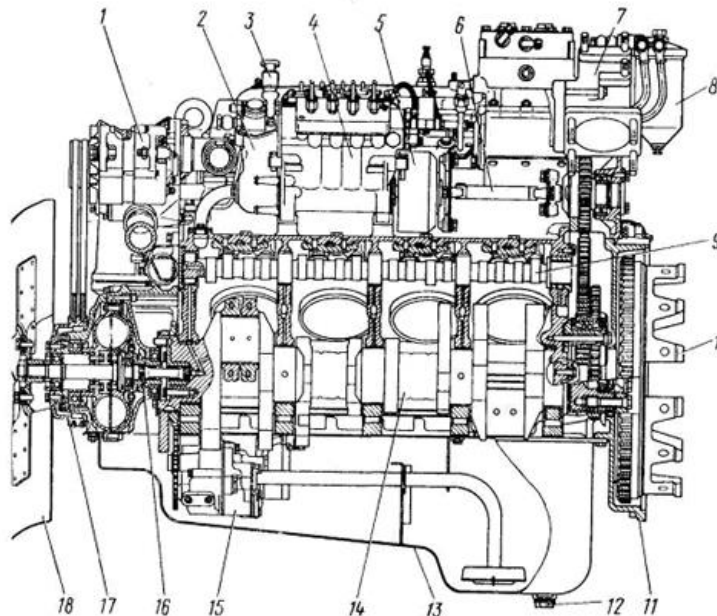
Abstract. Today the Kamsky Automobile Plant develops and installs various modifications of the KAMAZ-740 diesel internal combustion engine. This engine is installed on both trucks and buses.

Keywords: Reliability, repair, power, unpretentiousness, versatility, profitability

Разработка автомобилей марки КАМАЗ началась в СССР, в 1969 году и был запущен в серийное производство в 1975 году.

Инженеры разработали для этого автомобиля дизельный 4 тактный, 8 цилиндровый V образный двигатель объемом 10850 см³ и мощностью в 210 л.с.

Продольный разрез двигателя показан на рисунке 1.

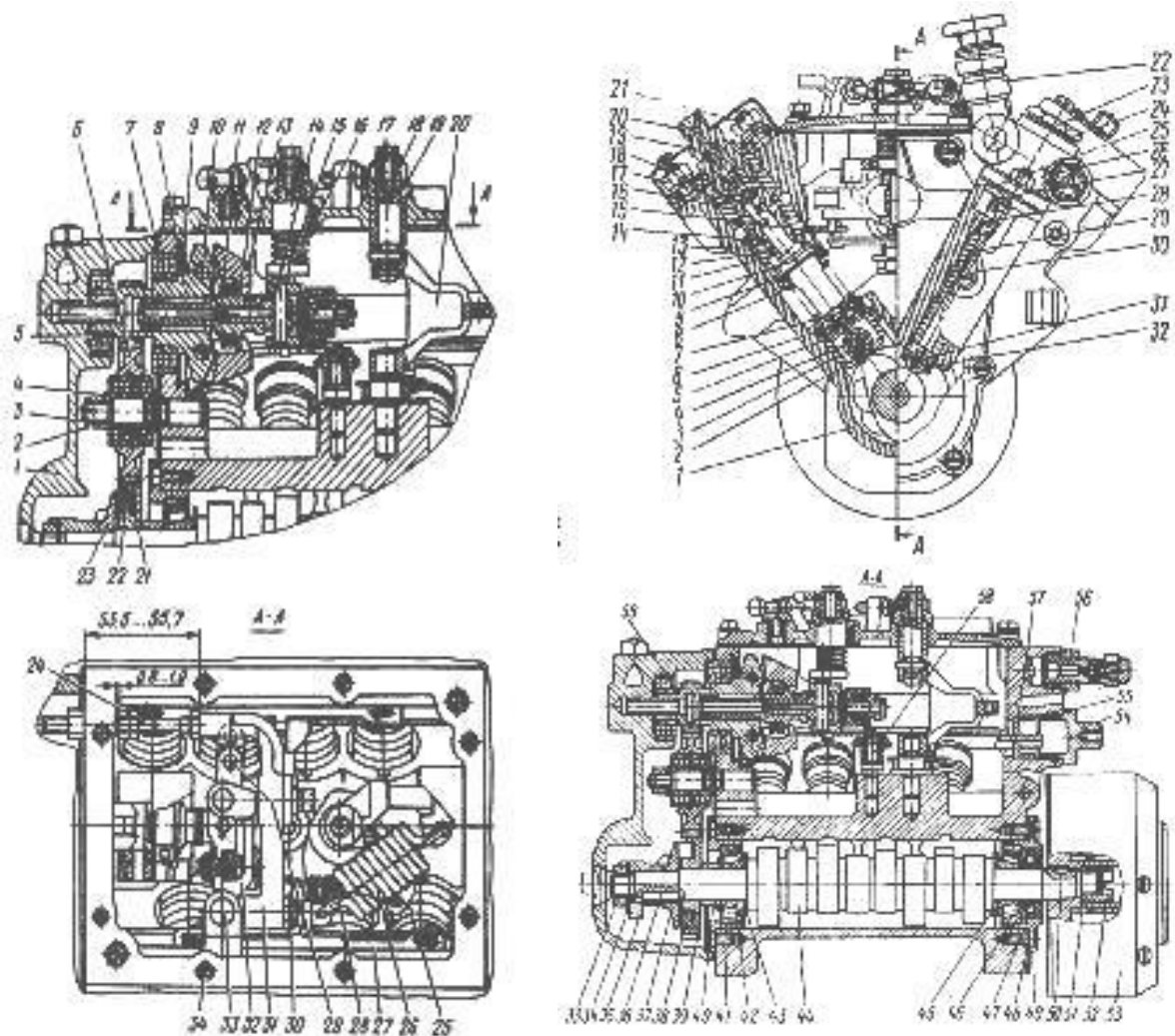


1 - генератор; 2 - насос топливный низкого давления; 3 - насос топливоподкачивающий ручной; 4 - насос топливный высокого давления; 5 - муфта автоматическая опережения впрыскивания топлива; 6 - полумуфта ведущая привода топливного насоса высокого давления; 7 - патрубок соединительный впускных воздухопроводов; 8 - фильтр тонкой очистки топлива; 9 - вал кулачковый; 10 - маховик; 11 - картер маховика; 12 - пробка сливная; 13 - картер двигателя; 14 - вал коленчатый; 15 - насос масляный; 16 - валик привода ведущей части гидромуфты; 17 - шкив привода генератора; 18 - крыльчатка вентилятора.

Рисунок 1 - Общий вид двигателя в продольном разрезе

Данный образец двигателя на начальном этапе испытаний не оправдывал всех ожиданий конструкторов и инженеров в связи со своей не достаточной мощностью. В последствии было принято решение об увеличении мощности в различных модификациях с 210 л.с. до 360 л.с. Так же было принято решение устанавливать пневматический усилитель

сцепления с 5-ти ступенчатой механической коробкой переключения передач



- 1 - корпус; 2, 32 - ролики толкателей; 3, 31 - оси роликов; 4 - втулка ролика; 5 - пята толкателя; 6 - сухарь; 7 - тарелка пружины толкателя; 8 - пружина толкателя; 9, 34, 43, 45, 51 - шайбы; 10 - втулка поворотная; 11 - плунжер; 12, 13, 46, 55 - кольца уплотнительные; 14 - штифт установочный; 15 - рейка; 16 - втулка плунжера; 17 - корпус секции; 18 - прокладка нагнетательного клапана; 19 - клапан нагнетательный; 20 - штуцер; 21 - фланец корпуса секции; 22 - насос ручной топливоподкачивающий; 23 - пробка пружины; 24, 48 - прокладки; 25 - корпус насоса низкого давления; 26 - насос топливоподкачивающий низкого давления; 27 - втулка штока; 28 - пружина толкателя; 29 - толкатель; 30 - винт стопорный; 33, 52 - гайки; 35 - эксцентрик привода насоса низкого давления; 36, 50 - шпонки; 37 - фланец ведущей шестерни регулятора; 38 - сухарь ведущей шестерни регулятора; 39 - шестерня ведущая регулятора; 40 - втулка упорная; 41, 49 - крышки подшипника; 42 - подшипник; 44 - вал кулачковый; 47 - манжета с пружиной в сборе; 53 - муфта опережения впрыскивания топлива; 54 - пробка рейки; 56 - клапан перепускной; 57 - втулка рейки; 58 - ось рычага реек; 59 - прокладки регулировочные

Рисунок 2 - Общий ТНВД КАМАЗ 740 в разрезе

Если же сравнивать двигатель КАМАЗ-740 с другими аналогами, а именно с двигателем ЯМЗ-238, имеются конструктивные особенности в

виде уникальной головки блока цилиндров, что позволило уменьшить массу и габариты.

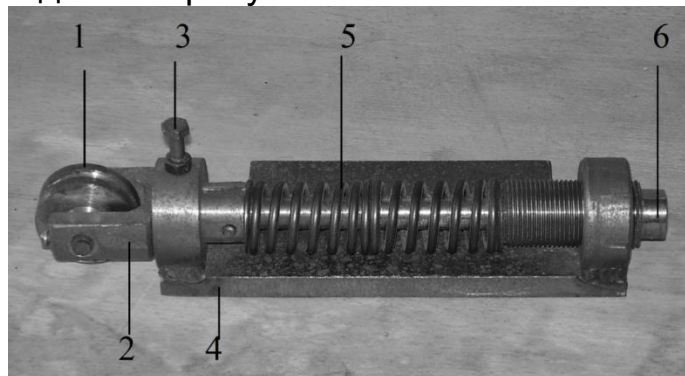
Сравнительно небольших габаритов, инженеры добились правильным расположением цилиндров, при угле развала в 90° .

В системе питания двигателя установлен топливный насос высокого давления. Данный ТНВД, является одной сложной систем двигателя, который в основном играет определяющую роль во всех циклах работы двигателя. Общий вид ТНВД показан в разрезе на рисунке 2.

Грамотно спроектированный механизм газораспределения позволяет работать двигателю стабильно и без посторонних вибраций [1], [2], [3]. Ведь от работы всех циклов газораспределительного механизма зависит все циклы работы силового агрегата включая запуск.

Исправность и полная работоспособность зависят напрямую от упругости пружин клапанов. При потере нужной упругости пружин, весь механизм газораспределительного механизма будет работать не в заданном диапазоне. Упругость пружин может потеряться из-за неправильной регулировки клапанов и высоких нагрузок на пружины. Восстановить же упругость пружины легко восстановить, используя метод динамической накатки с помощью специального устройства [4], [5], [6].

Исследования показали, что после накатки физико-механические свойства пружин, сохранены заданные инженерами параметры. Общий вид устройства приведена на рисунке 3.



1 – накаточный ролик, 2 – вилка, 3 – стопорный болт, 4 – корпус накатки, 5 – пружина, 6 – винт регулировки усилия пружины.

Рисунок 3 - Общий вид накатки для восстановления физико-механических свойств пружины.

Принцип работы устройства заключается в следующем: оправка в виде вала, закрепляется в патроне станка, надевается на нее пружина, упругость которой требуется восстановить, закрепляется на оправке, сжимается тарированная пружина устройства до длины необходимой накатки, подводится суппорт к пружине, прижимается ролик к витку до тех пор, пока тарированная пружина не сожмется на 1-2 мм [7], [8], [9]. Далее на ролик подается электрический ток, который нагревает сечение витка.

Основная суть устройства является в восстановлении упругости за счет увеличения сжимающих напряжений на поверхности.

Основное влияние на количество поверхностных напряжений, которые в свою очередь напрямую влияют на упругость, оказывает сила давления ролика на поверхность пружины. Но для каждой пружины необходимо использовать различные количества проходов и скорости вращения шпинделя станка под определенным усилием. В ходе проведенных исследований экспериментальным путем, было установлено, что наиболее-ощутимое повышение упругости, наблюдается при двукратном проходе [10], [11].

Двигатель получил широкое распространение из-за своей универсальности, неприхотливости и устойчивости к различным погодным условиям и температурам. Возможность установки предпускового подогревателя, позволяет использовать эти двигатели в условиях Крайнего Севера в гражданских и военных целях.

Соосно с блоком цилиндров установлена гидромурфта привода вентилятора в связи с чем реализован закрытый тип системы охлаждения, что позволяет облегчить техническое обслуживание. Ведь грамотно сконструированная система охлаждения, обеспечивают стабильную работу двигателя при высоких нагрузках.

Основная неисправность двигателя связана с трудным запуском двигателя из-за попадания воздуха в систему питания, в связи с чем необходимо проверить герметичность системы.

Недостатком же силового агрегата неровная работа на холостых оборотах, это связано с загрязнением форсунок из-за некачественного топлива. Для очистки форсунок, необходимо их промыть на специальном стенде.

Литература

1. 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.

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. 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. - Сер.: Машиностроение. - 2014. - Т. 14. - № 1. - С. 63–71.

4. Гриценко, А.В. Диагностирование электрических бензонасосов автомобилей / А.В. Гриценко, К.А. Цыганов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2013. - № 4. - С. 22–23.

5. 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.

6. 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.

7. Патент на полезную модель № 57904 U1. Устройство для вибродиагностирования коробок переменных передач тракторов и автомобилей при обкатке: № 2006110748/22: заявл. 03.04.2006: опубл. 27.10.2006 / Н. Р. Адигамов, Р. В. Гарипов, И. Х. Гималтдинов; заявитель, патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанская государственная сельскохозяйственная академия.

8. Плаксин, А.М. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев // Вестник ЧГАА. - 2014. - Т. 70. - С. 130–135.

9. 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.

10. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

11. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil / A. Gritsenko, E. Zadorozhnaya, V. Shepelev, I. Gimaltdinov // Tribology in Industry. – 2019. – Vol. 41. – No 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11.

12. Дымолазов, Д.М. Современные технологии диагностирования автомобилей / Д.М. Дымолазов. Науч. рук. И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 274-277.

13. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во ГАУ, 2020 - С. 290-295.

14. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

УДК 631.3

Ахунзянов Ринат Рамилевич
Студент

Rintik2021@mail.ru

Адигамов Наиль Рашатович

Доктор технических наук, профессор
n-adigamov@rambler.ru

Гималтдинов Ильдус Хафизович

Кандидат технических наук, доцент
tskazgau@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Максимов Алексей Валерьевич

Старший преподаватель
maks.adis@mail.ru

*Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань*

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Аннотация. Топливо-подающая аппаратура является одной из основных систем дизельного двигателя. Износ деталей топливной аппаратуры существенно влияет на эффективность работы двигателя. Износ – это изменение свойств или состояния поверхности объекта вследствие эксплуатации с участием силы трения. Детали топливной аппаратуры в процессе эксплуатации также изнашиваются. Износы могут быть по разным причинам и зависят от условий работы деталей топливной аппаратуры. Наибольшее влияние на работу дизельной топливной аппаратуры оказывает износ плунжерных пар. Вопрос износа плунжерных пар является одним из основных в улучшении производительности и технико-экономических показателей работы дизельных двигателей.

Ключевые слова: плунжерная пара, износ, топливо, топливная аппаратура.

Rinat R. Akhunzyanov

Undergraduate student

Rintik2021@mail.ru

Nail R. Adigamov

Doctor of Technical Sciences, Professor

n-adigamov@rambler.ru

Ildus Kh. Gimaltdinov

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
tskazgau@mail.ru*

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Alexey V. Maximov

Senior lecturer

maks.adis@mail.ru

*Kazan National Research Technical University
named after A.N.Tupolev-KAI, Kazan, Russia*

INFLUENCE OF WEAR OF PLUNGER PAIRS ON THE PERFORMANCE OF THE FUEL PUMP AND TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF A DIESEL ENGINE

Abstract. Fuel-feeding equipment is one of the main systems of a diesel engine. The wear of parts of the fuel equipment significantly affects the efficiency of the engine. Wear is a change in the properties or state of the surface of an object due to operation involving frictional forces. Parts of the fuel equipment also wear out during operation. Deterioration can be due to various reasons and depend on the operating conditions of the parts of the fuel equipment. The wear of the plunger pairs has the greatest effect on the operation of diesel fuel equipment. The issue of plunger pair wear is one of the main issues in improving the performance and technical and economic performance of diesel engines.

Keywords: plunger pair, wear, fuel, fuel equipment.

Для проверки влияния износа плунжерных пар на производительность и технико-экономические показатели дизеля было проведено много опытов на сегодняшний день [1], [3], [5]. Для проведения исследований были выбраны классические плунжерные пары, которые представлены на рисунке 1.

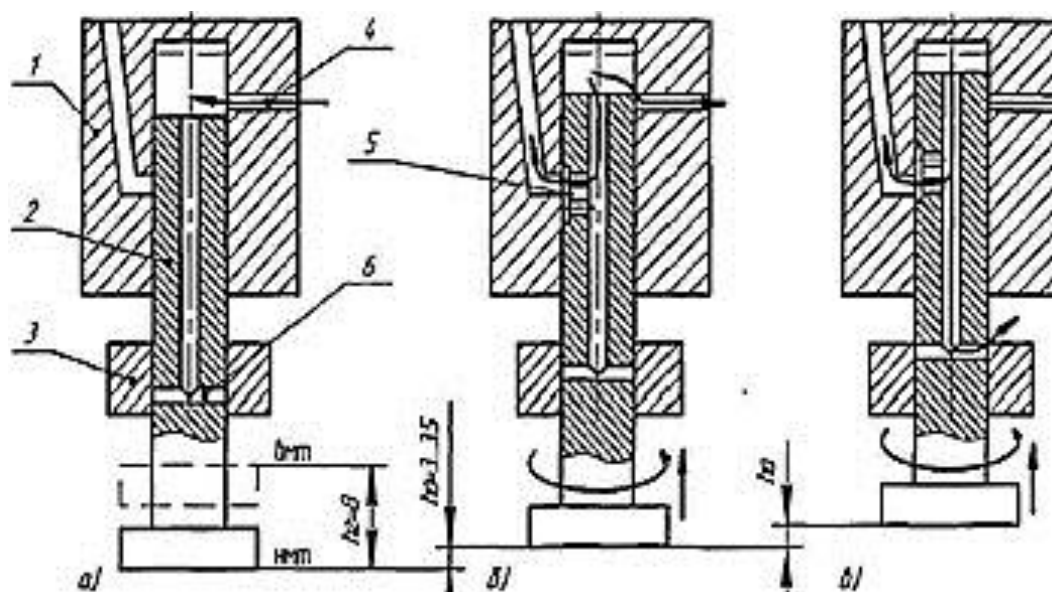
Научно доказано следующее воздействие износа плунжерной пары на подачу солярки:

1) Потери подачи солярки на плунжерных парах со следами износа могут достигать до 73% от подачи новых плунжерных пар.

2) У изношенных плунжерных пар проявляются признаки уменьшения перетекания солярки с увеличением частоты вращения.

3) У новых плунжерных пар на 33% больше производительность при номинальных оборотах, чем у плунжерных пар с явными характерными признаками износа.

4) Не обеспечивается запуск дизельного двигателя из-за потери производительности на пусковых оборотах из за признака изношенности плунжерных пар.



а) момент наполнения пространства над плунжером; б) момент нагнетания солярки; в) момент отсечки подачи. 1 - втулка; 2 - плунжер; 3 - отсечная втулка, дозатор; 4 - впускное отверстие гильзы; 5 - распределительное отверстие плунжера; 6 - отсечное отверстие плунжера.
Рисунок 1 - Плунжерная пара. Схема работы.

Можно отметить, что подача горючего у новых плунжерных пар значительно больше, чем подача топлива у изношенных плунжерных пар. Было доказано, что плунжерные пары с явными характерными признаками износа подают малое количество горючего [2], [4].

Разбирая влияние износа плунжерной пары на подачу горючего можно отметить, что на небольших оборотах плунжерные пары со следами износа не могут обеспечить подачу нужного количества горючего. Также можно отметить и самовыключение подачи при маленьком активном ходе со значениями износа плунжерных пар 20 мкм.

При признаке износа плунжерных пар сильно увеличивается не равномерность подачи горючего. На пусковых оборотах не равномерность подачи горючего заметна лучше всего. Если взять во внимание сравнение новых и изношенных плунжерных пар, то можно выявить, что не равномерность подачи топлива возрастает в 8 раз. Причиной данной не равномерности являются не одинаковые зазоры. Другими словами, при работе плунжерной пары происходят не равномерные перетекания горючего. Это и является причиной высокой не равномерности подачи горючего. Данная проблема очень актуальна на современных форсированных двигателях, так как на таких двигателях не равномерность подачи топлива сильно влияет на изменение экономических показателей. При не равномерности подачи горючего следует учитывать изменения экономических показателей двигателя.

Также необходимо обратить внимание на тепловую напряженность. Увеличение тепловой напряженности может представлять опасность для основных деталей двигателя: клапанов, гильзы цилиндров, головки цилиндров, поршня. Тепловая напряженность может возрасти из-за увеличения количества тепла, не превращаемого в работу. Одной из причин увеличения количества тепла, не превращаемого в работу, а вследствие и увеличения тепловой напряженности, является неравномерность подачи топлива.

С вышеперечисленными признаками детали дизельного двигателя работают с характерными признаками перегрузки. При увеличении подачи солярки могут проявляться изменение следующих показателей:

- 1) повышение температуры деталей;
- 2) повышение температуры выхлопных газов;
- 3) уменьшение коэффициента избытка воздуха;
- 4) деталей повышение среднего индикаторного давления.

При анализе плунжерных пар с характерными следами износа было замечено, что в данных экземплярах сильно снижается давление подаваемого горючего. Это можно было понять по измерениям, которые показали давление примерно 10-12 МПа, хотя новые плунжерные пары должны развивать давление подачи горючего не ниже 50 МПа при начальных оборотах. Если плунжерная пара не развивает давление горючего в 30 МПа и больше, она подлежит восстановлению или замене [6], [7].

В заключение, можно сказать, что износ плунжерных пар значительно снижает эффективность работы двигателя. При износе плунжерных пар проявляется увеличение потери подачи топлива, уменьшение производительности топливного насоса высокого давления, затруднение пуска двигателя, а также значительное снижение давления подаваемого топлива. Поэтому организации производственного процесса должны привлечь во внимание данную проблему и найти способы уменьшения износа, а также появления преждевременного износа.

Литература

1. Виброакустический контроль газораспределительного механизма ДВС / А. В. Гриценко, Н. Машрабов, С. А. Барышников [и др.] // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 203-215.
2. 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.

3. 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.

4. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // 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. 123-126.

5. Гриценко, А.В. Влияние различных факторов на устойчивость вращения ротора турбокомпрессора ДВС / А.В. Гриценко, Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев // Байтурсыновские чтения - 2018: материалы международной научно-практической конференции (Костанай, 18–19 апреля 2018 года). – Костанай: Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, 2018. – С. 165-170.

6. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 421-427.

7. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil / A. Gritsenko, E. Zadorozhnaya, V. Shepelev, I. Gimaltdinov // Tribology in Industry. – 2019. – Vol. 41. – No 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11.

8. Гайнутдинов, И.Г. Анализ методов и средств диагностирования системы питания дизельных двигателей / И.Г. Гайнутдинов, И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Труды 78-й студенческой (региональной) научной конференции. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020.

9. Дымолазов, Д.М. Современные технологии диагностирования автомобилей / Д.М. Дымолазов. Науч. рук. И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 274-277.

10. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во ГАУ, 2020 - С. 290-295.

11. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И.М. Салахов, Н.Ф. Вафин, Т.С. Обухов [и др.] // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 142-146.

УДК 631.3

Ахунзянов Ринат Рамилевич*Студент**Rintik2021@mail.ru***Адигамов Наиль Рашатович***Доктор технических наук, профессор**n-adigamov@rambler.ru***Гималтдинов Ильдус Хафизович***Кандидат технических наук, доцент**tskazgau@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Зими́на Лариса Александровна***Старший преподаватель**larek.adis@mail.ru**Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Казань*

ХАРАКТЕРНЫЙ ИЗНОС ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР

Аннотация. На сегодняшний день под понятием "износ" принято понимать постепенное снижение эксплуатационных свойств производственных механизмов, изделий и узлов в результате изменения их физико-химических особенностей, размеров и форм. Есть целый ряд факторов, которые определяют скорость износа. Плунжерная пара в топливном насосе высокого давления подвергается интенсивному износу. Износ плунжерных пар существенно влияет на эффективность работы двигателя в целом. В данной статье будут рассмотрены возможные причины появления преждевременного износа плунжерных пар.

Ключевые слова: плунжерная пара, износ, топливо, местный износ, солярка.

Rinat R. Akhunzyanov*Undergraduate student**Rintik2021@mail.ru***Nail R. Adigamov***Doctor of Technical Sciences, Professor**n-adigamov@rambler.ru***Ildus Kh. Gimaltdinov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**tskazgau@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Larisa A. Zimina***Senior lecturer*

THE NATURE OF PLUNGER WEAR

Abstract. Yes, today the term "wear" is usually understood as a gradual decrease in the operational properties of production mechanisms, products and assemblies as a result of changes in their physical and chemical characteristics, sizes and shapes. There are a number of factors that determine the rate of wear. Plunger pair in a fuel pump high pressure is subject to intense wear. The wear of the plunger pairs significantly affects the efficiency of the engine as a whole. This article will consider the possible causes of the occurrence of premature wear of the plunger pairs.

Keywords: plunger pair, wear, fuel, local wear, diesel fuel.

От надежного, эффективного функционирования топливной системы зависит ресурс дизельных двигателей [1], [2], [6], [8].

Плунжерной парой называют это устройство, состоящее из двух взаимосвязанных частей. Один из них, в честь которого дали название всему механизму, называется плунжер, а второй называется плунжерная втулка. Вся суть работы плунжерной пары основана на том, что плунжер совершает периодические возвратно-поступательные движения внутри втулки. В ходе этого, при помощи специальных отводов, расположенных внутри механизма, горючее под высоким давлением подается в пространство, расположенное над плунжером.

Как уже было отмечено выше, механизм плунжерной пары состоит из двух частей, которые, взаимодействуя друг с другом, образуют систему:

1) Плунжер. Имеет вид поршня цилиндрической формы. Основное назначение данной детали это возвратно-поступательное движение внутри втулки.

2) Втулка. Обычно данная деталь изготавливается из высокопрочного металла типа «ШХ 15» в виде металлического цилиндра. Внутри детали располагаются специальные отверстия, предназначенные для подачи и отвода солянки для топливного насоса высокого давления дизельного двигателя.

Изнашивание двух данных элементов значительно снижает эффективность работы плунжерной пары, в ходе этого давно стоит вопрос об изучении природы преждевременного изнашивания для продлевания ресурса данных изделий и продлевания их работоспособности [4], [5].

Рабочей жидкостью, проходящей через плунжерную пару является солянка. Роль смазочного материала в системе питания дизельного

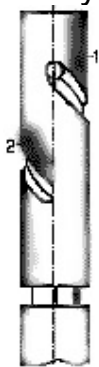
двигателя также выполняет солярка. На основе опытов было доказано, что при недостаточной вязкости солярки повышается износ плунжерных пар топливного насоса высокого давления и форсунок, а также было замечено, что увеличивается утечка солярки между гильзой насоса и плунжером. Было отмечено, что солярка с признаками повышенной вязкости имеет ряд недостатков:

- 1) Плохое прокачивание по системе питания;
- 2) Недостаточно тонкий распыл солярки;
- 3) Неполное сгорание.

Международные эксперименты доказали, что гидроабразивное изнашивание является главным видом изнашивания плунжерных пар топливного насоса высокого давления. В солярке зачастую можно найти механические твердые частицы. Современные фильтры тонкой очистки топлива не в могут отделять частицы менее 0,002 миллиметра. Существует метод отстойной фильтрации для повышения качества топлива путем отстоя и фильтрования таким способом мелких твердых частиц. Но данный метод не всегда может применяться в условиях обычной эксплуатации, а частицы менее 0,001 мм удерживаются во взвешенном состоянии в солярке даже после длительного отстоя. Основные процессы в топливном насосе высокого давления происходят с большими перепадами давления. Солярка, перетекая из мест с низким давлением, забирает за собой твердые механические частицы, которые разрушают поверхность металла. Плунжерные пары в ходе такого вида изнашивания в ходе эксплуатации получают местный износ.

Такое название получили места, в которых плунжер чаще всего изнашивается. На рисунке 1 можно увидеть данные области, которые получили название местных износов.

Сильному износу подвержен участок расположенный против впускного окна верхней части головки плунжера.



1 - участок расположенный против впускного окна верхней части головки плунжера, 2-зона винтовой кромки

Рисунок 1 - Местные зоны изнашивания плунжерной пары

Износ охватывает поверхность в виде желобообразной канавки, которая размещается вдоль плунжера от верхнего торца и несколько ниже середины головки.

Плунжер и гильза для работы плунжерной пары необходимо максимально точно подгонять друг к другу, так как даже при минимальных погрешностях может быть нарушена работа плунжерной пары и при неточной установке данных элементов будет преждевременный износ плунжера и гильзы.

Также для предотвращения характерного износа плунжерных пар можно улучшить материал, из которого состоит плунжерная пара. Одним из наиболее эффективных способов обработки является электроискровое упрочнение материала с помощью микроплазменных разрядов [3], [7], [9]. В основополагающей данного способа лежит принцип упрочнения металлических изделий за счёт преобразования энергии контрагированных микроплазменных разрядов, возбуждаемых на поверхности металла, в тепло, в связи с чем наблюдается существенное развитие микрорельефа поверхности металлов, происходит уменьшение концентрации дефектов в нём, и формируется слой оплавленной поверхности материала [10]. Электроискровая технология упрочнения позволяет увеличить срок службы плунжерной пары, минимум, в 2 раза и сократить затраты на обслуживание и ремонт на 50 % [3].

В заключение, можно сказать, что износ плунжерных пар в основном зависит от топлива, подаваемого в плунжерную пару, а также от точности установки и подгонки плунжера и гильзы между собой. Основной зоной износа плунжерных пар является износ гильзы и плунжера в зоне наполнительных отверстий и зона винтовой кромки. Изучив характер износа плунжерных пар, можно рекомендовать эффективные технологии их восстановления, такие, как электроискровое упрочнение с помощью микроплазменных разрядов.

Литература

1. 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, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 130-136.
2. Виброакустический контроль газораспределительного механизма ДВС / А. В. Гриценко, Н. Машрабов, С. А. Барышников [и др.] // АПК России. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 203-215.
3. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С. Н. Шарифуллин, И. А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 421-427.

4. 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.

5. 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.

6. Гриценко, А.В. Влияние различных факторов на устойчивость вращения ротора турбокомпрессора ДВС / А.В. Гриценко, Т.И. Исинтаев, Б.К. Калиев // Байтурсыновские чтения - 2018 : материалы международной научно-практической конференции (Костанай, 18–19 апреля 2018 года). – Костанай: Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, 2018. – С. 165-170.

7. Гисматов, А.Р. Особенности восстановления поверхностей электроискровым легированием / А.Р. Гисматов, Д.Ф. Камалов, М.Н. Калимуллин // 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. 123-126.

8. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А.М. Плаксин [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 8 (95). - С. 176–180.

9. 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.

10. Разработка состава и технологии изготовления подшипников скольжения на основе серографитовых композиционных материалов / Р.Р. Ахметзянов, М.Х. Фасхутдинов, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 3. – С. 78-81.

11. Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / S. N. Sharifullin, I. A. Fayzrakhmanov, R. M. Lyadov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : electronic edition, Kazan,

05–08 ноября 2018 года. – Kazan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012100. – DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012100.

12. Гайнутдинов, И.Г. Анализ методов и средств диагностирования системы питания дизельных двигателей / И.Г. Гайнутдинов, И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Труды 78-й студенческой (региональной) научной конференции. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020.

13. Дымолазов, Д.М. Современные технологии диагностирования автомобилей / Д.М. Дымолазов. Науч. рук. И.М. Салахов // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции (Казань, 09–10 февраля 2021 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 274-277.

14. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Т.Н. Вагизов // 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). – Казань: Изд-во ГАУ, 2020 - С. 290-295.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ

УДК 636.08

Прохорова Любовь Николаевна
Кандидат сельскохозяйственных наук
Фаттахова Ольга Викторовна
Магистр

Леухин Адам Эрнстович
Магистр
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
lubashka-1502@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Аннотация. В работе проанализированы современные компьютерные программы, которые в настоящее время широко применяются для составления сбалансированных рационов питания в животноводстве. Использование инновационных специализированных информационных технологий позволяет увеличить продуктивность крупного рогатого скота и свиней, повысить качество производимой продукции, а главное снизить себестоимость производства собственных кормов на 5-10 %.

Ключевые слова: компьютерная программа, животноводство, комбикорма, кормление, рацион, информационные технологии, техническое решение.

Lyubov N. Prokhorova
Candidate of Agricultural sciences
Olga V. Fattakhova
magistr

Adam E. Leukhin
magistr
Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia
lubashka-1502@mail.ru

MODERN COMPUTER PROGRAMS IN LIVESTOCK

Abstract. The paper analyzes modern computer programs that are currently widely used to compose balanced diets in animal husbandry. The use of innovative specialized information technologies allows to increase the productivity of cattle and pigs, improve the quality of products, and most importantly reduce the cost of producing our own feed by 5-10%.

Keywords: computer program, animal husbandry, compound feed, feeding, diet, information technology, technical solution.

Широкий спектр доступных для сельхозпроизводителей технических средств по первичной переработке зерна придал новый импульс развитию комбикормовой отрасли в нашей стране [1-5]. Комбикорма представляют собой гомогенную смесь зерновых компонентов и микродобавок. Несмотря на значительное снижение поголовья крупного и мелкого рогатого скота, свиней и сельскохозяйственной птицы переход на сухой тип кормления делает данный продукт весьма востребованным не только в крупных агрохолдингах, но и в небольших крестьянско-фермерских хозяйствах и личном подворье [6-8].

Производство высококачественной животноводческой продукции невозможно без применения научно-обоснованных норм кормления, а именно, сбалансированного по питательным элементам рациона. В настоящее время для разработки рецептур комбикормов, которые способны удовлетворять важнейшие физиологические потребности сельскохозяйственных животных и птицы в элементах питания, широко применяются российские и европейские информационные технологии, которые непрерывно совершенствуются.

Цель работы – изучить современные компьютерные программы, применяемые в животноводстве.

Методика исследования базировалась на сборе и анализе доступной научно-технической литературы и обобщении полученных фактов.

Российская компьютерная программа «КОРАЛЛ – Кормление», разработанная московскими учеными, позволяет подбирать оптимальные рационы для крупного и мелкого рогатого скота, свиней и птицы. Расчет производится на основе индивидуальной характеристики животного, его половозрастной группы, способа содержания и прочих критериев. А стоимостные показатели самого животного и производимой им продукции предназначены для улучшения экономических показателей.

Ленинградский региональный центр «ПлиноР» разрабатывает и внедряет в производство информационные технологии для ведения фермерского хозяйства, а также для хранения и обработки данных по племенным животным области. Предлагаемые данным центром информационные технологии по созданию и оптимизации рационов предназначены для обслуживания молочного и мясного скотоводства, овцеводства и оленеводства всех регионов Российской Федерации.

Современная централизованная программа «Рационы» помогает специалистам в хозяйствах решать различные проблемные вопросы кормления сельскохозяйственных животных. При расчете кормовых

рационов применяются два варианта: первый – расчет фактического рациона кормления, второй – расчет оптимального рациона кормления. Для обоих вариантов проводится тщательный анализ кормовых компонентов и выдаются рекомендации по жизненно необходимым организму животного добавкам.

Программа «Рационы» корректируется с учетом последних достижений мировой науки и практики в области кормления. Для непрерывного обеспечения качественным составом кормов специалистами центра создана база данных с использованием показателей агрохимических лабораторий, при этом каждый год она актуализируется.

Современная технологическая платформа «Рационы» включает компьютерную программу по созданию рационов кормления, справочник кормов и норм кормления, которые усовершенствованы учеными Всероссийского института животноводства и Тимирязевской академии. Для кормления высокопродуктивных коров молочного и мясного направления, сухостойных коров, быков-производителей нетелей, ремонтных бычков и телок, молодняка крупного рогатого скота или заготовки собственных кормов высокого качества программный продукт дополнен нормами кормления, которые разработали ленинградские учеными.

Российской компанией «Корморесурс» разработана программа под названием «Корм Оптима Эксперт». Она включает три программных модуля: «Комбикорм», «Рацион» и «Премикс». Модули могут быть как взаимосвязаны между собой, так и функционировать независимо друг от друга. Модуль «Комбикорм» позволяет оптимизировать состав комбикормов и белково-витаминно-минеральных концентратов в зависимости от вида и половозрастной группы животного. Себестоимость такого комбикорма будет минимальной. Модуль «Рацион» позволяет рассчитать оптимальный суточный рацион для получения заданной продуктивности крупного рогатого скота. Модуль «Премикс» помогает провести расчет необходимых добавок для включения их в комбикорма при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Использование специализированных компьютерных программ «Комбикорм», «Рацион» и «Премикс» способствует уменьшению стоимости кормов в среднем на 5-10 %.

На европейском рынке программ для разработки рационов ведущие позиции принадлежат бельгийской компании «Info Support International Group» и нидерландской «Provimi®». Первая разработала программу «BESTMIX® for Feed & Ration», которая рассчитывает рецепт и целую линейку комбикормов для нескольких комбикормовых заводов одновременно для разных жизненных циклов сельскохозяйственных животных. А вторая создала программу PorkMax™, которая включает технологию экономического моделирования и расчет быстрокупаемых

рационов кормления свиней. Данная программа проводит анализ на основе большого количества внешних и внутренних факторов и корректирует производственную деятельность предприятия для получения прибыли варьируя питательностью и качеством добавляемых ингредиентов. С помощью этих программ можно вовремя корректировать кормление с сохранением максимальной прибыли [9].

В целом современные компьютерные программы при производстве комбикормов должны способствовать динамичному развитию отечественного животноводства.

Литература

1. Использование современных технологий в молочном животноводстве / Ф.Ф. Ситдиков, Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Шайдуллин, А.Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 1 (57). - С. 81-87.

2. Артизанов, А.В. Обеспеченность аграрного производства сельскохозяйственными машинами и агрегатами / А.В. Артизанов, О.В. Фаттахова, А.И. Волков // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. - 2020. - № 22. - С. 541-544.

3. Машины для заготовки кормов: регулировка, настройка и эксплуатация: учебное пособие / Б.Г. Зиганшин, А.В. Дмитриев, А.Р. Валиев, С.М. Яхин; под редакцией Б.Г. Зиганшина. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2171-8.

4. Волков, А.И. Эксплуатационно-экономическая оценка новых российских смесителей-кормораздатчиков // А.И. Волков, М.С. Николаев, А.С. Степанов // Современные достижения аграрной науки. - Казань, 2021. - С. 27-33.

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. - Казань, 2019. - С. 86-90.

6. Кононов, М.Д. Кормосмеситель полужидких кормосмесей с оригинальным рабочим органом пропеллерного типа / М.Д. Кононов, М.А. Лушнов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). — Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 95-97.

7. Пути реализации потенциала результатов исследований по модернизации отечественной техники и технологии производства продукции растениеводства / Н.К. Мазитов, Я.П. Лобачевский, Р.Л. Сахапов [и др.] // Аграрная тема. - 2014. - № 2 (55). - С. 44-49.

8. Некоторые аспекты развития молочного скотоводства в современных условиях / Ш.М. Газетдинов, О.С. Семичева, Ф.Ф. Гатина, М.Х. Газетдинов // Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию института механизации и технического сервиса и 90-летию казанской зоотехнической школы. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 533-538.

9. Технологии, машины и оборудование для производства комбикормов: справ. / Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко, В.И. Сыроватка, Л.А. Неменуцкая - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. - 168 с.

УДК 631.147

Савдур Светлана Николаевна*Кандидат технических наук, доцент**savdur.svetlana@yandex.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Степанова Галина Станиславовна***Кандидат химических наук, доцент**Казанский инновационный университет**им. В.Г. Темiryасова, Казань*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АНАЭРОБНОГО СБРАЖИВАНИЯ НАВОЗА НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Аннотация. Обоснована целесообразность использования аппарата теории сетей Петри для моделирования процесса анаэробного сбраживания навоза. Разработана модель на основе сети Петри.

Ключевые слова: сеть Петри, биогаз, анаэробное сбраживание.

Svetlana N. Savdur*Candidate of technical sciences, associate professor**savdur.svetlana@yandex.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Galina S. Stepanova***Candidate of Chemical Sciences, associate Professor**Kazan Innovative University**named after V.G. Temiryasov, Kazan, Russia*

MODELING OF THE PROCESS OF ANAEROBIC DIGESTION OF MANURE BASED ON PETRI NETS

Abstract. The expediency of using the apparatus of the theory of Petri nets for modeling the process of anaerobic digestion of manure is substantiated. A model based on a Petri net has been developed.

Key words: Petri net, biogas, anaerobic digestion

Процесс эволюции российского АПК, особенно в части реформирования сельскохозяйственного направления, представляет собой неоднозначное, но тем не менее интересное явление. Логичное развитие мощных предприятий, занятых в сфере выращивания растительной и мясо-молочной продукции, позволило ощутить качественный скачок, при этом сократив возможности для производства

воспроизведения ресурсов и сокращения издержек [1].

Постоянная положительная дифференциация тарификации на невозобновляемые источники энергии, кризисы энергетических отраслей и общемировой дефицит ресурсов, принуждают аграриев рассматривать различные нетрадиционные методы получения углеводородных источников топлива как преобладающие, причем методы эти простираются от использования солнечной энергии до пиролизных установок.

Особенный приоритет получил так называемый биогаз, который не только позволяет обеспечить полноценную работу энергетических установок, но и значительно сокращает издержки предприятий по утилизации биоорганических отходов животноводства. Учитывая, что побочный продукт производства биогаза является ценнейшим органическим удобрением, данные методики выводят сельскохозяйственные предприятия на качественно новый уровень в лучших традициях «бережливого производства», превращая фермы мясо-молочной отрасли в практически автономные и безотходные производства. Получаемые удобрения повышают урожайность почти на треть, при этом абсолютно безвредны для окружающей среды, что дает дополнительный приток денежных средств в виде всевозможных грантов и пособий [2].

Катализатором процессов выработки биогаза являются простейшие формы жизни, которые разлагают гидрированный навоз на базовые соединения органической химии – двуокись углерода, метан и воду.

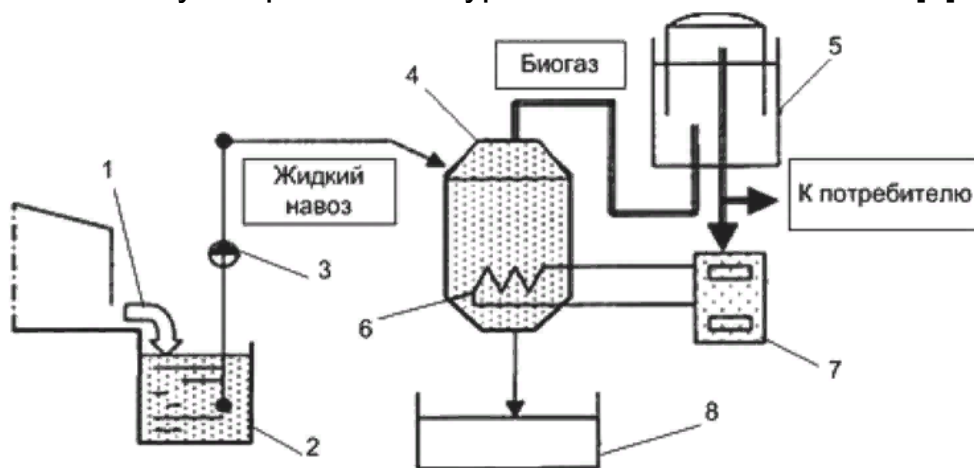
Учитывая, что отходы предприятий мясо-молочной промышленности крайне опасны при их неконтролируемом захоронении, данный метод считается панацеей в борьбе за чистоту окружающей среды без лишних издержек. Благодаря биогазовым установкам, удается митигировать вредное воздействие на водоемы и их обитателей, сокращает загрязнение солями аммония и восстанавливает естественное кислородное насыщение вод. Идея использования навоза в качестве источника энергии не нова, издревле в степных и пустынных районах нашей планеты люди использовали навоз в качестве топлива. Прямое сгорание навоза позволяло компенсировать отсутствие традиционных видов топлива – дров и угля, однако данный метод не позволял использовать навоз в качестве питательного компонента для восстановления и удобрения почвы. В лесных и лесостепных зонах происходило неконтролируемое захоронение данного вида отходов, что приводило не только к полной потере всей пользы, которую могли бы принести содержащиеся в навозе полезные микровещества, но и к заражению водоемов и земель микробами и бактериями, которые используют данный вид отходов в качестве среды обитания [2].

Современные технологии не только встали на страже окружающей среды, но и привели к полнейшему использованию всех полезных

свойств биологических отходов. Биологическая конверсия на основе анаэробных технологий легла в основу производства биогаза для нужд сельхозпредприятий.

Высокие технологии позволили не только добывать ценное биологически безопасное топливо, но и прогнозировать все химические реакции, а также поставить управление данными реакциями на современный высокоэффективный лад.

Цифровизация автоматизированных систем управления технологическими процессами позволила перевести на качественно новый уровень и процесс брожения органических отходов (технологическая схема процесса анаэробного сбраживания навоза изображена на рисунке 1), модифицируя сеть Петри (МСП), не разрушая традиционные функциональные связи, а лишь придавая им современный импульс развития и уровень технологичности [3].



- 1 - питатель; 2 – емкость гидратации навоза; 3 - нагнетатель; 4 – метановая емкость для сбраживания с разделителем сред с накопителем биогаза; 5 — газгольдер; 6 – подогреватель косвенного нагрева; 7 – утилизатор; 8 – площадка хранения биоудобрений

Рисунок 1 - Схема технологического процесса анаэробного сбраживания

Процесс переработки биологических отходов возможно представить в виде следующей цепочки функциональных и технологических зависимостей: биологические отходы мясо-молочного производства из питателя подаются в емкость гидратации, в которой происходит смешение биомасс с водой, в дальнейшем полученный гидратированный субстрат посредством питателя направляется в метановую емкость для сбраживания с разделителем сред с накопителем биогаза, где и происходит разложение субстрата под действием бактерий в анаэробной среде. Полученный биогаз возможно использовать как для прямого нагрева, используя в качестве топлива различных котлов, так и для осуществления когенерации, то есть получения тепловой и электрической энергий для нужд сельхоз предприятий и социальных объектов. Управление интенсивностью выработки биогаза происходит посредством косвенного нагрева

субстрата, причем, в качестве топлива котлов-утилизаторов применяется все тот же биогаз. Прекративший реакции субстрат направляется на площадку хранения биоудобрений для дальнейшего складирования и использования в нуждах сельского хозяйства [4].

Данная технология позволяет утилизировать любые виды органических отходов и уже широко распространена, благодаря своей эффективности и простоте.

Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами позволяют прогнозировать любые штатные и нештатные ситуации и повышают надежность и эффективность работы оборудования [3]. Модель технологической схемы анаэробного сбраживания навоза в виде МСП изображена на рисунке 2.

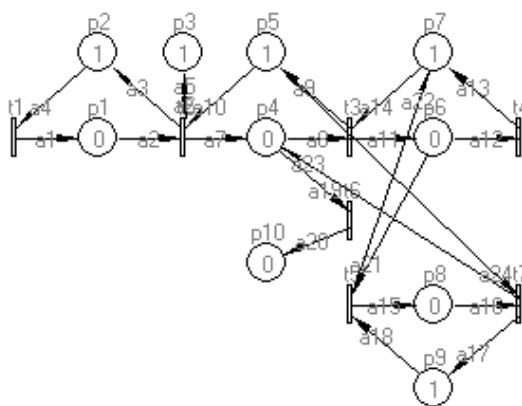


Рисунок 2 - Модель технологического модуля в виде МСП

Литература

1. Зоотехнические аспекты производства экологически безопасного молока / А.В. Ярмоц, З.Т. Баева, С.И. Кононенко, [и др.] // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2011. – № 4. – С. 85–89.
2. Кононенко, С.И. Производство биогаза и удобрений на животноводческих фермах / С.И. Кононенко, Н.П. Ледин, Е.Л. Мурадова // Вестник аграрной науки Дона. - 2013. - №1 (21). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvo-biogaza-i-udobreniy-na-zhivotnovodcheskikh-fermah> (дата обращения: 23.10.2021).
3. Savdur S.N. Stream modeling of an online store based on modified petri nets in consumer cooperation / S.N. Savdur, G.A. Khamatshaleeva, G.S. Stepanova, N.N. Maslennikova, J.V. Stepanova // Studies in Systems, Decision and Control. - 2021. - Т. 316. - С. 787-796.
4. Рязанова, Г.Н. Организационное решение проблемы координации спроса и потребления альтернативной энергии на промышленных предприятиях России // Управление. Научно-практический журнал. - 2016. - № 3 (13). - С. 46-56.

УДК 631.929

Пикмуллин Геннадий Васильевич
Кандидат технических наук, доцент
pikmullin@mail.ru

Мудров Александр Петрович
Кандидат технических наук, доцент
mudrov.aleks@yandex.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА БЕННЕТТА

Аннотация. В статье рассматриваются устройства на базе механизмов с вращательными парами отличающиеся высокой интенсивностью процессов, малыми энергозатратами, экологичностью и надежностью.

Использование в пространственных механизмов с вращательными парами повышают надёжность и долговечность, увеличивают его коэффициент полезного действия, позволяют повысить передаваемую силовую нагрузку.

Ключевые слова: механизм Беннетта, устройства, пространственное движение, передача.

Gennady V. Pikmullin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
pikmullin@mail.ru

Alexander P. Mudrov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
mudrov.aleks@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

USING THE BENNETT MECHANISM

Abstract. The article deals with devices based on mechanisms with rotational pairs that are characterized by high process intensity, low energy consumption, environmental friendliness and reliability. The use of spatial mechanisms with rotational pairs increases the reliability and durability, increases its efficiency, and allows you to increase the transmitted power load.

Keywords: Bennett mechanism, devices, spatial motion, transmission.

В практическом использовании механизмы и устройства на их базе обеспечивают энергосбережение во всех случаях, за счет: первое - высокого КПД, например, у механизма Беннетта он равен 0,97...0,98, у пятизвенных - 0,96...0,97 и у шестизвенных - 0,95...0,96; второе - сложного пространственного движения рабочих органов (емкости,

лопастей и т.п.) с неравномерной скоростью и одновременно действующего дополнительного инерционного воздействия, регулируемого в широких пределах. Это способствует сокращению времени процесса (перемешивания, протравливания) более чем в 2 раза, повышению качества конечного продукта (однородность смеси 98...99%), снижению энергозатрат на перемешивании в 3...6 раз в сравнении с известными устройствами равной производительности.

Использование механизма Беннетта, пятизвенных и шестизвенных механизмов осуществляется по следующим характерным направлениям:

1. Передача движения между валами, произвольно расположенными в пространстве. Сейчас для этого необходимо иметь две пары конических колес, либо одну пару конических колес и цепную или ременную передачу. Привод посредством пространственного механизма существенно упрощает конструкцию передачи и устройства в целом, увеличивает КПД и надежность, снижает энергозатраты.

Например, применение пространственного механизма в приводе элеваторов картофелеуборочного комбайна (схема показана на рисунке 1); приводе выравнивателя свеклоуборочного комбайна энергозатраты снижаются в 1,3-1,7 раз в сравнении с существующими приводами.

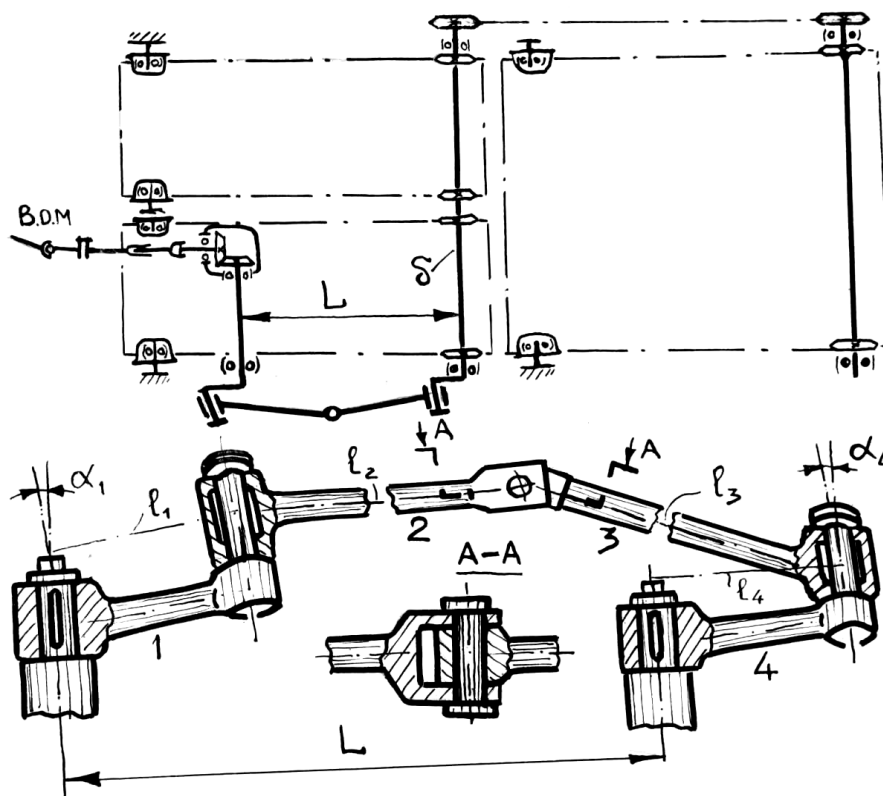


Рисунок 1 - Схема привода элеваторов картофелеуборочного комбайна

2. Передача рабочим органам различных машин внутрицикловой переменной угловой скорости с передаточным отношением, равным

единице, двум и трем. Это свойство механизмов можно использовать для интенсификации различных процессов: перемешивания материалов, сепарации почвы, безразмерной обработки деталей, мойки и очистки изделий и т.п.

В качестве примера, на рисунке 2 показан привод моечной платформы, выполненный на базе пространственного четырёхзвенного механизма.

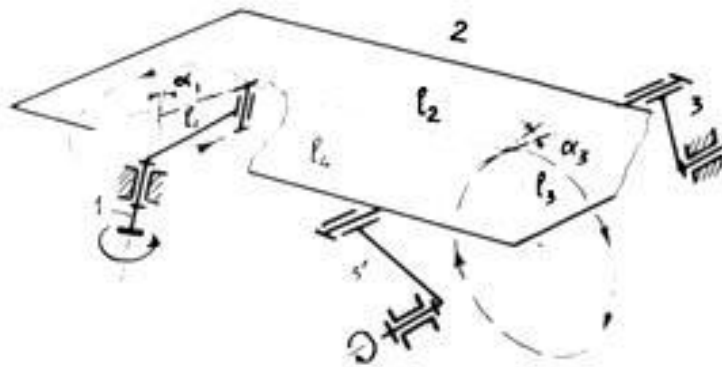
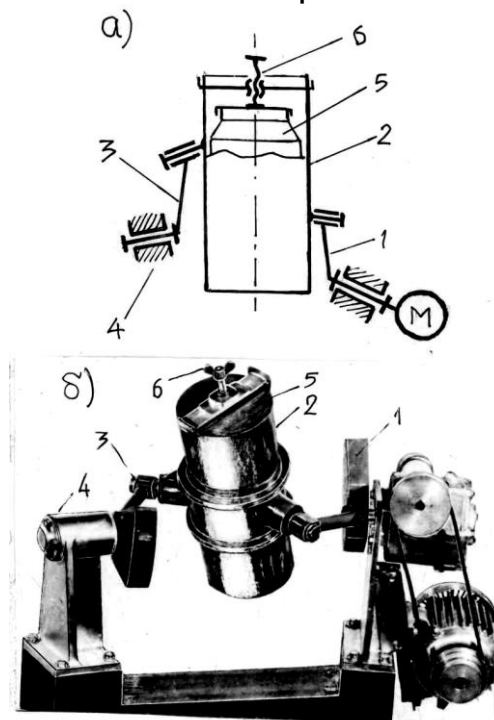


Рисунок 2 - Кинематическая схема привода моечной платформы

3. Использование шатуна механизмов в качестве носителя рабочих элементов: барабана в смесителях, кабины в тренажерах, лопастей в аппаратах с мешалкой и т.д. На рисунке 3 представлена кинематическая схема и фотография лабораторного образца смесителя сыпучих материалов, смесительная емкость (барабан) 2 которого выполнена на шатуне базового пространственного четырёхзвенного механизма.



а) кинематическая схема; б) лабораторный образец смесителя

Рисунок 3 - Винтовой смеситель

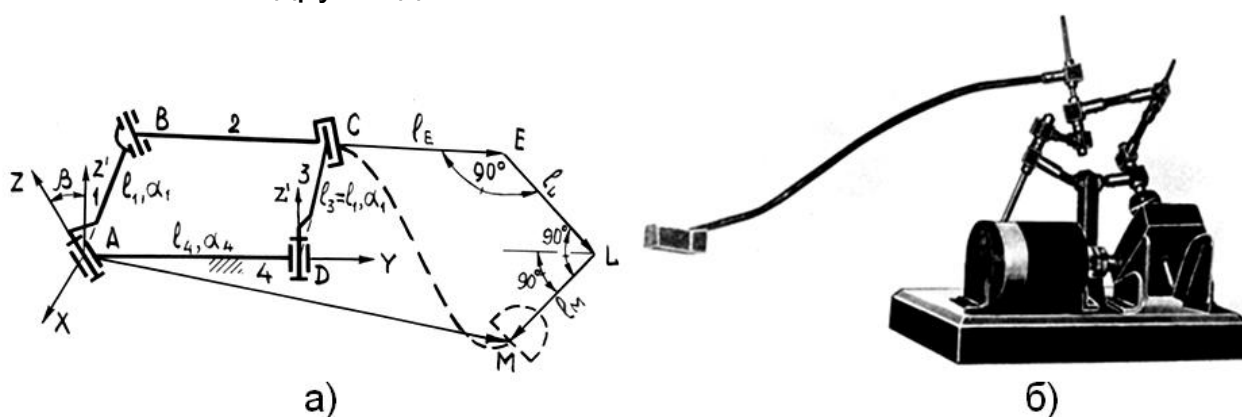
При этом энергозатраты уменьшаются по сравнению с известными смесителями той же производительности, сокращается время приготовления однородной смеси в 3-4 раза, достигается экологическая чистота конечного продукта.

4. Использование звеньев механизмов для копирования некоторых траекторий, например, крыла птиц, ковша землеройной машины, гребня расчесывающей машины, захвата манипулятора и т.д. Так использование шатуна пространственного четырёхзвенного механизма с вращательными парами позволило получить механизм механической лопаты, где ковш М выполняет движение обычной лопаты (рисунок 4).

5. Применение звеньев механизмов для интенсификации процессов перемешивания в мешалках, где звенья выполняют функцию рабочих органов, движущихся каждое по своему кинематическому закону

6. Создание направленных силовых импульсов, используемых, например, в устройствах для забивания и вытаскивания свай, инерционных двигателях, устройствах для уплотнения грунта и силоса и т.д.

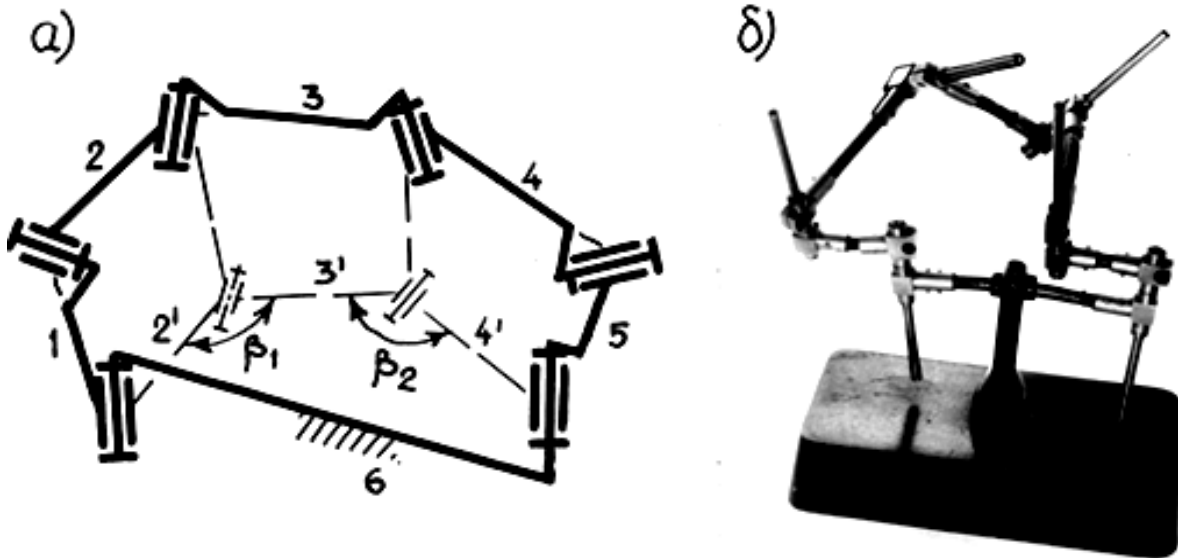
7. Для воспроизведения планетарных, возвратно-вращательных, эллиптических и других движений.



а) кинематическая схема; б) модель
Рисунок 4 - Механизм механической лопаты

8. Использование механизма Беннетта для образования пространственных многозвенных механизмов: пятизвенных, шестизвенных, семизвенных и дифференциальных механизмов.

На рисунке 5 показан пространственный шестизвенный механизм, полученный последовательным объединением трёх механизмов Беннетта, у которых имеются по два равных в параметрах звена.



а) кинематическая схема; б) модель
Рисунок 5 - Шестизвенный пространственный механизм с вращательными парами

Степень подвижности шестизвенника равна единице и параметры связаны соотношением:

$$\frac{l_1}{\sin \alpha_1} = \frac{l_2}{\sin \alpha_2} = \frac{l_3}{\sin \alpha_3} = \frac{l_4}{\sin \alpha_4}, \quad (1)$$

где $l_1 = l_5$, $\alpha_1 = \alpha_5$.

Использование в пространственном механизме одних вращательных пар позволяет конструктивно оформлять шарнирные узлы на подшипниках качения, надёжно изолировав их от воздействия неблагоприятной рабочей среды. Это не просто повышает надёжность и долговечность устройства, но увеличивает его коэффициент полезного действия, позволяет повысить передаваемую силовую нагрузку.

Устройства на базе механизмов отличаются высокой интенсивностью процессов, малыми энергозатратами, экологичностью и надёжностью.

Литература

1. Ананов, Г.Д. Кинематика пространственных шарнирных механизмов сельскохозяйственных машин [Текст] / Г.Д. Ананов, д-р техн. наук. - Москва; Ленинград: Машгиз. [Ленингр. отд-ние], 1963. - 220 с. : ил.
2. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.
3. 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.

4. Воробьев, Е.И. Пространственные шарнирные механизмы. Замкнутые и открытые кинематические цепи / Е.И. Воробьев, Ф.М. Дименберг. - М.: Наука. гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. 264 с.

5. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

6. Галиев, И.Г. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров / И.Г. Галиев // Уральский научный вестник. - 2017. - Т. 3. - № 9. - С. 062-066.

7. Галиев, И.Г. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2014. - Т. 9. - № 2 (32). - С. 68-71.

8. 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.

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.

10. 100 лет механизму Беннетта: материалы международной конференции по теории механизмов и машин / Акад. наук Республики Татарстан, Казанская гос. сельскохозяйств. акад., Моск. гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана [и др.]. - Казань: Школа, 2004. - 291 с.

11. Mudrov, A.P. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines. / A.P. Mudrov, A.G. Mudrov, S.M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin// В сборнике: BIO Web of Conferences 2020. Изд-во: EDP Sciences. С. 00012.

12. 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.

13. 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 // 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. 00143.

14. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 115-118.

15. Пикмуллин, Г.В. Современная тенденция развития расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания / Г.В. Пикмуллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 112-114.

16. Пикмуллин, Г.В. Использование пространственных механизмов в сельскохозяйственной технике / Г.В. Пикмуллин, А.П. Мудров // 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 282-285.

17. Труфляк, Е.В. Современные зерноуборочные комбайны: учебное пособие / Е.В. Труфляк, Е.И. Трубилин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 320 с.

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. – Ekaterinburg: IOP Publishing, 2021. – P. 012042. – DOI 10.1088/1755-1315/699/1/012042.

19. Насибуллин, А.И. Анализ и разработка мероприятий для повышения качества ремонта техники / А.И. Насибуллин, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 39-41.

20. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 82-84.

21. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

22. Анализ конструкций машин для дробления кормов / З.С. Хабибуллин, Р.Р. Лукманов [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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 86-91.

23. Вафин, Н.Ф. Расчет кинематических параметров кривошипа рыхлителя с ротационно-колебательными рабочими органами / Н.Ф. Вафин, А.В. Матяшин, И.М. Салахов // Инновационное развитие агропромышленного комплекса. – Казань: Изд. Казанского ГАУ, 2011.- Т. 78. Ч 2. – С. 179-183

УДК 631.363.21

Сабиров Булат Миннефаилевич*Ассистент**sabbm5@mail.ru***Пополднев Родион Сергеевич***Соискатель**popoldnev@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***РАЗРАБОТКА ДРОБИЛКИ КОРМОВ ЛОПАСТНОГО ТИПА**

Аннотация. В статье представлена разработанная схема конструкции дробилки кормов лопастного типа. По сравнению с существующими аналогами, устройство имеет ряд преимуществ, такие как: малогабаритность, объемная камера дробления, два разгонных лопастных диска, сито выполнено в виде конической формы. Исполнение устройства данным образом, повышает производительность и качество дробления зерна.

Ключевые слова: дробилка кормов, дробление зерна, металлоемкость, энергопотребление, конструкция.

Bulat M. Sabirov*Assistant**sabbm5@mail.ru****Rodion S. Popoldnev****Applicant**popoldnev@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***DEVELOPMENT OF THE VANE-TYPE FODDER CRUSHER**

Abstract. The article presents the developed design of the blade-type feed crusher. Compared with existing analogues, the device has a number of advantages, such as: small size, volumetric crushing chamber, two accelerating blade disks, a sieve is made in the form of a conical shape. Implementation of the device in this way, increases the productivity and quality of grain crushing.

Keywords: feed crusher, grain crushing, metal consumption, energy consumption, construction.

Приготовление кормов является одним из самых трудоемких процессов в животноводстве, в частности, операции измельчения кормов скармливаемых животным. В производстве кормов наиболее

сложной задачей является дробление компонентов кормовой смеси. Процессы дробления аналогичны процессам измельчения мукомольного и комбикормового производств, хотя и имеют некоторые особенности. В результате чего, актуальной является создание новых машин и оборудований для дробления зерна, которые обеспечивают высокие показатели технологической эффективности при низких ресурсных и энергетических затратах, что имеет важное значение [1, 2, 3, 4].

Важнейшие технологические и технические требования, предъявляемые к машинам и оборудованию по приготовлению кормов в процессе уборки урожая, обработки, хранения, приготовления и раздачи кормов является необходимость уменьшения потерю питательных веществ [5, 6, 7]. Однако основные требования к корму остаются неизменными – это сбалансированный рацион, создание новых формул кормовых ингредиентов, а также повышение качества приготовления, а в частности дробления, что увеличивает способность смешивания, гранулирование и повышает усвояемость.

В настоящее время технология производства кормов активно осваивается непосредственно в самих фермах. Сельскохозяйственные организации, специализирующиеся на производстве продукции растениеводства, и особенно на уборке урожая на полях, не имеющих собственного производственного оборудования для их переработки, после сбора и переработки урожая обязаны передавать произведенную продукцию на заводы для последующей обработки [8, 9, 10]. В этом случае завод устанавливает собственную цену, что снижает прибыль производителей зерна, которую можно исключить, если переработка зерна осуществлялась бы непосредственно на предприятии. Как известно, производство и переработка всех сельскохозяйственных культур требует тщательной технологии и сложного технологического оборудования, эффективность которого зависит от успешной работы производственных линий в современных экономических условиях.

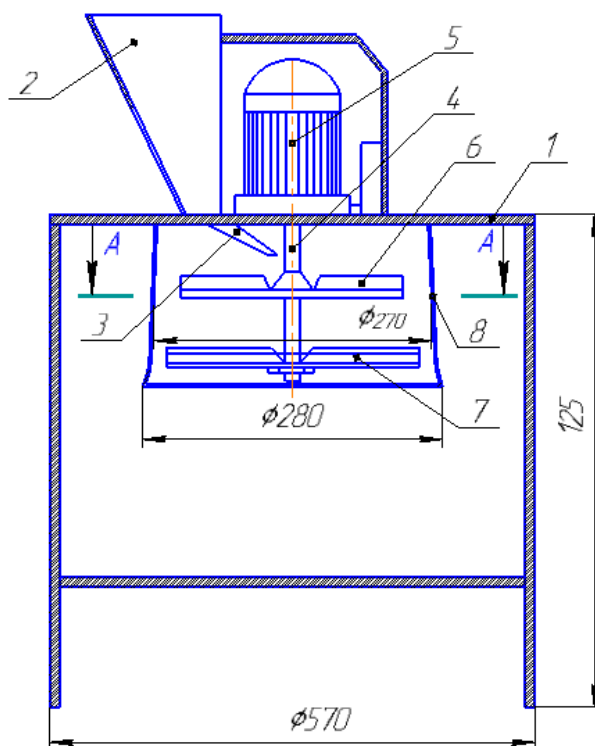
В результате чего фактический оборот производителя снижается.

Сельскохозяйственные предприятия необходимо оснащать современными технологическими оборудованьями, они должны быть более компактны и менее энергоемки, в отличие от тех, которые используют заводы по переработке продукции растениеводства [11, 12, 13].

На основе вышеизложенного, нами предлагается дробилка кормов лопастного типа, позволяющая функционировать на базе установления физико-механических, а также технологических свойств зерна [14, 15, 16, 17]. Вследствии применения этих знаний возможно выявление основных научно-технических характеристик машины при его работе.

Предлагаемое нами устройство, представленное на рисунке 1, позволит обеспечивать снижение энергоемкости технологического процесса и повышение эффективности дробления.

Дробилка кормов лопастного типа содержит раму 1 с закрепленным на ней загрузочным бункером 2, снабженный окном для выхода зерна 3, сито 8 выполненное в форме усеченного конуса, отражатель 8, привод 5, установленный на раме вертикальный приводной вал 4 с верхним 6 и нижним лопастными дисками 7.



1 – рама; 2 – загрузочный бункер; 3 – окно для выхода зерна;
4 – приводной вал; 5 – привод; 6 – верхний лопастной диск;
7 – нижний лопастной диск; 8 – сито

Рисунок 1 – Схема устройства дробилки кормов

Эффективность дробления повышается, так как верхний и нижний диски лопасти необходимы для диспергирования зерна и помещения его на сито, а лопасти, изогнутые в направлении вращения дисков, обеспечивают максимальное ускорение зерна [18, 19, 20]. Подводящий патрубок (окно для выхода зерна) загрузочного бункера служит для зернового материала непосредственно в центральную часть верхнего лопастного диска, а конструкция сита в виде усеченного конуса обеспечивает отскок зерна к второму лопастному диску после первого удара, который разгоняет зерно для удара о сито для окончательного дробления.

Литература

1. 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.

2. 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: Изд-во ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 2021. – С. 111-114.

3. 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: ЭЙПиСиПублишинг, 2020. – С. 681-685.

4. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 226-229.

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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 67-72.

6. 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.

7. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 53-58.

8. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 171-177.

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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 40-45.

10. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 121-126.

11. 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, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 267-273.

12. 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.

13. Машины для заготовки кормов: регулировка, настройка и эксплуатация: учебное пособие / Б.Г. Зиганшин, А.В. Дмитриев, А.Р. Валиев, С.М. Яхин; под редакцией Б.Г. Зиганшина. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2171-8.

14. Сабиров, Б.М. Разработка дробилки кормов лопастного типа / Б.М. Сабиров // Техника и технология пищевых производств: Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апреля 2020 г., в 2-х т., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2020. – Т.2. - С. 86-87.

15. Сабиров, Б.М. Анализ конструкций машин для дробления зерна / Б.М. Сабиров, И.М. Гомаа, Ф.Ф. Хасанова // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной

научно-практической конференции (Казань, 22 мая 2019 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 171-177.

16. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 197-201.

17. 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 199-205.

18. Использование современных технологий в молочном животноводстве / Ф.Ф. Ситдииков, 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.

19. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 86-91.

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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 98-103.

УДК 63.621.311.1

Гайфуллин Ильнур Хамзович*Ассистент кафедры машин и оборудования в агробизнесе
ilnur-gai@yandex.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Рудаков Александр Иванович***Доктор технических наук, профессор
rud@mail.ru**Казанский государственный энергетический университет, Казань***Халиуллина Зульфия Мусавиховна***Кандидат химических наук, доцент
khaliullinaz@mail.ru***Сафиуллин Ильнур Наилевич***Кандидат экономических наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань
sin.ek.09@mail.ru*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается принцип действия когенерационной установки на базе биогазовой станции. Цель - показать перспективность энергообеспечения и энергоснабжения комплексной биогазовой установки на сельхозпредприятиях. Дано общее описание принципа устройства и работы когенерационной установки.

Ключевые слова: биогазовая установка, когенерационная установка, двигатель стирлинга, навоз, сельское хозяйство.

Ilnur Kh. Gayfullin*Assistant of Machinery and Equipment in Agribusiness Department
ilnur-gai@yandex.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan***Alexander I. Rudakov***Doctor of technical sciences, professor
rud@mail.ru**Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia***Zulfiya M. Khaliullina***khaliullinaz@mail.ru**Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor***Ilnur N. Safiullin***Candidate of Economic Science, Associate professor
sin.ek.09@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

PROMISING AREAS OF ENERGY SUPPLY AND ENERGY SUPPLY IN AGRICULTURE

Abstract. This article discusses the principle of operation of a cogeneration plant based on a biogas plant. The purpose is to show the prospects of energy supply and energy supply of a complex biogas plant at agricultural enterprises. A general description of the principle of the device and operation of the cogeneration plant is given.

Keywords: biogas plant, cogeneration plant, stirling engine, manure, agriculture.

Стремительное развитие технического прогресса вынуждает изыскивать новые источники для получения тепловой и электрической энергии. Кризис в топливе, как в жидком, так и в твердом, в последнее время очень болезненно действует на экономику [1, 2]. Не хватает угля металлургическим заводам, крупнейшим химическим комбинатам, различным ГРЭС и ТЭС [3].

За последние 15 лет в Европе произошло впечатляющее развитие когенерационных биомассовых систем. Основные области применения: централизованное теплоснабжение, лесопильные заводы и деревообрабатывающая промышленность. Современная технология представлена бинарным циклом с термомасляным котлом. Электрическая мощность существующих установок варьируется от 500 кВт до 2 МВт, тепловая – от 2 МВт до 8 МВт соответственно. Использование подходящей рабочей жидкости позволяет использовать высокие температуры при сжигании биомассы. В результате чего достигается высокая электрическая мощность, не смотря на относительно высокую температуру (80-120 °С) воды в конденсаторе [4, 5]. Когенерационные установки на биомассе работают по принципу бинарного цикла, поскольку рабочее вещество и тепловой источник находятся в разных контурах. В котле при сжигании древесного топлива образуются дымовые газы, которые передают тепло промежуточному теплоносителю, в качестве которого, как правило, выступает синтетическое термомасло. Нагретое диатермическое масло циркулирует в закрытом контуре, в котором передает тепло контуру, а затем снова подается в котел. Система насосов поддерживает непрерывную циркуляцию масла во избежание перегрева котла. Вырабатываемая электроэнергия может быть передана в сеть или использоваться на собственные нужды. Вырабатываемое тепло может быть использовано для нужд отопления или охлаждения, в процессах низкотемпературной сушки или для получения тепла с температурой до 120 °С. Производство пара в установках до сих пор не реализовано, хотя имеется возможность [6].

Работа на биомассе имеет ряд преимуществ: при нагреве в котле масло не изменяет свое агрегатное состояние и имеет более низкое

давление. Термомасло остается в жидкой фазе при атмосферном давлении и увеличении температуры до 320°C (нормальное рабочее давление находится в диапазоне от 5 до 7 бар). Несмотря на множество других конфигураций установок, в которых могут применяться различные устройства нагрева, использующие пар, горячую воду или прямой теплообмен с горячим газом, использование промежуточного контура термического масла – наиболее распространенный тип системы [7, 8, 9].

В каждой биогазовой установке можно выделить составляющие, стоимость которых пропорционально или в какой-то дробной степени (площадь, объем) зависит от пропускной способности установки. А есть такие составляющие, величина которых фиксирована или меняется ступенчато в зависимости от объемов установки. Поэтому и возникает вопрос о рентабельности малых биогазовых установок. Изменение объема реакторов установки влечет за собой нелинейное изменение конечной стоимости [11, 12, 13].

Биогаз - это газ получаемый брожением, когда органическое вещество, например, суспензии, навоз, навозная жижа, растений, пищевых отходов разлагаются на метан, углекислый газ и др. Это происходит в природе везде, где нет кислорода. В бродильных установках в анаэробной ферментации (анаэробного - без кислорода) производится биогаз. Если органический материал хранят без доступа воздуха, тогда начинается экспозиция связывания бактерий метана, биологический процесс, который дает биогаз. Химический состав биогаза: 60 % метан, 13-25 % углекислый газ, незначительные примеси водорода и сероводорода. Биогаз примерно на 60% состоящий из метана, в 21 раз превышающего отрицательное влияние углекислого газа, поэтому его утилизация имеет очень важное значение [14].

Биогаз как правило используется в когенерационных установках на базе газопоршневого двигателя для выработки тепловой и электрической энергии. Биогазовые когенерационные установки для автономного энергоснабжения - один из перспективных источников тепла и электроэнергии. Современные когенерационные биогазовые станции производят электроэнергию и тепла из отходов сельскохозяйственных предприятий и городской канализации, свалки мусора. Эта технология набирает (рисунок 1) приоритетные позиции по всей Европе [13, 14, 15].

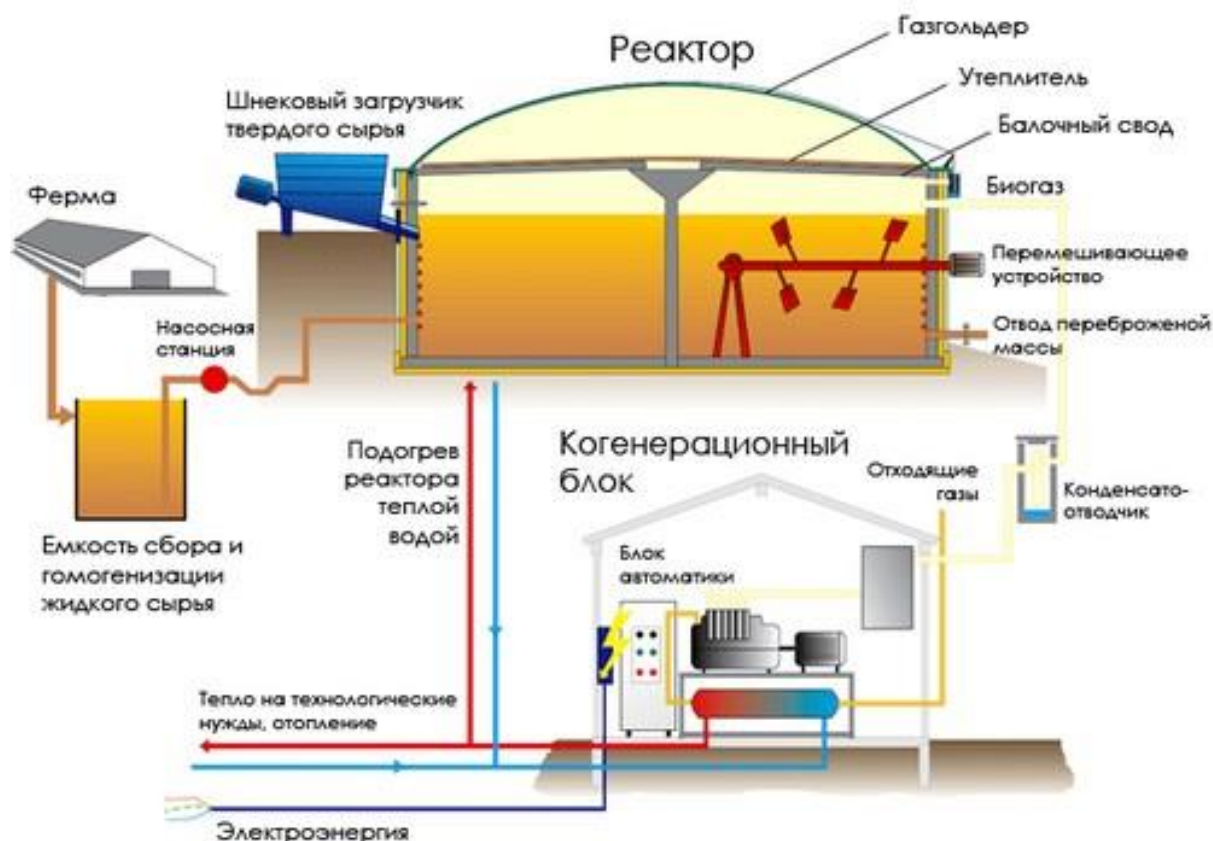


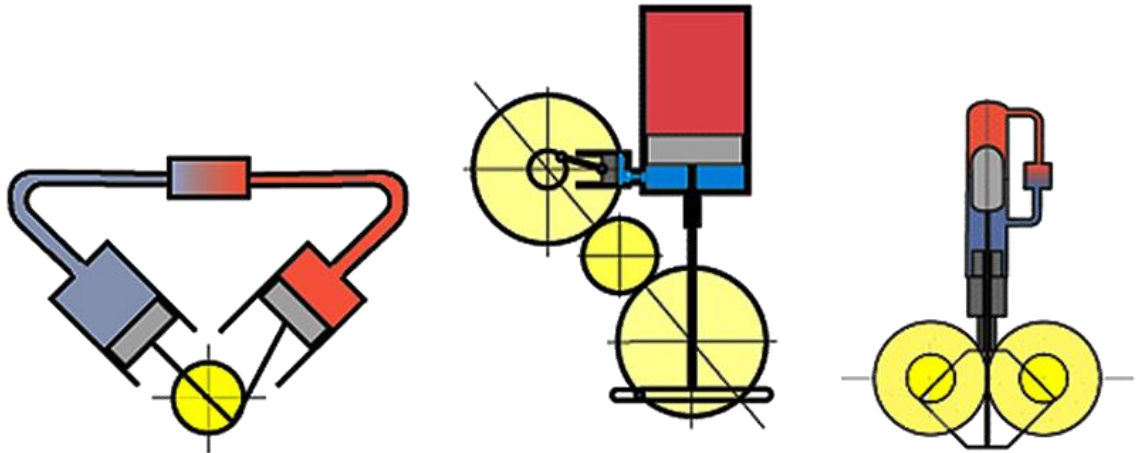
Рисунок 1 – Принципиальная схема комплексного решения энергоснабжения с использованием биогаза

Комплексная биогазовая установка работает в периодическом действии объемом ферментера 2400 м³. Однако сегодня возможно строительство ферментеров до 4000 м³. Установка содержит блоков очистки биогаза от сероводорода, блоков отделения CO₂ от биогаза, компрессора для сжатия биогаза, газгольдеров низкого (мокрого) и высокого давления, газораспределительную станции. Газ сжигают на месте, получая электроэнергию. Вместо этого установка содержит блок когенерации, в котором горячие дымовые газы нагревают воду, используемую для технологических нужд и отопления зданий. Среднее время работы комплексной когенерационной биогазовой установки составляет 15 лет, что свидетельствует срок окупаемости составляет 4-5 лет [16].

Для достижения данных целей используют как воздействие электроэнергии - способ нагрева навоза на биогазовых установках непрерывного действия с объемным электромагнитным излучением (СВЧ), на перерабатываемый материал, так и получение электроэнергии в конечном итоге за счет сжигания биогаза, например, использование при сжигании биогаза в двигателях внешнего сгорания Стирлинга. Двигатель внешнего сгорания Стирлинга применяется в тех случаях, когда нужен небольшой преобразователь тепловой энергии, который имеет простое устройство, или когда эффективность иных тепловых

двигателей ниже: например, если разность температур не достаточно для паровых или газовых турбин. Он может быть использован для преобразования электричества из тепла. Они дают надежду построить солнечные электростанции [17].

Существует три типа двигателя Стирлинга: "Альфа", "Бета" и "Гамма" (рисунок 2) [18].



α – альфа (с двумя поршнями); β – бета (с рабочим и вытеснительным поршнями); γ – гамма (с рабочим и вытеснительным поршнями)

Рисунок 2 - Типы двигателей Стирлинга

Основные преимущества биогазовых технологий включают в себя: независимость от государства в сфере энергетики и электроснабжения; экономия денег за счет перехода на биогаз, вместо обычной энергии; при утилизации органических отходов производится органические удобрения; дополнительная прибыль, производя «зеленой» энергии и сокращение вредных выбросов в атмосферу.

Применение переработанного навоза в качестве удобрения является эффективным по сравнению с неферментированным навозом. Для получения одинакового количества биогаза необходимо использовать почти в 5 раз больше отходов КРС, чем ТБО, однако энергетический потенциал биогаза из отходов КРС на 12% больше [19]. При применении системы, работающей с отходами животных присутствуют дополнительные расходы тепловой энергии на поддержание надлежащей температуры внутри ферментера, составляющих 43% от общего потенциала тепловой энергии зимой и 74% летом. Но, не смотря на это, в общем, показатели энергетической эффективности достаточно высоки [20].

Таким образом, описанные процессы получения биогаза и электроэнергии по комплексным технологиям позволяет оценить перспективы применения комплексной биогазовой установки на сельхозпредприятиях.

Литература

1. Экономически эффективное кормопроизводство на основе райграса многоукосного / М.М. Хисматуллин, Д.И. Файзрахманов, А.Р. Валиев Б.Г. Зиганшин. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – 392 с.

2. Организационно-экономические основы технической модернизации аграрного бизнеса / Ф.Н. Мухаметгалиев, Д.И. Файзрахманов, А.Р. Валиев [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 6(216). – С. 171-175.

3. Управление механизмами повышения эффективности трудовых ресурсов в сельском хозяйстве / Ф.Н. Мухаметгалиев, Д.И. Файзрахманов, А.Р. Валиев [и др.]. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – 420 с.

4. Гайфуллин, И.Х. Производство электроэнергии на основе переработки навоза в анаэробных условиях / И.Х. Гайфуллин, А.И. Рудаков, Ю.Х. Шогенов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 71-77.

5. Формирование корпоративного механизма управления социально-экономическим развитием предприятий аграрного сектора экономики / Г.С. Клычова, А.Р. Закирова, А. Р. Валиев [и др.]. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. – 171 с.

6. Иванов, Б.Л. Система автономного питания на основе ветрогенератора / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, Р.Ф. Шарафеев // 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). - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 56-60.

7. Мусин, И.С. Наличие, обеспеченность и использование производственных фондов на предприятии / И.С. Мусин, И.Н. Сафиуллин // Молодые ученые аграрному производству: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Д.Э.Н., профессора Н.С. Каткова. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 145-150.

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, 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). - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 99-105.

9. Сафиуллин, И. Н. Отраслевая структура сельского хозяйства Республики Татарстан / 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 государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

10. Халиуллина, З.М. Использование новых коммерческих препаратов для переработки куриного помета / З.М. Халиуллина, Р.Р. Ахметзянова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 187-192.

11. Практический подход к получению удобрения с использованием препарата «Мефосфон» / Ф.С. Сибгатуллин, З.М. Халиуллина, А.М. Петров, К.О. Синяшин // Инновационные разработки и цифровизация в АПК РФ: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Татарского НИИАХП и 75-летию Казанского научного центра Российской Академии наук. – Казань: ООО "Конверс", 2020. – С. 80-83.

12. Продукты из вторичного сырья, как основа повышения урожайности сельскохозяйственных культур / Ф.С. Сибгатуллин, З.М. Халиуллина, А.М. Петров, К.О. Синяшин // 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: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 227-231.

13. Гайфуллин, И.Х. Индивидуальная биогазовая установка / И.Х. Гайфуллин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 83-87.

14. Гайфуллин, И.Х. Малогабаритная биогазовая установка анаэробного сбраживания органических отходов / И. . Гайфуллин // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в

современных условиях: сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ и 80-летию профессора И.А. Гайсина. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 221-227.

15. Шогенов, Ю.Х. Потенциал использования биогаза в регионах аграрной специализации / Ю.Х. Шогенов, И.Х. Гайфуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 204-209.

16. Цифровые технологии в молочном скотоводстве / Б.Г. Зиганшин, Ф.Ф. Ситдилов, Ф.Ф. Гатина, О.С. Семичева // 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 государственный аграрный университет, 2020. – С. 81-85.

17. Моделирование гидравлического привода клапанов ДВС / А.В. Максимов, Л. А. Зимица, А. Б. Березовский [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 7. – С. 26-28.

18. Федоренко, А.А. Пневматический сепаратор с кулачковым активатором потока зернового вороха / А.А. Федоренко, М.Д. Кононов, Б.Г. Зиганшин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 282-285.

19. Экономические инструменты планирования производства кормов в аграрных предприятиях / Д.И. Файзрахманов, М.Х. Газетдинов, А.Р. Валиев [и др.]. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – 177 с.

20. Результаты практического использования удобрений из куриного помета при возделывании озимой пшеницы / Ф.С. Сибагатуллин, З.М. Халиуллина, А.М. Петров, А.С. Ганиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 1(61). – С. 51-56.

УДК 681.5

Зиннатуллина Алсу Наилевна*Кандидат технических наук, доцент**zinnatullina-alsu@mail.ru***Киселев Вадим Леонидович***Студент**kiselev14@list.ru***Киселева Наталья Геннадьевна***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**tng1975@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ SAS

Аннотация. Рассмотрены некоторые функции автоматизированной информационной системы SAS. Данная система позволяет добывать, изменять, управлять и извлекать данные из разных источников, а также визуализировать всю информацию.

Ключевые слова: информация, визуализация, материал, мониторинг, контроль, комплекс, техника, фактор, потребность, инструмент.

ADVANTAGES OF SAS AUTOMATION

Alsu N. Zinnanullina*Candidate of technical sciences, Associate professor**zinnatullina-alsu@mail.ru***Vadim L. Kiselev***Student of the Institute of Mechanization and Technical Service**kiselev14@list.ru***Natalia G. Kiseleva***Candidate of agricultural sciences, Associate professor**tng1975@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

Abstract. Some functions of the automated information system SAS are considered. This system allows you to extract, modify, manage and extract data from various sources, as well as visualize all the information.

Keywords: information, visualization, material, monitoring, control, complex, technique, factor, need, tool.

Наиболее распространенными преимуществами автоматизированной информационной системы SAS, являются:

1. Мобильность данных.

SAS дает возможность визуализировать всю информацию на любом гаджете, смартфоне, планшете, компьютере и даже на телевизоре «smarttv». Тревоги и оповещения доступны и на «apple watch». Необходимые данные в любом месте и в любое время.

2. История каждого поля.

Журнал агронома в электронном виде позволяет зафиксировать историю поля, то есть записать все агрооперации и количество материала, которое было использовано за период пользования системой. Контролирование качества проделанной работы, а также подтверждение выполненной работы осуществляется с помощью gps мониторинга.

3. Ежедневные спутниковые снимки.

Наблюдение за динамикой развития вегетационного периода растений позволяют производить ежедневные снимки со спутника. Данные снимки в режиме реального времени дают возможность сравнивать одно поле с другим, наблюдать всю историю вегетации.

4. Спутниковые метеоданные.

Метеоданные о температуре, влажности поверхности в почве на расстоянии метра получают со спутников. При посеве культур, а также при внесении удобрений особенно эти показатели необходимо учитывать.

5. Автономная метеостанция.

Метеостанция позволяет получить данные о количестве осадков, температуре воздуха, скорости и направлении ветра. Особенно при полевых работах важна ценность этих данных.

6. Мониторинг созревания культур.

Снимки со спутников позволяют следить за развитием растений, вегетационной активностью растений, спрогнозировать сбор урожая, выявить по каждой культуре на различных полях готовность к уборке.

7. Мониторинг агрологистики.

Одновременная визуализация всей техники на одном экране является уникальностью функции системы. Данная функция системы позволяет быстро реагировать на проблемные участки. Визуализация всей техники демонстрирует весь технологический процесс, а также позволяет вести контроль за агрологистическими процессами (начиная от подвоза к опрыскивателю удобрений, химикатов и воды, заканчивая вывозом урожая с поля к месту хранения).

8. Мониторинг уровня топлива.

Возможность проконтролировать остаток в баке в режиме онлайн позволяет установка «dude» - датчик уровня топлива. Данная установка не только визуализирует остаток топлива в баке, но и координирует логистику бензовоза в соответствии с потребностями техники. Мониторинг уровня топлива предотвратит остановку посевного

комплекса, так как если техника встанет в сезон на один-два часа, то это принесет большие убытки.

9. Контроль выгрузки комбайна.

Данная функция системы фиксирует действия шнека, каждое его открытие и закрытие. Позволяет настроить оповещение о внезапном открытии шнека в комбайне. Система отправит на телефон тревожное sms-сообщение, в случае отсутствия грузовика около комбайна в радиусе 10 метров или, в случае открытия шнека.

10. Контроль скорости.

Для качественного выполнения полевых работ на всех этапах выращивания растений важную роль играет контроль скорости. Контролирование скорости при посеве культур, их опрыскивании, а также при сборе урожая необходимо учитывать, так как не оптимальная скорость принесет большее потребление горючего автопарка в хозяйстве [1-6].

11. Контроль пробега моточасов.

Функция контроля пробега моточасов позволяет запланировать и провести техническое обслуживание техники.

12. Фото/видео съемка с БПЛА.

Оценить состояние посевов несколько раз в год по каждой культуре, не выходя из офиса, позволяют фото-видеосъемки с БПЛА. С помощью фото-видеосъемки возможно определить проблемные участки на поле. Затем составляют оптимальные маршруты для обследования полей. Благодаря фото и видеосъемкам, работа агронома становится намного эффективнее.

13. Доступность информации в поле.

Для обследования посевов на поле незаменимым становится мобильное приложение. Оно дает возможность ориентироваться на полях, делать подробные отчеты осмотра полей, фиксировать проблемные места, а также подгружать все это в систему для общего доступа всех пользователей.

14. Дистанционное агрономическое сопровождение.

Интегрированная система дает возможность дистанционного агрономического сопровождения лучших агроконсультантов со всего мира. Они помогут найти ответ на любые технические вопросы, а также прокомментируют развитие культуры, стадию роста и засоренность.

15. RFID считыватель персонала.

Всю информацию по количеству часов фактически отработанных водителем (фиксируется начало смены и окончание работы), причем все это без человеческого фактора в автономном режиме дают RFID считыватели. Это удобный инструмент для учета рабочего времени при работе специальной и вспомогательной техники.

16. Учет расхода топлива.

Проточный датчик горючего даст возможность максимально точно контролировать использование горючего, потреблённого двигателем. Можно с погрешностью в менее одного процента измерить количество потребленного горючего на 100 километров в случае автотранспорта, литров на гектар, в случае с агротехникой и литров в час в случае со спецтехникой.

17. Высокоточная GPS антенна.

Высокоточная gps антенна, присоединенная к трактору, даст возможность точно просчитать гектары, и, соответственно, получить достоверную информацию. С помощью данного устройства возможно провести аналитику о выполнении полевых работ, а также оптимизировать процессы начисления заработной платы из списания удобрений семян, химикатов, горючего.

18. RFID метки.

При установке на прицепное оборудование RFID метки система в режиме онлайн идентифицирует агрегат, тем самым она сама автоматически устанавливает его ширину.

19. Мобильное приложение.

Своевременно закрывать агрооперации, указывать фактическое количество использованных материалов, формировать акт списания возможно с помощью мобильного приложения прямо находясь в поле.

20. 1С интеграция.

При установке всех необходимых датчиков и сенсоров на технику 1с интеграция значительно оптимизирует и облегчает работу учетной службы предприятия, забирая массу лишних ручных измерений, заполнений бумажных отчетов и расчетов.

Автоматизация проникла во все сферы жизнедеятельности человека, оказывая влияние как на жизнь каждого отдельно взятого человека, так и на развитие целых отраслей промышленности [7-20].

Литература

1. Determination criteria of diameter of the flexible operating element of the rotating haulm chopper / M.N. Kalimullin, D.M. Ismagilov, N.N. Pushkarenko, R.K. Abdrakhmanov // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 01–02 июня 2019 года). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Р. 82-83.

2. Автоматизированные системы оперативного управления технологическим процессом технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава / Р.К. Абдрахманов, В.Г. Калимуллина, М.Н. Калимуллин, А.А. Мухаметшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 3. – № 3(9). – С. 129-131.

3. 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.

4. 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.

5. Ризванов, Н.Г. Совершенствование системы хранения сельскохозяйственной техники с использованием протекторной защиты / Н.Г. Ризванов, Д.В. Хабибуллин, М.Н. Калимуллин // 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. 45-49.

6. Шамсиев, М.Н. Исследование процесса распространения загрязнения при фильтрации воды под гидросооружением со шпунтом / М.Н. Шамсиев, А.Н. Зиннатуллина, Р.И. Ибяттов // Водные ресурсы. – 2018. – Т. 45. – № 4. – С. 416-420.

7. Зиннатуллина, А.Н. Моделирование миграции загрязнения в подземных водах / А.Н. Зиннатуллина // 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). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 660-666.

8. Салахов, И.М. Прогнозирование технического состояния машин / И. М. Салахов // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков : Материалы научно-практической конференции, (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 263-266.

9. Способы влагонакопления и влагосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Мейзер, И.М. Салахов, Б.Г. Зиганшин, А.В. Матяшин // 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. 293-298.

10. Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте сельскохозяйственной техники / Н.Ф. Вафин, И.М. Салахов, Т.С. Обухов [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. 229-232.

11. 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). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 269-273.

12. Нейросетевое моделирование технологических процессов в сельском хозяйстве / Р.Ф. Сабиров, В.М. Медведев, Ф.Ф. Яруллин, Г.Т. Шафигуллин // 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. 182-184.

13. Фасхутдинов, И.И. Экологические аспекты условий и охраны труда как фактор эффективности производства / И.И. Фасхутдинов, Р.Ф. Вагапов, В.М. Медведев // 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. 425-428.

14. Синицкий, С.А. Определение коэффициентов усиления и линейных зон при исследовании показателей двигателя МТА / С.А. Синицкий, В. М. Медведев // 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. 218-222.

15. 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.

16. Современные энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве / Б.Г. Зиганшин, Ю.Х. Шогенов, И.Х. Гайфуллин [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2018. – 276 с.

17. 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.

18. Анализ конструкций машин для дробления кормов / З.С. Хабибуллин, Р.Р. Лукманов, С.А. Сеницкий, 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.

19. 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, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 182-184.

20. Вагизов, Т.Н. Повышение износостойкости рабочих органов дисковых сошников / Т.Н. Вагизов, Р.Р. Ахметзянов, Р.Р. Шайхутдинов // 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. 232-237.

УДК 619:618.19.-002

Лукманов Руслан Рушанович
Кандидат технических наук, доцент
look-rus@mail.ru

Нафиков Инсаф Рафитович
Кандидат технических наук, доцент
insaf-82@mail.ru

Кашапов Ильдар Ильясович
Старший преподаватель
ildarc.84@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СБОРА МОЛОКА С ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Аннотация. Приводится описание устройства и принципа работы автоматизированной установки для порционного сбора и транспортировки молока позволяющего повысить производительность сбора и доставки высококачественного цельного молока с фермерских хозяйств и частного подворья потребителю, за счёт автоматизации процессов сбора, учёта и идентификации молокосдатчика.

Ключевые слова: молоко, сбор, транспортировка, автоматизированная установка.

Ruslan R. Lukmanov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
look-rus@mail.ru

Insaf R. Nafikov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
insaf-82@mail.ru

Ildar I. Kashapov
Senior lecturer
ildarc.84@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

AUTOMATED MILK COLLECTION PLANT FROM FARMS

Abstract. The description of the device and the principle of operation of an automated installation for batch collection and transportation of milk is given, which allows to increase the productivity of collecting and delivering high-quality whole milk from farms and private farmsteads to the consumer, by automating the processes of collection, accounting and identification of the milk dispenser.

Key words: milk, collection, transportation, automated installation.

Наряду с поднятием уровня жизни жители развитых стран всё больше стремятся употреблять экологически чистые, натуральные продукты питания. Чтобы продукт не потерял свежесть и доставался в срок необходимо правильно организовывать логистику. Энергетические средства, используемые для этих целей, постоянно нуждаются в совершенствовании и своевременном обслуживании, при этом необходимо оптимизировать уровень их эксплуатации [3, 4, 17...20].

Молоко относится к скоропортящимся продуктам питания. При этом необходимо соблюдать определенные требования при хранении и транспортировке. Одним из важных требований является температура молока, она должна составлять +4 °С, чтобы не развивались молочнокислые бактерии, которые приводят к порче молока [5].

Достаточно трудоемкой операцией является сбор молока от частного подворья. Для облегчения процесса доения коров в частных подворьях не редко начали использовать промышленные доильные аппараты [12, 16]. Для транспортировки выдоенного молока используются различные молочные автоцистерны объемом от 1000 л до 13400 л. Они обычно устанавливаются на раму шасси автомобилей. Для продажи цельного молока предпочтительным является объем цистерны 1000-1200 л, позволяющий за день реализовать на рынке всё имеющееся молоко в цистерне.

Основным недостатком при сборе молока является большие затраты ручного труда, так как крышка люка молочной цистерны находится достаточно высоко и сливать молоко с емкости в цистерну является тяжелой операцией. В связи с этим поставлена задача минимизировать ручной труд при сборе молока из частного подворья.

На кафедре машин и оборудования в агробизнесе Казанского ГАУ разработана автоматизированная установка для порционного сбора и транспортировки молока (рисунок 1) [13].

Он содержит раму, на которую установлена герметичная цилиндрическая емкость с молочным шлангом. В верхней части емкости имеется люк с откидной крышкой, а в нижней – кран для слива. Емкость соединена с вакуумным агрегатом через устройство для сбора конденсата и ресивер с помощью вакуумных шлангов. Вакуумный агрегат состоит из вакуумного насоса и бензинового генератора. Для приемки молока из тары установка содержит приемный патрубок, соединенный с помощью молочного шланга с емкостью, который состоит из датчика контроля наличия молока, фильтра, анализатора, электромагнитного клапана и счетчика. Для сбора, учета, идентификации молока датчика и интегрирования собранной информации в облачное хранилище данных в установке содержится блок управления.

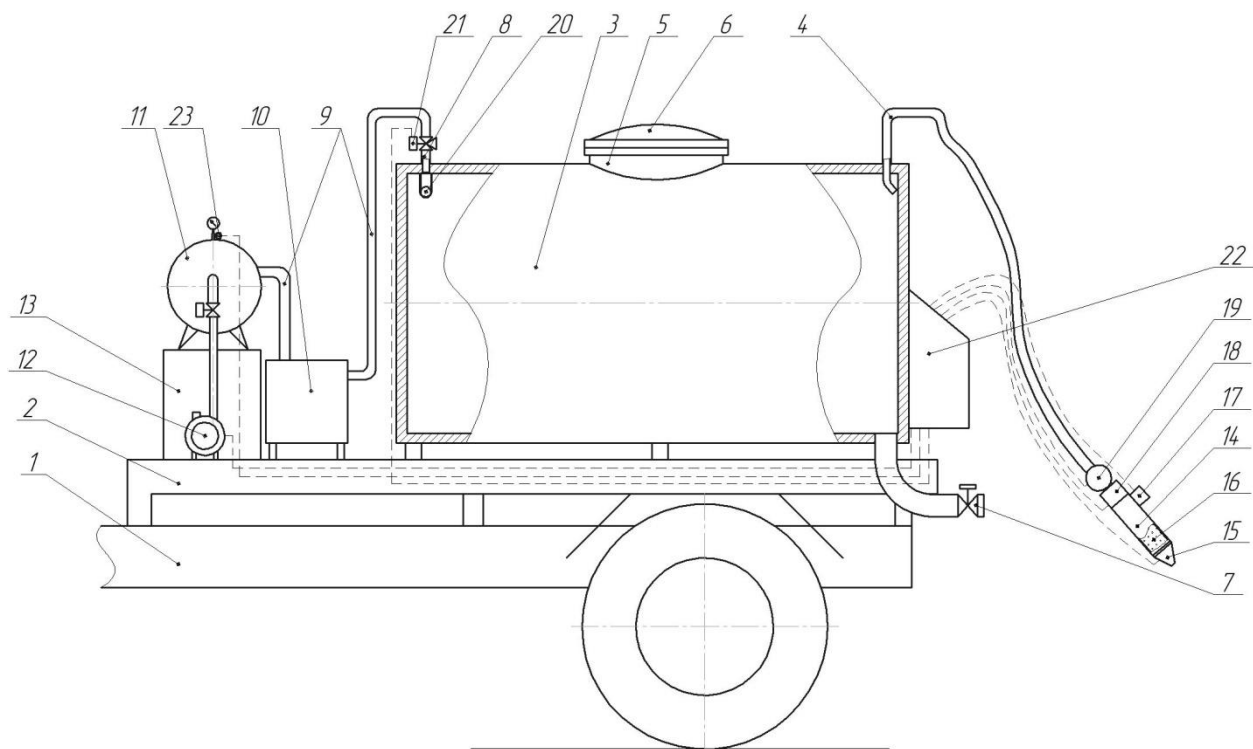


Рисунок 1 – Автоматизированная установка для порционного сбора и транспортировки молока (Патент РФ № 2751084)

Принцип работы установки заключается в следующем. Перед тем как включить установку необходимо с помощью блока управления завести бензиновый генератор с помощью стартера. От бензогенератора подается питание на блок управления, вакуумный насос [3, 11, 14, 15] и электромагнитный трехходовой клапан. Вакуумный насос включается и создает вакуум [1, 2, 8] в вакуумной линии через устройство для сбора конденсата, вакуумный ресивер и в емкости для сбора молока. Вакуум в емкости будет использоваться в дальнейшем для всасывания молока из различных приемных тар, используемых при сдаче молока. Величина вакуума в емкости поддерживается при помощи вакуумного датчика и блока управления.

Сбор молока в емкость происходит следующим образом, вначале приемный патрубок погружают в тару с молоком, где датчик электропроводности подает сигнал на блок управления. После принятия сигнала блок управления включает электромагнитный клапан тем самым открывает его. За счет вакуума молоко начинает поступать в емкость, при этом проходит через анализатор и счетчик молока. После опорожнения тары цепь между электродами обрывается, и клапан закрывается, предотвращается всасывание воздуха.

Для идентификации молока датчика с помощью бесконтактных чип-карт имеется контроллер, который также позволяет фиксировать объем, качество молока, время начала и конца, продолжительность и точное местоположение при приеме молока [6, 7, 9].

При завершении сбора молока отключается вакуумный насос и бензиновый генератор. Опорожнение ёмкости происходит в следующем образом. После приезда в пункт сдачи молока открывают кран и самотеком происходит опорожнение ёмкости.

После продажи (или сдачи) молока герметичную крышку люка открывают и промывают ёмкость высоконапорной струей воды.

Использование автоматизированной установки для порционного сбора и транспортировки молока позволяет повысить производительность сбора и доставки высококачественного цельного молока с фермерских хозяйств и частного подворья потребителю, за счёт автоматизации процессов сбора, учёта и идентификации молока датчика. При каждом приеме молока осуществляется анализ качества сданного молока и считывается его объем с фиксацией и сохранением данных в памяти блока управления с интеграцией информации в облачном хранилище данных [10].

Литература

1. Rationale for vacuum-pulse pump devices applied on cattle farms / I. R. Nafikov, R. K. Khusainov, R. R. Lukmanov [et al.] // BIO Web of Conferences : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00126.

2. Волков, И.Е. Совершенствование вакуумных средств механизации в молочном животноводстве : теория, конструкции, расчеты / И.Е. Волков, Б.Г. Зиганшин. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2006. – 274 с. – ISBN 5-7464-1417-4.

3. 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.

4. 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.

5. Зиганшин, Б. Г. Влияние техники и технологии производства молока на качество заготавливаемой продукции / Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев, А.И. Фокин // 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. 160-164.

6. Зиганшин, Б.Г. О некоторых методологических аспектах создания и развития цифровой экономики / Б.Г. Зиганшин, Ш.М. Газетдинов // 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. 9-11.

7. Использование современных технологий в молочном животноводстве / Ф.Ф. Ситдинов, 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.

8. К определению конструктивно-технологических параметров двухроторного вакуумного насоса / Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев, И.И. Кашапов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 4(26). – С. 75-78.

9. Необходимость внедрения инновационных технологий в молочном животноводстве / Ф.Ф. Ситдинов, 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. Опыт Казанского ГАУ в подготовке инженерных и научных кадров для цифрового сельского хозяйства / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, А.В. Дмитриев [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 434-442.

11. Патент № 2382905 С2. Насос вакуумный двухроторный : № 2008117233/06 : заявл. 29.04.2008 : опубл. 27.02.2010 / И.Н. Гаязиев, И.Е. Волков, Б.Г. Зиганшин ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет».

12. Патент № 2681886 С1. Двухтактный доильный аппарат попарного доения: № 2018116963 : заявл. 07.05.2018 : опубл. 13.03.2019 / Р.Р. Лукманов, Б.Г. Зиганшин, Г.Г. Булгариев, И.Р. Нафиков; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

13. Патент № 2751084 С1. 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, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

14. Патент на полезную модель № 127136 U1. 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, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ.

15. Патент на полезную модель № 127837 U1. Двухроторный вакуумный насос : № 2012152736/06 : заявл. 06.12.2012: опубл. 10.05.2013 / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.] ; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ.

16. Патент на полезную модель № 184957 U1. 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, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

17. Салахов И.М. Анализ стратегий технического обслуживания и ремонта машин и оборудования АПК / И. М. Салахов, Н. Ф. Вафин, Т. С. Обухов [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. 142-146.

18. Салахов, И.М. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобильного транспорта / И. М. Салахов, А. В. Матяшин, Т. Н. Вагизов // 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). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 290-295.

19. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

20. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-14-4-91-95.

УДК 631.344.8

Рахимзянов Ильназ Азатович*Студент**e575kv116@mail.ru***Нафиков Инсаф Рафитович***Кандидат технических наук, доцент**insaf-82@mail.ru***Лукманов Руслан Рушанович***Кандидат технических наук, доцент**look-rus@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ТЕПЛИЦ

Аннотация. Приводятся способы управления микроклиматом теплиц. Рассматривается возможность регулирования параметров с применением микропроцессоров для координированного управления множеством исполнительных устройств теплицы.

Ключевые слова: микроклимат, теплица, автоматизация, система управления, микропроцессор, регулирование параметрами.

Ilnaz A. Rakhimzyanov*Student**e575kv116@mail.ru***Insaf R. Nafikov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**insaf-82@mail.ru***Ruslan R. Lukmanov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**look-rus@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

IMPROVEMENT OF THE GREENHOUSE MICROCLIMATE MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. The methods of controlling the microclimate of greenhouses are given. The possibility of parameter control using microprocessors for coordinated control of a variety of greenhouse actuators is considered.

Keywords: microclimate, greenhouse, automation, control system, microprocessor, parameter control.

Агропромышленный комплекс в частности вся сельскохозяйственная отрасль в целом активно вовлечены в процесс цифровизации. Данная тенденция обусловлена общими направлениями социально-экономического развития нашего государства. Результатом цифровизации агропромышленного комплекса должно явиться развитие сельского хозяйства, способного обеспечивать продовольственную безопасность страны [1-4, 14].

В современных промышленных теплицах не все параметры микроклимата, имеющие важное значение для жизнедеятельности растений, могут быть регулируемыми, т.к. в некоторых случаях отсутствует необходимые элементы автоматики, а в некоторых - соответствующее технологическое оборудование. Но даже тогда, когда исполнительные устройства и установки для регулирования того или иного параметра имеются, тем не менее, применяются самые простые и малоэффективные принципы управления. Достаточно сказать, что в большинстве промышленных теплиц замкнутые системы регулирования используются в основном для управления температурой воздуха и только в незначительной части теплиц для регулирования относительной влажности воздуха. Параметры почвенного слоя, концентрацию углекислого газа в воздухе регулируют с помощью разомкнутых систем программного управления [5].

Примитивность применяемых методов управления находится в резком противоречии со сложностью задач управления параметрами микроклимата теплиц, и это, естественно, приводит к неудовлетворительным результатам. Поэтому весьма актуальной задачей является совершенствование систем управления микроклиматом теплиц, повышение точности и качества регулирования, в частности, за счет применения микропроцессоров. Это совершенствование может быть ориентировано по следующим направлениям [7].

Коррекция динамических свойств систем регулирования. Как показывают исследования динамических свойств теплиц, они как объекты управления интегральными параметрами микроклимата могут считаться простыми инерционными звеньями. Однако, неблагоприятные динамические свойства остальных элементов систем регулирования усложняют задачу управления [13]. Применение микропроцессоров открывает возможность регулирования параметрами микроклимата теплиц.

Теплица при управлении микроклиматом является многосвязным объектом. Некоторые управляющие воздействия являются возмущающими для других каналов управления. Например, для поддержания высокой относительной влажности воздуха в одноканальном рабочем отсеке типовой блочной теплицы необходимо распылять влагу со средним расходом порядка 0,10 кг/с. Но испарение

этой влаги за счет теплопоглощения из воздуха эквивалентно охлаждающему воздействию, сильно возмущающему канал регулирования температуры воздуха [12]. В то же время повышение температуры снижает относительную влажность воздуха, а включение вентиляции для охлаждения приводит к снижению относительной влажности воздуха и концентрации углекислого газа. Включением мощных осветительных установок при досвечивании растений или газогенераторов при подкормке их углекислым газом создают возмущающее воздействие, подогревающее теплицу. Следовательно, для повышения точности управления параметрами микроклимата теплиц целесообразно проектировать многосвязные системы регулирования с перекрестными связями по управляющим воздействиям, что невозможно осуществить при использовании обычных регуляторов [10, 11].

Комбинированное управление. Стеклопленочные ограждающие конструкции теплиц обладают весьма слабыми теплоизолирующими свойствами и не обеспечивают герметизации рабочих отсеков. Поэтому быстрые изменения температуры наружного воздуха, мощности солнечной радиации (при переменной облачности), скорости и направления ветра способны привести к существенному изменению температуры воздуха внутри теплицы, если действие этих возмущений не будет своевременно скомпенсировано соответствующими изменениями управляющих воздействий. Учитывая большую инерционность объектов управления и измерителей, можно утверждать, что для ослабления действия возмущающих факторов целесообразно применение принципа управления по возмущению одновременно с использованием обратной связи. Это требует изменения алгоритмов управления и учета в регулирующем устройстве дополнительной информации, поступающей от датчиков возмущений [8, 9].

Повышение точности измерений. При регулировании интегральных параметров повышение точности управления может быть достигнуто за счет повышения точности измерения и оценивания регулируемых координат. В частности, может быть увеличено количество точек измерения и усложнены алгоритмы обработки измерительной информации (усреднение, фильтрации, комплексирование и т.д.). Для этого прежде всего необходимы достаточно совершенные вычислительные устройства [6].

Учет распределённости параметров. Определенной особенностью современных промышленных теплиц являются большие размеры рабочих отсеков. В типовых блочных теплицах отечественного производства полезная площадь в одном отсеке достигает одного гектара. Как следствие этого, возникает проблема неравномерности распределения регулируемых величин или по объему, или по площади теплицы. Это усложняет управление. Даже если решены технически

сложные задачи измерения и оценки распределенных параметров, то остается еще более сложная задача создания распределенных управляющих воздействий, которая не может быть решена без изменения технологических установок, используемых для создания и управления микроклиматом теплиц, и без резкого усложнения алгоритмов управления. Без применения микропроцессоров реализация таких алгоритмов, обеспечивающих координированное управление множеством исполнительных устройств, не представляется возможной.

Среди других направлений совершенствования систем автоматического управления микроклиматом теплиц можно отметить также возможность применения адаптивного управления, устраняющего неблагоприятное влияние нестабильности динамических параметров систем, возможность применения автоматического встроенного контроля систем регулирования, обеспечивающего передачу информации о состоянии системы на центральный диспетчерский пункт и т.д.

Литература

1. Хусаинов, Р.К. Влияние качества технического обслуживания на работоспособность тракторов / Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Т.А. Хусаинова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. С. 310-314.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Зиганшин, Б.Г. О некоторых методологических аспектах создания и развития цифровой экономики / Б.Г. Зиганшин, Ш.М. Газетдинов // 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. 9-11.

7. Струйный распылитель жидкостей / Б.Л. Иванов, М.А. Лушнов, И.И. Кашапов, Р.Ф. Шарафеев // 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. 126-131.

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, 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). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 99-105.

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, 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). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 33-39.

10. 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.

11. 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.

12. Патент на полезную модель № 195491 U1. Распылитель жидкости: № 2019123645: заявл. 22.07.2019: опубл. 29.01.2020 / Р.Ф. Сабиров, А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин [и др.]; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

13. Константинов, Р.И. Техническое решение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур / Р.И. Константинов, Д.Т. Халиуллин // 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. 120-126.

14. Сабиров, Б.М. Анализ конструкций машин для дробления зерна / Б.М. Сабиров, И.М. Гомаа, Ф.Ф. Хасанова // 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. 171-177.

ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 631.526.325. 633.15

Михайлова Марина Юрьевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель

Marisha.m.u@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ВЫБОР ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. В статье представлены данные проведенных исследований в Республике Татарстан в зонах Предволжья и Предкамья по отзывчивости районированных гибридов кукурузы в 7 регионе на улучшение почвенного питания за счет внесения расчетных норм минеральных удобрений. Изучаемые приемы интенсификации способствовали большему нарастанию растений в высоту. Растения гибридов Нур и Биляр 160 в фазу молочной спелости достигали максимальной высоты на расчетном фоне NPK на 70 т/га 211,0 и 205,3 см. Возделывание данных гибридов обеспечивало получение максимальных урожаев зеленой массы. На расчетном фоне NPK на 70 т/га урожайность при возделывании гибрида Нур составила 67,6 т/га, гибрида Биляр 160 – 67,1 т/га. В среднем это на 9,0 т/га больше, величины урожайности гибридов Краснодарский 194 и РОСС 140.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, ФАО, раннеспелые, отзывчивость, расчетные нормы удобрений, фоны питания, урожайность.

Marina Yu. Mikhailova

Candidate of agricultural sciences, senior lecturer

Marisha.m.u@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

SELECTION OF MAIZE HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract. The article presents the data of studies conducted in the Republic of Tatarstan in the Pre-Volga and Pre-Kama regions on the responsiveness of zoned maize hybrids in the 7th region to improve soil nutrition due to the introduction of calculated norms of mineral fertilizers. The studied methods of intensification contributed to a greater growth of plants in height. Plants of Nur and Bilyar 160 hybrids in the phase of milk ripeness

reached the maximum height on the calculated background of NPK at 70 t/ha 211.0 and 205.3 cm. The cultivation of these hybrids ensured the maximum yields of green mass. Against the calculated background of NPK for 70 t/ha, the yield for Nur hybrid cultivation was 67.6 t/ha, and for Bilar 160 hybrid - 67.1 t/ha. On average, this is 9.0 t/ha more than the yield values of the Krasnodar 194 and ROSS 140 hybrids.

Keywords: maize hybrids, FAO, early maturing, responsiveness, calculated fertilizer rates, nutrition backgrounds, yield.

Введение. Отзывчивость кукурузы на улучшения почвенного питания за счет минеральных удобрений зависит от сортовых особенностей: при этом гибриды более отзывчивые, нежели сорта [1, 2, 3]. Половина прироста урожайности культуры обеспечивается за счет правильно подобранного сорта или гибрида, а другая половина зависит от применяемых приемов интенсификации: агрохимикатов, пестицидов, минеральных и органических удобрений [4, 5, 6, 7]. Сорт и технология выступают неразделимыми элементами. Их совместная работа более эффективна, нежели по отдельности [8, 9].

Подбор высокоурожайных сортов и гибридов кукурузы – немаловажный прием повышения выхода продукции с каждого гектара сельскохозяйственных угодий [10, 11].

Применение отечественных гибридов кукурузы сокращает скорость прохождения фенофаз, помогает созреванию початков и способствует повышению урожайности на 8-14%. Однако по скорости накопления биомассы и уровню урожайности отечественные гибриды кукурузы уступают зарубежным гибридам на 20-30% [12].

Отечественные гибриды по ряду хозяйственно важных признаков не уступают импортным [13].

Именно минеральные и органические удобрения служат главными рычагами в значительном повышении урожайности гибридов кукурузы на зеленую массу [14, 15, 16].

Цель исследований. Основная цель проведения исследований – подбор наиболее отзывчивых районированных в 7 регионе гибридов кукурузы на внесение расчетных норм минеральных удобрений.

Задачи исследований. Для решения поставленной цели были выделены следующие задачи:

- выделить положительное влияние минеральных удобрений на рост и развитие районированных гибридов кукурузы в течение вегетации;
- изучить влияние минеральных удобрений на урожайность гибридов кукурузы;
- рассчитать экономическую эффективность изучаемых приемов;
- определить опытным путем наиболее отзывчивые и урожайные гибриды кукурузы в Республике Татарстан.

Материалы и методы исследований. Опыты закладывались в два этапа на серых лесных почвах Республики Татарстан. В 2013-2015 годах в зоне Предволжья РТ и в 2019-2020 годах в Предкамье РТ. Двухфакторный опыт с последовательным размещением делянок. Для посева использовались районированные в 7 регионе гибриды кукурузы. Нормы удобрений были рассчитаны расчетно-балансовым методом на планируемый урожай [17, 18, 19, 20]. Кукуруза возделывалась для получения зеленой массы, с последующей возможностью закладки на силос.

Схема опыта:

Фактор А – фоны питания:

- 1) Без удобрений;
- 2) NPK на 50 т/га;
- 3) NPK на 70 т/га.

Фактор Б – гибриды кукурузы:

- 1) Краснодарский 194;
- 2) РОСС 140
- 3) Нур;
- 4) Биляр 160.

Краснодарский 194 - двойной межлинейный раннеспелый гибрид (ФАО 190). Используется на зерно и силос. Максимальная урожайность сухого вещества 68,9 ц/га.

РОСС 140 - трехлинейный раннеспелый гибрид (ФАО 150). Пригоден для использования на зерно и силос. Потенциал урожайности на силос 570-600 ц/га.

Нур – раннеспелый трехлинейный гибрид (ФАО 150) универсального направления использования. Максимальный урожай сухого вещества 15,82 т/га.

Биляр 160 – гибрид универсального использования с ФАО 160, раннеспелый, трехлинейный гибрид.

Расчетные нормы минеральных удобрений вносились в два этапа: допосевное внесение сложных удобрений под предпосевную культивацию разбросным способом и дополнительное внесение или подкормка прикорневая аммиачной селитрой при междурядной обработке.

Косвенным методом проводился учет урожайности кукурузы на зеленую массу. Экономические показатели рассчитывались по методике, предложенной СибНИИСХ.

Результаты исследования. Нарастание вегетативной массы кукурузы в течение вегетации при возделывании ее на кормовые цели – важнейший показатель, характеризующий отзывчивость гибридов на изучаемые приемы интенсификации производства. Понаблюдаем, как менялась высота растений разных гибридов кукурузы в течение вегетации (таблица 1). В начальные фазы роста (7-8 листьев)

варьирование гибрида по высоте растений в пределах вариантов с фонами питания было в пределах от 1,1 до 19,9 см. Наибольшей высоты растения достигали на варианте NPK на 70 т/га. В фазу выметывание – цветение высота растений стала от 153,8 до 166,0 см на варианте без удобрений, от 162,7 до 167,7 см на варианте NPK на 50 т/га и 177,1 - 183,4 см на варианте с максимальной нормой минерального удобрения.

Таблица 1 - Высота растений, см

Фоны питания	Гибриды	Фазы развития		
		7-8 листьев	Выметывание-Цветение	Молочная спелость
Без удобрений	Краснодарский 194	30,8	166,0	186,7
	РОСС 140	34,4	153,8	169,8
	Нур	45,9	165,9	171,7
	Биляр 160	39,0	162,3	169,3
NPK на 50 т/га	Краснодарский 194	37,4	167,7	189,8
	РОСС 140	35,5	162,7	177,0
	Нур	51,8	167,6	181,0
	Биляр 160	46,7	167,3	184,7
NPK на 70 т/га	Краснодарский 194	38,6	182,4	192,9
	РОСС 140	36,9	180,6	190,3
	Нур	56,8	183,4	211,0
	Биляр 160	58,9	177,1	205,3

В фазу молочной спелости зерна гибриды кукурузы достигли максимальной высоты. Так на безудобренном варианте растения кукурузы достигали максимальной высоты у гибрида Краснодарский 194 (186,7 см), минимальной – у гибрида Биляр 160 (169,3 см). С внесением минеральных удобрений значение высоты растений увеличилось в среднем по гибридам на 8,8 см на расчетном фоне NPK на 50 т/га и на 25,5 см на варианте NPK на 70 т/га. Наиболее отзывчивым оказался гибрид Нур и Биляр 160, их прибавка в высоту от применения минеральных удобрений составила 9,3 и 15,4 см (NPK на 50 т/га) и 39,3; 36,0 см (NPK на 70 т/га).

Урожайность – важнейший показатель, отражающий эффект от применяемых приемов интенсификации производства сельскохозяйственных культур. Внесение минеральных удобрений под разные гибриды кукурузы положительно сказалось на показателях урожайности (табл. 2). Так урожайность на варианте без удобрений была 25,1 т/га у гибрида Краснодарский 194, 22,6 т/га у гибрида РОСС 140, 30,7 т/га у гибрида Нур и 36,3 т/га у гибрида Биляр 160. Уже на контроле заметен потенциал гибрида Биляр 160. При естественной величине почвенного плодородия серых лесных почв Прекамья гибрид Биляр 160 способен сформировать такую величину урожайности зеленой массы в фазу молочно-восковой спелости.

С внесением минеральных удобрений урожайность увеличилась. У гибрида Краснодарский 194 величина урожайности достигала 41,3 т/га, у гибрида РОСС 140 – 37,8 т/га, у гибрида Нур – 47,7 т/га и гибрида Биляр 160 – 49,6 т/га.

На фоне NPK на 70 т/га тенденция с ростом урожайности сохранилась. Прибавка урожайности в среднем составила 34,7 т/га, по сравнению с контролем. Так максимальная урожайность была достигнута при выращивании гибрида Биляр 160 – 68,1 т/га, а наибольшая прибавка урожайности выявилась при возделывании гибрида Нур – 36,9 т/га.

Таблица 2 - Урожайность и прибавка урожайности, т/га

Фоны питания	Гибриды	Показатели	
		Урожайность	Прибавка
Без удобрений	Краснодарский 194	25,1	-
	РОСС 140	22,6	-
	Нур	30,7	-
	Биляр 160	36,3	-
NPK на 50 т/га	Краснодарский 194	41,3	16,2
	РОСС 140	37,8	15,2
	Нур	47,7	17,0
	Биляр 160	49,6	13,3
NPK на 70 т/га	Краснодарский 194	60,8	35,7
	РОСС 140	56,9	34,3
	Нур	67,6	36,9
	Биляр 160	68,1	31,8

Выводы. В условиях Республики Татарстан при возделывании кукурузы на кормовые цели из районированных исследуемых гибридов рекомендуются гибриды Биляр 160 и Нур. Внесение расчетных норм минеральных удобрений обеспечивает получение высокой урожайности зеленой массы у гибрида Биляр 160 49,6 т/га на расчетном фоне NPK на 50 т/га и 68,1 т/га при внесении NPK на 70 т/га. А наиболее отзывчивым на изучаемые приемы интенсификации на обоих вариантах оказался гибрид Нур. Прибавка урожайности с каждого гектара при возделывании данного гибрида составила 17,0 т (NPK на 50 т/га) и 36,9 т (NPK на 70 т/га).

Литература

1. Исследование явлений паводкового стока в низовьях Кубани в экстремальных условиях мелиораций / И.Н. Папенко, О.О. Косенко, У.В. Махонина [и др.] // Альманах мировой науки. - 2016. - № 2-1 (5). - С. 31 - 34.

2. Mikhailova M. The effect of nutritional backgrounds on the formation of leaf surface and yield and green mass of corn / M.U. Mikhailova I.P. Talanov // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical

Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Re-sources” (FIES 2019). - 2020. - С. 00074.

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 / М.Ю. Михайлова, Р.В. Миникаев // Плодородие. – 2020. - № 3 (114). – С. 12-14.

4. Пахомова, В.М. О новом механизме действия хелатных микроудобрений при некорневой обработке растений / В.М. Пахомова, А.И. Дамина // 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: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2019. - С. 187-193.

5. Minikajev R. Optimization of the main tillage in the grey forest rotation of the Predkamye region of the Republic of Tatarstan / Minikajev R., Saifiyeva G., Manukova I. // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). - 2020. - С. 00066.

6. Safiollin F.N. Fertilizers and biological products used for cultivation of perennial grasses on gray forest soils of the Middle Volga region / Safiollin F.N., Suleymanov S.R., Sochneva S.V., Trofimov N.V., Malganova I.G. // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). - 2020. - С. 00062.

7. 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.

8. Семин, А.С. Проблемы российского семеноводства при переходе к рынку / А.С. Семина // Селекция и семеноводство. – 1999. - № 4. – С. 16-19.

9. Биологическая защита растений от стрессов: учебное пособие для вузов / Л.З. Каримова, В.А. Колесар, Р.И. Сафин, Г.К. Хузина. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 100 с.

10. Прохорова, Л.Н. Агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы при использовании минеральных удобрений и регуляторов роста и развития растений / Л.Н. Прохорова, Н.А. Кириллов, А.И. Волков // Почва - национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния. – Ижевск, 2015. – С. 128-133.

11. Орехов, С.В. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от применения микроудобрений на основе меди, цинка и марганца в условиях Предкамья Республики Татарстан / С.В. Орехов, И.М. Сержанов, Л.М. Егоров // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. - С. 324-331.

12. Сравнительная характеристика урожайности гибридов кукурузы в агроклиматических условиях Республики Марий Эл / Н.А. Кириллов, В.М. Измestьев, А.К. Свечников, Е.А. Соколова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. - № 6 (68). – С. 37-41.

13. Москвичев, А.Ю. Обоснование некоторых элементов совершенствования технологии возделывания зерновой кукурузы в черноземной зоне Волгоградской области / А.Ю. Москвичев, С.В. Еремин, А.П. Дубровин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2008. - № 1 (9). – С. 22-29.

14. 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.

15. Mikhailova M.U. Cultivation of corn hybrids on the expected nutritional background in the Volga region of the Republic of Tatarstan / M.U. Mikhailova I.P. Talanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. С. 012008.

16. Михайлова, М.Ю. Оптимальная система удобрений и выбор гибрида – залог получения запланированных урожаев кукурузы на кормовые цели / М.Ю. Михайлова // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 623-629.

17. Амиров, М.Ф. Формирование урожая яровой пшеницы в зависимости от использования минеральных удобрений, микроэлементов, и гербицида в условиях Республики Татарстан / М.Ф. Амиров, Д.И. Толокнов // Плодородие. – 2020. - № 3 (114). – С. 6-9.

18. 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. 24. - № 2 (53). – С. 52-57.

19. Сабирова, Р.М. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы на основе биологизации земледелия / Р.М. Сабирова, Р.С. Шакиров // 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: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2019. - С. 204-211.

20. Сержанов, И.М. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И.М. Сержанов, Ф.Ш. А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. - Т. 14. - № 2 (53). – С. 52-57.

УДК 633.34:631.8

Колесар Валерия Александровна
Кандидат биологических наук, доцент
klerochka@gmail.com
Казанский государственный аграрный университет, Казань

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СОИ ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Аннотация. В 2020 году проводилась оценка и изучение продуктивности и экологической пластичности разных сортов сои зарубежной селекции. Погодные условия в год исследований можно считать достаточно благоприятными для растений сои. Также данные погодные условия способствовали массовому развитию листовых болезней сои.

Оценивая поражённость сои корневыми гнилями, можно отметить, что наименее ими поражен сорт Аннушка, а наиболее – Амбелла. Самая большая поражённость листьев септориозом была также у сорта Амбелла, а менее поражаем им был сорт Мерлин.

Исходя из оценки продуктивности разных сортов сои зарубежной селекции, мы видим, что наиболее урожайным и экологически пластичным оказался сорт Аннушка.

Ключевые слова: сорта сои зарубежной селекции, септориоз, корневые гнили, урожайность, сухая биомасса, Аннушка, Мерлин, Амбелла.

Valeria A. Kolesar
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
klerochka@gmail.com
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ECOLOGICAL PLASTICITY AND PRODUCTIVITY OF DIFFERENT VARIETIES OF SOYBANKS OF FOREIGN BREEDING

Abstract. In 2020, an assessment and study of the productivity and ecological plasticity of different varieties of soybeans of foreign selection was carried out. The weather conditions in the year of research can be considered quite favorable for soybean plants. Also, these weather conditions contributed to the massive development of soybean leaf diseases.

Assessing the infestation of soybeans by root rot, it can be noted that the Annushka variety was the least affected by them, and Ambella the most. The greatest infection of leaves with septoria was also in the variety Ambella, and the variety Merlin was less affected by it.

Based on the assessment of the productivity of different varieties of soybeans of foreign selection, we see that the Annushka variety turned out to be the most productive and ecologically plastic.

Keywords: soybean varieties of foreign selection, septoria, root rot, yield, dry biomass, Annushka, Merlin, Ambella.

Соя является относительно пластичной сельскохозяйственной культурой. В Российской Федерации данную культуру возделывают во многих регионах, включая и Татарстан [1].

Кроме агрохимического состояния почвы [2; 3], агроклиматических условий [4], минерального питания, различных удобрений [5; 6; 7], химических препаратов [8; 9] и биопрепаратов [10; 11] большое значение имеет адаптационный потенциал используемых сортов. Однако, всё также мало изучены технологии сохранения и поддержания высокой продукционной способности недавно полученных новых сортов на должном уровне. Конечно, является важным не только применение различных удобрений и биопрепаратов [12; 13; 14], но и сохранение адаптационного сортового потенциала применительно к имеющимся условиям выращивания, к преодолению сортами абиотических и биотических стрессов. [15; 16; 17]. Изучение данного вопроса и, верного, в связи с этим, подбора сортов, исходя из природно-климатических условий района выращивания, позволит повысить экономические показатели их возделывания [18; 19].

Таким образом, актуальным является изучение, сравнение и оценка зарубежных сортов сои по их продуктивности и устойчивости к болезням в условиях Республики Татарстан.

Цель исследований: сравнительное определение продуктивности и экологической пластичности сортов сои зарубежной селекции в почвенно-климатических условиях РТ.

Испытания сортов осуществлялись в 2020 году на делянках опытного поля около села Нармонка [20].

Были заложены опытные варианты с использованием сортов зарубежной селекции, таких как: Аннушка, Мерлин и Амбелла.

Погода 2020 года охарактеризовывалась как достаточно благоприятная для растений сои. В мае было много осадков. Температурный показатель был в пределах нормы. В месяце июне была отмечена засуха и холодная погода. Отклонения от среднемноголетней нормы по осадкам составило 50%, а по температурному режиму - 1,9°C. В месяце июле засуха продолжилась. По августу, можно сказать, что погодные явления были неустойчивы, было холодно и шли дожди. В сентябре ситуация поменялась, так как в этом месяце отмечались засуха и было тепло. Данные погодные особенности способствовали активному распространению заболеваний листового аппарата сои.

Нормы посева зёрен сои были 0,7 млн. шт. в.с./га. Посевные работы провели в утренние часы пятнадцатого мая, способ рядовой, сеялка – СН-16 по общепринятым агротехнологиям выращивания данной культуры в зоне Предкамья Поволжья.

Перед предпосевной культивацией, были внесены минеральные удобрения. В физическом весе диаммофоски – 3ц, а аммиачной селитры – 1ц. Опытные делянки были убраны 4 сентября.

Изучались сорта сои по следующей схеме: 1. Аннушка (стандарт); 2. Мерлин (сорт европейской селекции); 3. Амбелла (новый опытный сорт).

Обработку семян соевым ризоторфином проводили непосредственно перед посевом.

Опытные площадки делянок составляли тридцать квадратных метров, а площадки делянок для учета двадцать пять квадратных метров. В опыте повторность – четырехкратная, размещение делянок последовательное. Предшественник – озимая пшеница.

В результате анализов агрохимического состава почвы, мы видим, что она светло-серая лесная, плодородная, содержание гумуса 4,41% (относительно высокое).

Анализ и обсуждение результатов. Далее, как, мы видим из следующей таблицы, по результатам оценки поражения растений корневыми гнилями, менее всего им подвержен сорт Аннушка (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели развития и распространённости корневых гнилей на сортах сои зарубежной селекции, %, 2020 г

Сорт	Фаза бутонизации		Фаза цветения	
	Развитие (R)	Распространенность (P)	Развитие (R)	Распространенность (P)
Аннушка	2,25	40	2,5	100
Мерлин	7,25	70	6,5	100
Амбелла	12,5	100	8,5	100

Судя по данной таблице, мы видим, что минимальное поражение растений сои корневыми гнилями в фазу бутонизации отмечалось у сорта Аннушка.

В фазу цветения так же минимальным поражением корневыми гнилями может похвастаться сорт Аннушка. Максимальное развитие и распространенность корневых гнилей в обе фазы вегетации были отмечены у сои сорта Амбелла.

На следующей таблице, мы можем с вами видеть данные по развитию септориоза на листьях сои различных сортов в фазу цветения (таблица 2).

Таблица 2 – Поражённость септориозом разных сортов сои зарубежной селекции в фазу цветения, 2020 г

Сорт	Септориоз, %	
	Развитие (R)	Распространенность (P)
Аннушка	8	40
Мерлин	4	20
Амбелла	20	100

Наименьшие показатели развития септориоза получил сорт Мерлин. А максимальное развитие и распространенность у сорта Амбелла.

Далее посмотрим результаты оценки сухой растительной массы соевых сортов (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – Сухая масса стеблей с листьями различных сортов сои зарубежной селекции, %, 2020 г

Сорт	Сухая масса надземных частей сои в фазу цветения, г	Сухая масса надземных частей сои на момент полной спелости, г
Аннушка	8,28	18,98
Мерлин	2,22	12,30
Амбелла	2,86	4,85

Наибольшая масса надземных частей растений в фазу цветения отмечалась на опыте с сортом Аннушка. На момент полной спелости наибольшая масса все так же у сорта Аннушка.

Таблица 4 – Сухая биомасса корней различных сортов сои зарубежной селекции, %, 2020 г

Сорт	Сухая масса надземных частей сои в фазу цветения, г	Сухая масса надземных частей сои на момент полной спелости, г
Аннушка	1,22	2,20
Мерлин	0,74	1,35
Амбелла	1,22	2,90

В фазу цветения наибольшие показатели массы корней были у Аннушки и Амбеллы. На момент полной спелости наибольшая масса была у сорта Амбелла.

Морфоструктурные показатели сои представлены ниже по тексту (таблица 5).

Самая большая длина растений наблюдалась у сорта Аннушка, наибольшая длинна корней, количество листьев на растении, число бобов так же у сорта Аннушка, однако высота прикрепленного нижнего боба наибольшая была у сорта Амбелла.

Таблица 5 – Морфоструктурные показатели сои различных сортов зарубежной селекции, 2020 г

Сорт	Длина растений, см	Длина корней, см	Число лист. на раст., штук	Число боб. на раст., штук	Высота прикрепленного нижнего боба, см
Аннушка	111,5	16,9	14,8	31	15,1
Мерлин	61,6	10	6,7	18,9	16,0
Амбелла	87,05	10,6	7,6	12,2	28,55

Урожайность и структура урожая сои приведены ниже по тексту (таблица 6).

Таблица 6 – Структура урожая и урожайность сои различных сортов зарубежной селекции, 2020 г

Сорт	Урожайность, т/га	Густота растений к уборке, шт/кв.м	Число зёрен в бобе, штук	Число зёрен на одно раст, штук	Масса зёрен на одно раст., г	Масса тысячи зёрен, г
Аннушка	5,53	40	2,910	90,2	13,82	153,0
Мерлин	2,82	44	2,360	44,6	6,30	142,0
Амбелла	1,55	43	2,445	29,8	3,60	120,8

Наибольшая урожайность наблюдалась у сорта Аннушка. Большая густота растений к уборке была отмечена у сорта Мерлин, с небольшим отставанием расположился сорт Амбелла. Самое больше число семян в бобе, а как же количество семян на одном растении были у сорта Аннушка. А также, наибольшая масса семян на одно растение и наибольшая масса 1000 семян наблюдались у сорта Аннушка.

Выводы.

Наиболее урожайным и экологически пластичным оказался сорт Аннушка. Таким образом все исследуемые сорта не превзошли стандарт Аннушку. Такие показатели, как наибольшая длина растения, наиболее длинные корни, максимальное количество семян в бобах, а также самая большая масса семян отмечались так же у Аннушки.

Так же можно отметить особенность сорта Амбелла, благодаря высоте прикрепления нижнего боба, она превосходила все другие сорта, данная особенность облегчает уборку урожая, так как будет меньше потерь.

Наименее пораженным корневыми гнилями был сорт Аннушка, однако менее подвержен септориозу сорт Мерлин.

Рекомендации производству:

Предварительные рекомендации: в условиях Татарии возделывать при норме высева 0,7 млн. шт. в.с./га, сорт Аннушка, так как он проявил себя лучше, чем Мерлин и Амбелла.

Литература

1. 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. – DOI 10.25680/S19948603.2020.114.02.

2. 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.

3. Агрохимическое состояние пахотных почв и урожайность озимой ржи ООО «Дуслык» Балтасинского района Республики Татарстан / К.Р. Гарафутдинова, Л.Г. Гаффарова, Е.А. Прищепенко, Г.Ф. Рахманова // Владимирский земледелец. – 2020. – № 3 (93). С. 8-11.

4. Колесар, В. А. Оценка влияния агроклиматических изменений на развитие болезней яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан / В.А. Колесар, А.А. Зиганшин, Р.И. Сафин // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2(50). – С. 45-47.

5. Сабирова, Р.М. Биоплант флора - удобрение нового поколения / Р.М. Сабирова, Р.С. Шакиров, З.М. Бикмухаметов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 37-42. – DOI 10.12737/article_5d3e15f17c3223.64554857.

6. 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. – DOI 10.25680/S19948603.2020.114.09.

7. Амиров, М.Ф. Формирование урожая яровой пшеницы в зависимости от использования минеральных удобрений, микроэлементов и гербицида в условиях Республики Татарстан / М.Ф. Амиров, Д.И. Толочков // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 6-9. – DOI 10.25680/S19948603.2020.114.01.

8. Березин, К.К. Осенняя обработка посевов озимой пшеницы различными препаратами / К.К. Березин, В.А. Колесар, Р.И. Сафин // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 10. – С. 31-33. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-11007.

9. Влияние применения фунгицидов на формирование урожая озимой пшеницы в Татарстане / К.К. Березин, В.А. Колесар, А.И. Исмаилова, Р.И. Сафин // Вестник Казанского государственного

аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 3(45). – С. 5-9. – DOI 10.12737/article_5a1fe7abc99be6.85983142.

10. Сафин, Р.И. Оценка эффективности применения альбита на озимой пшенице в Республике Татарстан / Р.И. Сафин, В.А. Колесар, К.К. Березин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 3(45). – С. 46-49. – DOI 10.12737/article_5a1d9443078da1.87433396.

11. Эффективность применения стимулятора роста мелафен при обработке семян озимой пшеницы протравителем «Поларис» / И.Ю. Кузнецов, А.В. Поварницына, М.Р. Ахметзянов, И.Х. Вафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2019. – №2 (53) – С.15-18.

12. Продуктивность сельскохозяйственных культур при применении биопрепаратов на основе ризосферных бактерий (PGPR) / Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, В.А. Колесар [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № S4-1(55). – С. 52-58. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-53-58.

13. Кадырова, Ф.З. Влияние биологически активных препаратов на продуктивность растений гречихи / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 44-47. – DOI 10.25680/S19948603.2020.114.14.

14. Влияние некорневого внесения органоминерального удобрения Агрис марка азоткалий на продуктивность и качество ярового ячменя / Л.З. Вахитова, Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, Р.И. Сафин // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 15-17. – DOI 10.25680/S19948603.2020.114.04.

15. Кадырова, Ф.З. О некоторых приемах оптимизации возделывания гречихи в засушливых условиях / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова, Л.Р. Кадырова // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 5. – С. 30-33. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-10507.

16. Пахомова, В.М. Действие антиоксидантов на рост растений / В.М. Пахомова, А.И. Даминова // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 11. – С. 26-28. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-11106.

17. Возделывание картофеля с использованием элементов биологической системы земледелия на серой лесной почве лесостепи среднего Поволжья / В.П. Владимиров, А.Н. Кшникаткина, К.В. Владимиров, Л.М. Егоров // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 42-44. – DOI 10.25680/S19948603.2020.114.13.

18. Экономические показатели применения антистрессовых и фитогормонных препаратов на посевах ярового рапса Руян в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, М.М. Хисматуллин, С.Р. Сулейманов [и др.] // Финансовый бизнес. – 2021. – № 6(216). – С. 192-196.

19. Антистрессовые и фитогормонные препараты в технологии возделывания ярового рапса на серых лесных почвах Республики Татарстан / Д.Г. Гатауллин, Ф.Н. Сафиоллин, Г.С. Миннуллин [и др.] // Агрехимический вестник. – 2021. – № 2. – С. 45-49. – DOI 10.24412/1029-2551-2021-2-009.

20. 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.

УДК 633.791

Пушкаренко Николай Николаевич
Кандидат технических наук, доцент
Алексеев Евгений Петрович
Кандидат технических наук, доцент
Коротков Анатолий Васильевич
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары
stl_mstu@mail.ru

ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХМЕЛЯ

Аннотация. Период наступления фазы роста и развития растений, а в последующем получения качественного урожая, во многом зависит от температуры окружающей среды и количества выпавших осадков. На основании многолетних данных установлена зависимость количества альфа-кислот в шишках разных сортов хмеля от агрометеорологических условий.

Ключевые слова: хмель, температура воздуха, осадки, альфа-кислота.

Nikolay N. Pushkarenko
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Evgeny P. Alekseyev
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Anatoly V. Korotkov
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia
stl_mstu@mail.ru

THE INFLUENCE OF AGROMETEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE QUALITY INDICATORS OF HOPS

Abstract. The period of the onset of the phase of plant growth and development, and subsequently obtaining a high-quality harvest, largely depends on the ambient temperature and the amount of precipitation. Based on long-term data, the dependence of the amount of alpha acids in cones of different hop varieties on agrometeorological conditions has been established.

Keywords: hops, air temperature, precipitation, alpha acid.

Из многолетней практики по возделыванию хмеля и полученных опытных данных определено, что для формирования нормального роста

и развития хмеля наиболее благоприятными считается местность с плавным умеренно теплым и влажным климатом [1].

Известно [2], что в фазе цветения и формирования будущего урожая, когда в шишках происходит накопление горьких веществ среднесуточная температура не должна превышать – 16-19°C, а за период вегетации май-август средняя температура должна быть в пределах – 14,7-16,5°C. При этом осадков за вегетационный период должен быть не менее 250-300 мм, особенно в 1 и 3 декадах июля, когда начинается цветение растений.

Особое значение на рост побегов и ветвей, а также формирование шишек оказывает наличие влаги. При ее недостатке шишки формируются мелкими и с низким содержанием горьких веществ.

В зависимости от сорта хмеля и года выращивания количество альфа-кислоты в шишках сильно варьируется. Однако не все сорта одинаково реагируют на изменение температуры воздуха и количества выпавших осадков.

Для определения качества хмеля отбор образцов производится с начала формирования и до полной технологической спелости шишек через каждые 3-5 дней. По диагонали участка со средних ярусов, через 5-6 рядов отбирали шишки хмеля в количестве 500 г, высушенные при температуре – 60-65°C шишки готовили к анализу на определение альфа-кислот влаги по ГОСТу 219478-76.

Ежегодное изучение динамики накопления альфа-кислоты позволяет наблюдать изменения показателей в зависимости от климатических условий года [3]. Наиболее стабильно по содержанию альфа-кислот по годам с различными метеоусловиями показали сорта Подвязный.

Таблица 1 - Содержание альфа-кислот по годам

Сорт / год	2019	2020	2021
Подвязанный	7,1	6,3	8,5
Крылатский	4,0	4,5	8,2
Ранний	3,5	3,6	4,6

Как видно из таблицы 1, хмель всех сортов по содержанию альфа-кислот за последние годы характеризуются хорошими показателями. Однако такое положение складывалось не каждый год. Благоприятные погодные условия 2021 года положительно сказались на качественные показатели хмеля по содержанию альфа-кислот.

Согласно метеорологическим данным средняя температура в мае составила – 16,5°C, а в июне – 21,42°C, а количество выпавших осадков (май – 44,4 мм, июнь – 60,4 мм), что способствовало своевременному цветению хмеля, а в последующем благоприятно сказалось на рост и формирование шишек, который пришелся на I и II декаду августа.

Накопление альфа-кислоты наблюдалось с 11 августа и проходило медленно.

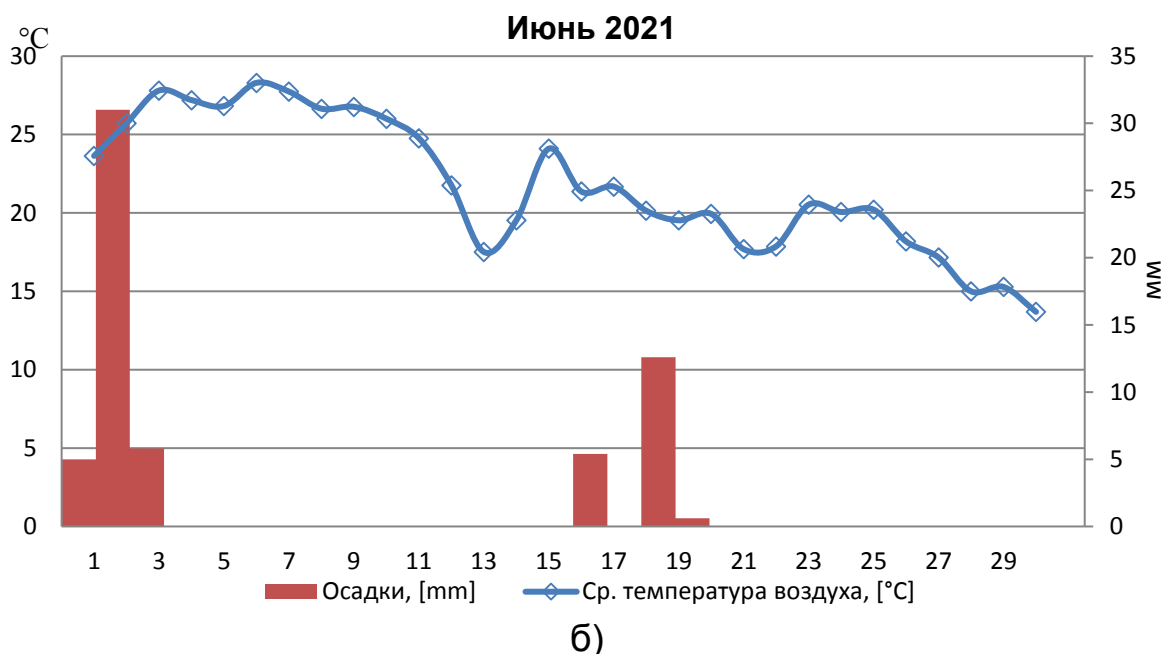
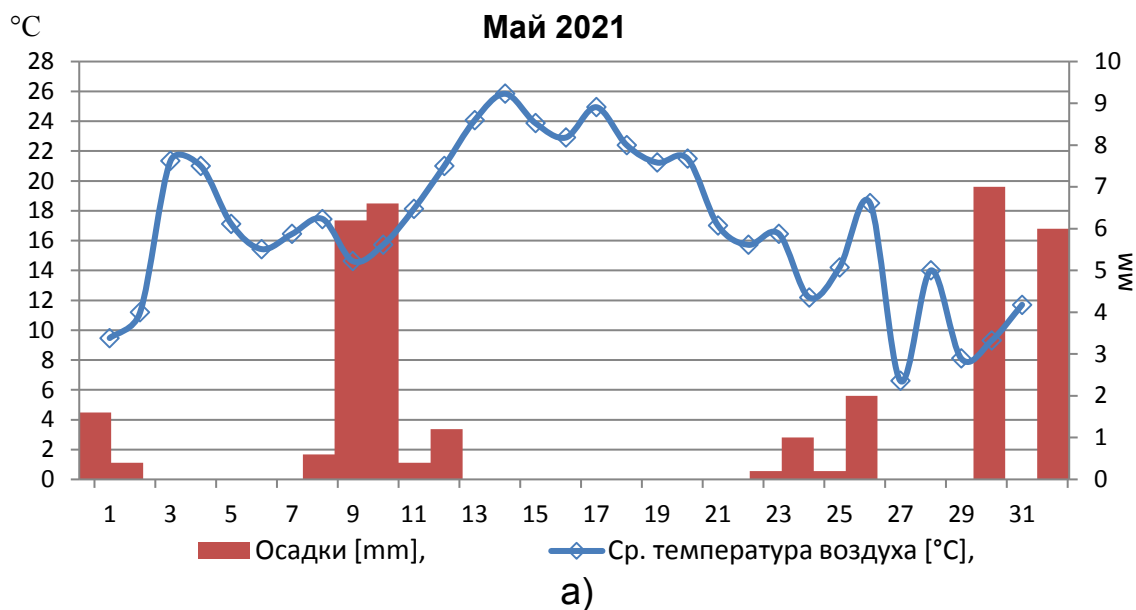


Рисунок 2 - Средние значения температуры и осадков:
а) май, б) июнь 2021 г.

В 2021 году весь июль и первые две декады августа территории Чувашской Республики наблюдалась жара и сухая погода с редким выпадением осадков (июль – 41,4 мм, август – 39,4 мм). Среднесуточная температура воздуха почти ежедневно была выше средней многолетней нормы на – 6-11°C и составила – 21-22°C.

В некоторые дни максимальная температура воздуха повышалась до 32-37°C. В третьей декаде августа незначительно похолодало, но сохранилась довольно сухая погода.

При таких погодных условиях уже к августу у раннеспелых сортов, такого как Ранний наблюдалось значительное накопление альфа-кислот, соответственно – 4,6%.

Согласно [4] сумма эффективных температур воздуха от появления всходов до полной технической спелости составляет 1800-1900°C. Однако, в 2021 году по данным метеостанции Чувашского ГАУ она составила на 31 августа – 1764°C, что значительно выше нормы (1365°C), но практически отвечает требованиям биологии хмеля. Это в конечном итоге, нашло свое отражение в накоплении альфа-кислот, содержание которых было наиболее высоким за последние 3 года.

Большое значение для образования горьких веществ имеет достаточная обеспеченность растений водой и, особенно во вторую и третью декады июля в начале цветения хмеля [4]. В 2021 году в июле она составила 41 мм, в 2020 – 46,6 мм, а в 2019 – 20,2 мм, что крайне недостаточно.

Высокое содержание альфа-кислот в шишках хмеля наблюдалось также в 2020 году. Метеорологические условия в течение вегетации благоприятно складывалось для роста и развития растений хмеля. В период роста растения средне суточная температура воздуха достигла в мае – 18-20°C, в июне – 19-21°C, при норме – 14,7-16,5°C. Осадков выпало в мае – 57,1 мм, в июне – 44 мм. Все это способствовало хорошему развитию растений.

Если в 2019 году пик накопления альфа-кислот пришел в период со 2 по 5 сентября и составил у сортов Подвязанный – 7,1 %, то в 2021 г. пик накопления альфа-кислот был с 26 августа по 10 сентября и составил у сорта Подвязный – 8,5 %. Сентябрьская умеренная погода со средней температурой 9,5°C и 48 мм осадков позволила позднему сорту Крылатский набрать концентрацию 8,2% альфа-кислот.

Годы 2020 и 2021 можно охарактеризовать как годы с климатическими условиями близкими к благоприятным.

В целом же можно констатировать о том, что возделываемые в Республике сорта хмеля успешно адаптированы к более низким суммам температур, в отличие от сортов западных и южных регионов.

Литература

1. Коротков, А.В. Влияние сроков посадки и видов посадочного материала на приживаемость и продуктивность хмеля обыкновенного (*Humulus Lupulus L.*) / А.В. Коротков, З.П. Короткова, Н.Н. Пушкаренко // Нива Поволжья. 2019. №2 (51). С. 19-23.

2. Смирнов, П.А. Прогнозирование урожайности хмеля с помощью корректирующих коэффициентов / П.А. Смирнов, А.В. Коротков, З.П. Короткова, Н.Н. Пушкаренко // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 2 (17). - С. 118-125.

3. Коротков, А.В. Влияние агрометеорологических условий на распространение ложной и настоящей мучнистой росы на насаждениях хмеля в Чувашской Республике / А.В. Коротков, З.П. Короткова, Е.П. Алексеев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 1 (12). - С. 31-38.

4. Ляшенко, Н.И. Влияние метеорологических условий на накопление горьких веществ в хмеле / Н.И. Ляшенко // Хмелеводство. Киев, 1985. Вып. 7. С. 37-41.

УДК 747

Королева Валентина Валерьевна
Кандидат педагогических наук, доцент
taisa_67@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

Ячменёва Валерия Владимировна
Кандидат педагогических наук, доцент
markandmark2@mail.ru

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск

Сохачевский Марк Константинович
Студент

Сохачевский Ярослав Константинович
Студент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Многопрофильный колледж, Магнитогорск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ИНСТАГРАММ-АККАУНТА

Аннотация. В статье рассматривается использование инновационных технологий при создании Инстаграм-аккаунта с его механизмами и возможностями эффективного воздействия на целевую аудиторию. Проанализированы успешные аккаунты брендов и инстаграм-блогеров. Создан свой Инстаграм-аккаунт, приведены фото действующего блога.

Ключевые слова: Инстаграм-аккаунт, блог, целевая аудитория, BMW, Mercedes, продвижение, бизнес.

Valentina V. Koroleva
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
taisa_67@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Valeria V. Yachmeneva
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
markandmark2@mail.ru

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, Russia

Mark K. Sochachevsky
Student

Yaroslav K. Sochachevsky
Student

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Multidisciplinary College, Magnitogorsk, Russia

USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CREATION OF INSTAGRAM ACCOUNT

Abstract. The article discusses the use of innovative technologies when creating an Instagram account with its mechanisms and opportunities for effective impact on the target audience. Analyzed successful accounts of brands and Instagram bloggers. I have created my own Instagram account, given a photo of the current blog.

Keywords: Instagram account, blog, target audience, BMW, Mercedes, promotion, business

На сегодняшний день социальная сеть Instagram (далее – «Инстаграм») входит в число наиболее перспективных сетевых площадок, как для личной самореализации, так и для продвижения коммерческих, инновационных и социальных проектов. Это обусловлено высоким охватом аудитории, рекламными механизмами и возможностями оценки эффективности воздействия на целевую аудиторию [1, 2, 3]. Основные функции [4, 5, 6], которые включает в себя данная сеть делают ее весьма привлекательной как для крупных компаний и организаций, заинтересованных в расширении круга целевой аудитории, так и для новичков, желающих предложить новый продукт, услугу или проект и сформировать интерес к ним.

В условиях высокой конкуренции [7] создатели личных и коммерческих Инста-аккаунтов используют различные тактики их продвижения и рекламы [8, 9, 10]. Изучению инструментов и способов продвижения блогов в «Инстаграме» посвящен ряд научных исследований [11, 12, 13], однако все они в основном касаются SMM-продвижения личного бизнеса, различных брендов, компаний и организаций. Кроме того, знание технологий, информационного пространства, основ колористики и психологии восприятия цвета, информации помогают грамотно выстроить блог и привлечь посетителей [14].

Успех Инстаграм подтверждает гипотезу о том, что нишевое размежевание - это будущее рынка социальных медиа. Как и предсказывали западные маркетологи [15, 16], социальные сети начинают делиться не только по типу пользователей, как, например, LinkedIn (для профессиональных контактов), но и по типу контента, как, например, «визуалы» Pinterest и Instagram. Причем, два последних посвящены исключительно графическому контенту, но именно Instagram стал самым успешным на сегодня интернет-аккаунтом (см. рисунок 1).

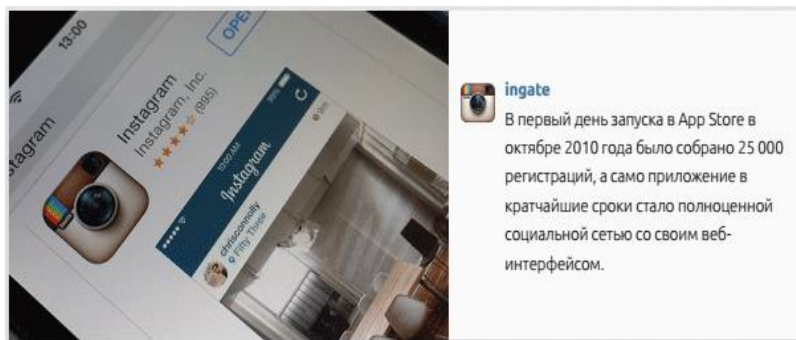


Рисунок 1 - Приложение Инстаграм, из истории Инстаграм

Целью нашей работы являлось изучение возможностей Инстаграм и создание Инстаграм-аккаунта об автомобилях «BMW и Mercedes: Инстаграм-аккаунт», распределение всех видов работ на определенные этапы проекта (см. таблицу 1).

Задачи:

1. Изучить, проанализировать литературу по данному вопросу.
2. Систематизировать изученный материал.
3. Подобрать фото- и видеоматериал для наполнения аккаунта.
4. Продумать концепцию и стилистику страницы.
5. Создать инстаграмм-аккаунт, наполнить его контентом.

Таблица 1 - Этапы проекта

Наименование этапа проекта	Задачи	Ресурсы
1. Подготовительный	1.Объединиться в команду, придумать идею, распланировать время и ресурсы между членами команды 2. Сформулировать цель и задачи 3. Скачать конструктор Инстаграма и настроить его.	Социальная сеть Инстаграм, конструктор Инстаграма
2. Основной	4. Найти конструктор Инстаграма 5. Разбить каждый раздел на темы 6. Распределить работу среди всех участников команды 7. Найти информацию и заполнить каждую тему	Социальная сеть Инстаграм
3. Заключительный	8. Внедрить страницу « <u>BMW и Mercedes: Инстаграм-аккаунт</u> » 9. Исправить ошибки при их наличии 10. Оформить паспорт проекта, подготовить презентацию и защитить наш проект.	Социальная сеть Инстаграм

Идея – основа аккаунта. Анализ успешных аккаунтов, брендов или просто инстаграм-блогеров со многими тысячами подписчиков, которые могут и не быть известными личностями показал, что у каждого из них

есть какая-то идея. Самый известный пример - аккаунт фотографа Мурада Османна и его проект «Следуй за мной» (см. рисунок 2).

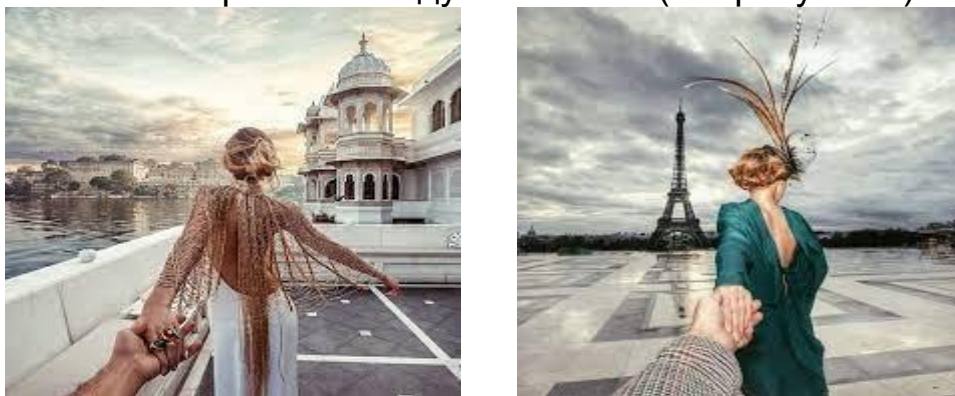


Рисунок 2 – Аккаунт фотографа Мурада Османна, проект «Следуй за мной»

Нужен действительно интересный контент, в любом случае – он должен быть полезным [17, 18, 19], и при этом не уходить далеко от своего бренда. По этой аналогии была создана страница. Четкость и лаконичность в изображении, такая же как и лаконичность линий в абрисе машины или колеса. Наш акцент был сделан на интерес молодых людей к машинам, а именно маркам BMW и Mercedes. История развития и становления марок обсуждается подписчиками на нашем аккаунте. Кроме того, участники могут общаться по интересующих их вопросам в чате. Инстаграм-аккаунт был создан не так давно, но нашел уже своих подписчиков.

Разработанный проект может быть использован для дальнейшей работы [20] с аккаунтом, а также для разработки и реализации подобных проектов в Инстаграм (см. рисунок 3).

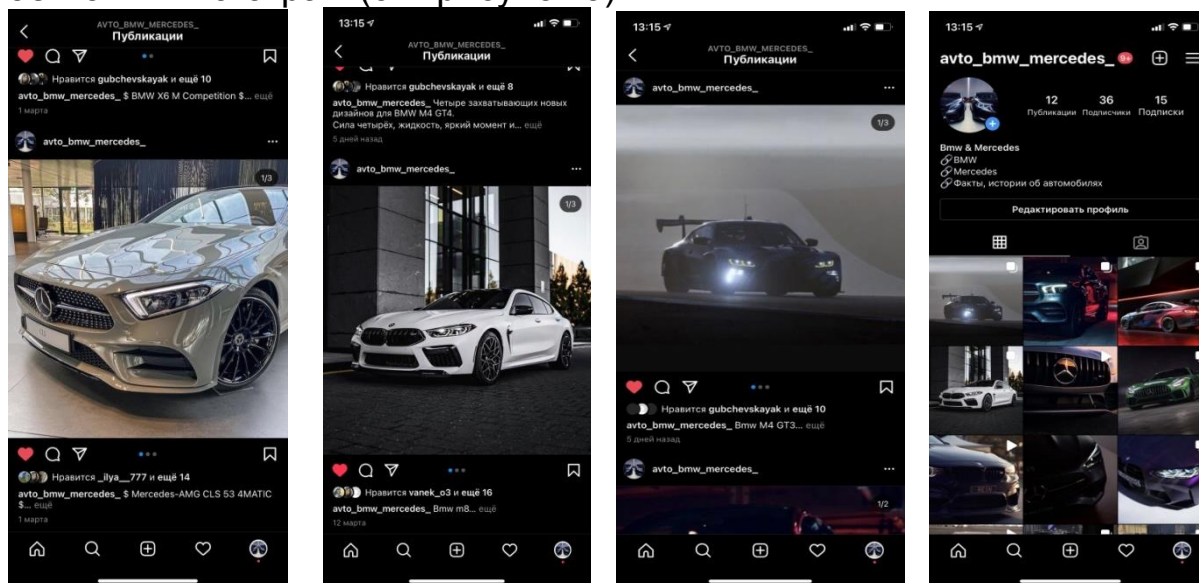


Рисунок 3 – Страница, созданная нами в Инстаграм (варианты).

Перспективы работы по проекту могут быть разнообразными: начиная с личной страницы и, завершая Инстаграм-аккаунтом ведущих

марок, брендов, как один из вариантов рекламы [21]. Работа над проектом еще продолжается и мы будем описывать в дальнейших статьях наше исследование «BMW и Mercedes: Инстаграм-аккаунт».

Литература

1. Песиков, С.Г. Интернет-реклама как метод управления промышленным предприятием: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. эконом. наук: 08.00.05 / Песиков Сергей Геннадиевич ; Московский гуманитарный университет. - Москва, 2006. – 28 с..
2. Бабаев, А. Контекстная реклама: учебник / А. Бабаев, Н. Евдокимов, А. Иванов. – Санкт-петербург: Питер, 2011. - 304 с.
3. Годин А. А. Интернет-реклама: учебное пособие / А. А. Годин, А. М. Годин, В. М. Комаров. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К, 2012. - 167 с.
4. Гончарова, Т.В. Применение «умных» технологий в процессе выполнения дизайн – проектов / Т.В. Гончарова, В.В. Ячменева // Философские, социологические и психолого-педагогические проблемы современного образования. - 2020. - № 2. - С. 159-161.
5. Заратуйченко, А.А. SMM-продвижение в сети «INSTAGRAM» как инструмент PR-сопровождения деятельности организации / А.А. Заратуйченко, Р.А. Иванова // Неделя науки СПбПУ: Материалы конференции с международным участием. – СПб, 2019. – С. 311–312.
6. Иванова, А. Как заработать славу и деньги любовью к русскому языку [Электронный ресурс] / А. Иванова, П. Масалыгина // РБК. – URL: <https://www.rbc.ru/krasnodar/interview/30/03/2018/5abdc9579a79476225b4b2fb> (дата обращения: 08.01.2020).
7. Логунова, О.С. Структура информационного образовательного пространства для подготовки it-специалистов / О.С. Логунова, В.В. Королева // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. - 2011. - № 1-2. - С. 220-228.
8. Гераськина, М.В. Instagram как перспективный инструмент для рекламной кампании в Интернете / М.В. Гераськина // Вестник науки и образования. – 2018. – № 12 (48). – С. 83–87.
9. Дементий Д. Как создавать виральный контент в Инстаграм [Электронный ресурс] / Д. Дементий // TexTerra. – URL: <https://texterra.ru/blog/kak-sozdavat-viralnyykontent-dlya-sotsialnykh-setey-7-sovetov.html> (дата обращения: 08.01.2020).
10. Красноставская, Н.В. Специфика использования инструментов социальной сети Instagram для продвижения виртуального магазина на международной торговой 72 интернет площадке [Электронный ресурс] / Н.В. Красноставская // Интернет-журнал «Науковедение». – 2017. – Т. 9. – № 6.
11. Продвижение в Инстаграм: пошаговое руководство и стратегия / [Электронный ресурс] // Tilda Education. – URL:

<http://tilda.education/articles-instagram-promotion> (дата обращения: 08.01.2020).

12. Фаттахова, Г.Р. Социальная сеть Инстаграм – современная площадка для развития и продвижения бизнеса / Г.Р. Фаттахова // Science Time. – 2015. – № 11 (23). – С. 566–568.

13. Саляева, Т.В. Колористика и цветоведение в дизайн-проектировании: Учебное пособие / Т.В. Саляева, В.В. Ячменёва. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2019. - 90 с.

14. Trottier, D. Key Features of Social Media Surveillance [Text] / D. Trottier, D. Lyon // Internet and Surveillance: The Challenges of Web 2.0 and Social Media. – New York: Routledge, 2012. – Pp. 89–105.

15. Королева, В.В. Компьютерные технологии и безопасная информационная среда в процессе проектирования объектов городской среды. / В.В. Королева, В.В. Ячменёва // ВНЕшкольник. - 2021. - № 2 (200). - С. 52-54.

16. Лебедева, Т.Е. Потенциал социальной сети Инстаграм в продвижении компании / Т.Е. Лебедева // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2018. – № 7 (33). – С. 45–51.

17. Сабановская, С.С. Эффективные способы продвижения бизнеса с помощью Instagram / С.С. Сабановская // Визуальная культура: дизайн, реклама, информационные технологии: сборник трудов XVII Всероссийской научно- практической конференции. – Омск, 2018. – С. 63–68.

18. Gaputina, V. Instagram as an educational resource: heuristic potential and technologies of linguistic blogs [Text] / V. Gaputina, E. Budnik, V. Boguslavskaya, E. Koltakova // 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation. Seville (Spain). 11th–13th of November, 2019. – Pp. 9920–9926.

19. Ф3 «О рекламе» от 13.03.2006 г. № 38. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58968/

УДК 747

Королева Валентина Валерьевна*Кандидат педагогических наук, доцент**taisa_67@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Ячменёва Валерия Владимировна***Кандидат педагогических наук, доцент**markandmark2@mail.ru**Магнитогорский государственный технический**университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск***Сохачевский Марк Константинович***Студент***Сохачевский Ярослав Константинович***Студент**Магнитогорский государственный технический университет**им. Г.И. Носова, Многопрофильный колледж, Магнитогорск***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ
СОЗДАНИИ РОБОТОВ-МУСОРЩИКОВ**

Аннотация. В статье рассматривается использование инновационных технологий при создании роботов-мусорщиков. Рассмотрены различные изобретения в этой области. Приведены основные технические характеристики. Сделаны выводы.

Ключевые слова: ЖКХ, роботы-уборщики, роботы-мусорщики, инновационные разработки, изобретения, программы.

Valentina V. Koroleva*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor**taisa_67@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***Valeria V. Yachmeneva***Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor**markandmark2@mail.ru**Magnitogorsk State Technical University**named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, Russia***Mark K. Sochachevsky***Student***Yaroslav K. Sochachevsky***Student**Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov,**Multidisciplinary College, Magnitogorsk, Russia*

THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE CREATION OF SCAVENGER ROBOTS

Abstract. The article discusses the use of innovative technologies in the creation of robotic scavengers. Various inventions in this area are discussed. The main technical characteristics are given. Conclusions are drawn.

Keywords: Housing and communal services, cleaning robots, scavenger robots, innovative developments, inventions, programs.

Сегодня ситуация с экологией является одной из глобальных проблем человечества [1, 2, 3] и затрагивает все страны в мире без исключения. Вопрос загрязнения вод, лесов и полевых угодий - все чаще поднимается в средствах массовой информации и на телевидении.

Решение проблемы ищут не только передовые умы науки [4], но и жители больших городов и простые школьники. Но пока мусор продолжает скапливаться не только на свалках, но и в океанах (острова из пластикового мусора), на берегах и в самих водоёмах, вдоль тротуарных дорожек и т.д. Специалисты и волонтеры проводят Дни природы и различные акции по уборке мусора, но, к сожалению, этого мало. Например, как говорит статистика, на одного жителя любой страны приходится от 3 до 5 кг мусора в день. Соответственно это от 500 до 800 кг отходов в год, а в некоторых странах эта цифра доходит до 1000 кг. Ведь некоторые из этих отходов отравляют окружающую нас среду, а также они могут навредить диким животным вплоть до летального исхода. В городах частично эти отходы убираются сотрудниками ЖКХ, а именно дворниками, но этого недостаточно.

Идея работы: Облегчить уборку мусора в городе.

Актуальность: В процессе употребления человеком продуктов и услуг все больше появляется различного вида отходов, которые требуют своевременной уборки и утилизации.

Новизна: новизна заключается в том, что современный мир развивается очень быстро и научно-технический прогресс не стоит на месте.. А с появлением новых технологий в науке и жизни появляются новые идеи и возможности утилизации отходов.

Исторически применение роботов началось с развития производства. В период скачка научно-технического прогресса. Самыми первыми были созданы роботы для выполнения отдельных операций.

Потом роботы для выполнения функций человека на определенном производственном участке или в сфере непрерывного потока конвейера и, сейчас - это гибкие производственные системы заменяющие несколько десятков людей на производстве.

Подобный опыт их эксплуатации подводит нас к выводу, что уже в ближайшем будущем объем выпускаемой продукции может быть увеличен в несколько раз без повышения затрат человеческого труда. Но это несомненное достижение научно-технического прогресса порождает не только надежды на долгожданное изобилие, исчезновение нищеты и т. п., но и определённые опасения.

Как и в природе, так и в повседневной жизни все взаимосвязано. Если в несколько раз вырастет потребление, то во столько же раз больше потребуются и ресурсы. Соответственно в несколько раз вырастет и объем мусора.

Поэтому современный робот должен быть нацелен на выполнение ряда следующих функции:

- захват мусора и отправка его в общий контейнер;
- сортировка, с помощью различных датчиков;
- упаковка мусора в контейнеры;
- разгрузка контейнеров в определённом месте.

Работа с аналогами. 1-й вид робота - мусорщика “Сортировщик” (см. рисунок 1). Владелец Google создал роботов-мусорщиков [5, 6, 7].

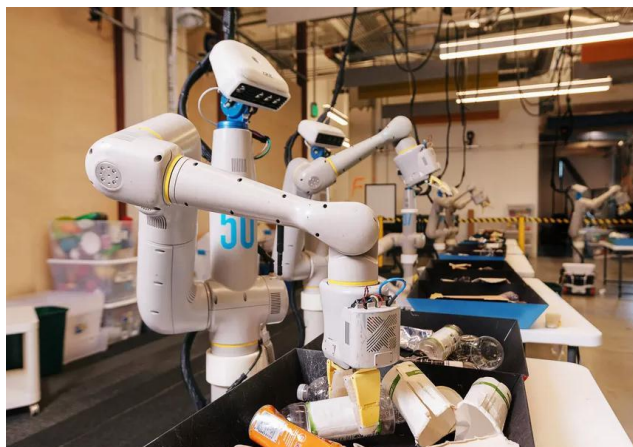


Рисунок 1 – Робот-сортировщик

Научно-исследовательская лаборатория X, принадлежащая владельцу Google — компании Alphabet, создала роботов для сортировки мусора и выполнения повседневных задач. Причём сортировку мусора они выполняют точнее людей. Если люди ошибаются с типом мусора в 20% случаев, то роботы всего в 5%.

Проект лаборатории называется Everyday Robot Project. Создаваемые в его рамках роботы оснащены определенными опциями. А именно - камерами, которые позволяют им адаптироваться к обстоятельствам. Изображения с этих камер передаются в единый центр и используются для машинного обучения. В связи с чем разработчикам не нужно постоянно прописывать для роботов код.

2-й вид роботов – мусорщиков - Volvo разработала робота-мусорщика, управляемого летающим дроном (см. рисунок 2). Совершенно новое предложение в этой области.



Рисунок 2 – Вид роботов-мусорщиков – Volvo ROAR

Прошлой осенью Volvo поделилась оригинальным проектом - ROAR (Robot-based Autonomous Refuse handling). Это дуэт наземного робота на колесах и дрона-помощника. Они предназначены для автоматического сбора мусорных баков.

На данный момент у компании уже есть рабочий прототип, который создавался совместно с Технологическим университетом Чалмерса, Университетом Мэллардален, Университетом штата Пенсильвания и компанией Repova, которая занимается управлением переработки отходов. Робот проекта ROAR называется Roary, он передвигается на колесах и занимается сборкой мусорных баков. Оператор запускает автоматического дрона, который с воздуха определяет местоположение Roary и мусорных баков, после чего просчитывается маршрут и Roary едет к цели. Предусмотрена корректировка маршрута при обнаружении препятствия. Наземный робот поднимает бак, везет к грузовику, высыпает содержимое и возвращает бак на место.

На сегодняшний день роботы проходят испытания. Они находятся на стадии ранней разработки, уточняются все параметры и команды. Опытные образцы проходят проверку в городах. Вносятся корректировки в проект. Проект DustBot - роботы-мусорщики на улицах Европы (см.рисунок 3).

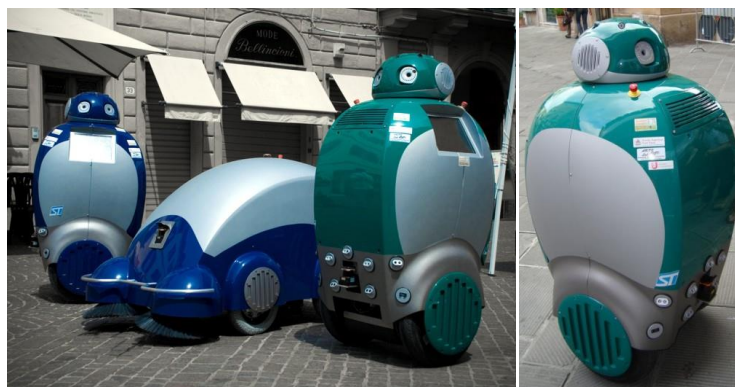


Рисунок 3 - Проект DustBot

Данный проект под названием DustBot организован для отработки различных технологий робототехнической уборки и вывоза мусора. В нем задействованы многие учёные и специалисты из Италии, Испании, Британии, Швейцарии и Швеции, однако ведущая роль принадлежит исследователям из Высшей школы святой Анны (Scuola Superiore Sant'Anna), расположенной в Пизе. Финансовую поддержку проекту оказывает Европейская комиссия (European Commission). Результатом проекта явились три оригинальных хозяйственных робота, у каждого из которых свои специфичные функции. Первый - захват мусора и отправка его в общий контейнер; второй - сортировка, с помощью датчика веса, тяжелых элементов, а также сортировка металлических и неметаллических предметов, с помощью датчика электропроводимости; третий - брикетирование, с помощью которого формируются два брикета: металлический мусор и неметаллический мусор, что является наиболее удобным способом для отправки мусора и дальнейшей его переработки.

Вышеописанные роботы-мусорщики дают нам представление о том какой и с каким функционалом должен быть, разрабатываемый объект. Но нам стало интересно, есть ли исследования в области программного обеспечения для данной категории роботов. Интересную идею мы нашли у простого российского школьника С.Фадеева. Он прописал программу с помощью LEGO WEDO (см.рисунок 4). Робот распознает и собирает мусор. Единственное - в нем отсутствуют «функции сортировщика и брикетирования» [8].

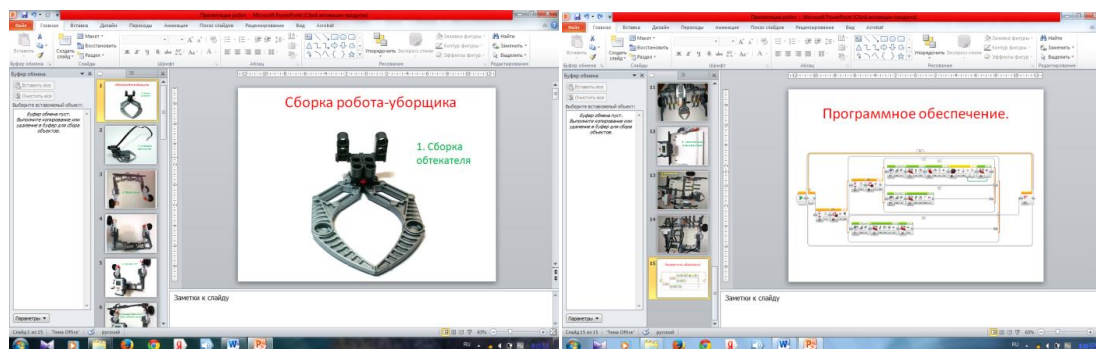


Рисунок 4 - Фадеев С. Программное обеспечение робота-мусорщика

Изучив данный исследовательский проект: «Робот – мусоросборщик - «Радуга – 2000», мы изучили и программное обеспечение, необходимое для создания и реализации своего робота-мусорщика, а также мы изучили работы по различным наукам, отраслям (физике, сельскому хозяйству) [10].

Используя данный проект, появляется возможность в дальнейшем создать робота-мусорщика с несколькими функциями.

Проект может быть реализован нескольких направлениях:

- 1) разработка логотипа для робота-мусорщика;
- 2) разработка робота с производственных технологий [11], в нашем случае - на основе печати робота-мусорщика с помощью 3D [5, 12, 13] печати.

Работа над проектом робота-мусорщика показала, что существование подобной техники не только возможно, но и реально. В данном направлении работает много исследователей [14, 15, 16] и даже студентов и школьников [17, 18], некоторые исследователи еще подчеркивают, что компьютерные технологии и информационное пространство, в котором работают студенты и школьники должно быть безопасным [19, 20]. Уже сейчас с помощью ЛЕГО WEDO можно собрать подобного робота с набором определенных функций. Причём, такой робот будет способен убирать мусор, передвигаться посредством управления оператора.. Подобного рода работы продвигают нас в изучении темы создания роботов-мусорщиков. Самый сложный вопрос таких проектов сегодня – это отсутствие технических возможностей для создания подобных роботов, с набором всех заявленных функций.

Литературы

1. Википедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот/> (дата обращения 10.09.2021).
2. www.gov.spb.ru/gov/terr/reg_kirovsk/news/160420/ Мусор — глобальная проблема планеты (дата обращения 10.09.2021).
3. tass.ru/opinions/10927333. Мусор: обыденная проблема как глобальная угроза (дата обращения 21.09.2021)
4. Саляева, Т.В. Колористика и цветоведение в дизайн-проектировании [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / Т.В. Саляева, В.В. Ячменева. - Магнитогорск: ФГУП НТЦ «Информрегистр», 2019. (3, 67 Мб), ISBN 978-5-9967-1708-8
5. Применение роботов в мире. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robosapiens.ru/stati/primenenie-robotov-v-sovremennom-mire/> (дата обращения: 01.04.2019)
6. Японские роботы: достижения робототехники страны восходящего солнца. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robosapiens.ru/stati/yaponskie-robotyi/> (дата обращения:
7. <http://robotrends.ru/robopedia/1711-uborka-i-sortirovka-musora> Сортировка мусора и отходов - Умный город и роботы. декабрь. 2018. Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск, Россия 2019.03.21 В Санкт-Петербурге идет разработка робота для сортировки мусора.
8. <https://pandia.ru/text/82/068/1127.php> Исследовательский проект на тему: «Робот – мусоросборщик - «Радуга – 2000»
9. Ekaterinushkina A.V., Antonenko Yu.S., Salyaeva T.V., Yachmeneva V.V., Norets A.I. Development of professional interest in design and graphic activities in future designers / В сборнике: European

Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. International Scientific Conference dedicated to the 80th anniversary of Turkayev Hassan Vakhitovich. Kh. I. Ibragimov Complex Research Institute. 2020. С. 1705-1711.

10. 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.

11. Антипина, Е.В. Метод формообразования сервисных персональных работ на основе производственных технологий: дис. на соис. учен. степ. канд. тех. наук : 17.00.06 / Антипина Едена Валерьевна; Ижевск, 2020.

12. Гончарова, Т.В. Применение «умных» технологий в процессе выполнения дизайн-проектов / Т.В. Гончарова, В.В. Ячменева // Философские, социологические и психолого-педагогические проблемы современного образования. - 2020. - № 2. - С. 159-161.

13. robot-on.ru/articles/obzornaya-statya-pro-mir-3d-tehnologiy. Обзорная статья про мир современных 3D-технологий (дата обращения 28.10.2021.)

14. Логунова, О.С. Структура информационного образовательного пространства для подготовки IT-специалистов / О.С. Логунова, В.В. Королева // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. - 2011. - № 1-2. - С. 220-228.

15. Саляева Т.В. Эргономика. Электронное издание / Магнитогорск, 2017.

16. <https://tass.ru/v-strane/6186508> Чистый эксперимент. Как школьники создают роботов, которые освободят города от мусора. (дата обращения 5.10.2021).

17. Королева, В.В. Преимущества работы с ноутбуком, нетбуком и карманным компьютером / В.В. Королева, Н.А. Гришин // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) научной конференции. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 337-340.

18. Японские роботы: достижения робототехники страны восходящего солнца. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robosapiens.ru/stati/yaponskie-robotyi/> (дата обращения: 15.10.2021).

19. Рубцова, О.В. Формирование безопасной информационной среды для детей в школе, дома и социуме / О.В. Рубцова, В.В. Ячменева, Ю.С. Антоненко // Безопасность социума: стратегические ресурсы обеспечения психологического благополучия и здоровья нации. Материалы Всероссийской междисциплинарной научно-практической конференции. Центр исследования проблем безопасности РАН;

Российская академия естественных наук; Профессиональное сообщество практик "Превентивная медицина". 2018. - С. 167-190.

20. Ячменёва, В.В. Компьютерные технологии и безопасная информационная среда в процессе проектирования объектов городской среды. / В.В. Королева, В.В. Ячменёва // ВНЕшкольник. - 2021. - № 2 (200). - С. 52-54.

УДК 004

Киселева Наталья Геннадьевна*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
tng1975@mail.ru***Зиннатуллина Алсу Наилевна***Кандидат технических наук, доцент
zinnatullina-alsu@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И
КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ**

Аннотация. Применение информационных технологий стало важной частью современного процесса. Информационные технологии в настоящее время тесно связаны с цифровыми формами представления информации. Таким образом, термин информационные технологии тождественно принимают синонимом термина компьютерные технологии. Все информационные технологии тесно связаны с применением компьютеров. Информационные технологии являются важным звеном процесса использования информационных ресурсов, а также решают задачи обработки, передачи и хранения информации [1].

Ключевые слова: информация, компьютерные технологии, образование, учебный процесс, дисциплина, знания, умения, методы обучения.

Natalia G. Kiseleva*Candidate of agricultural sciences, Associate professor
tng1975@mail.ru***Alsu N. Zinnanullina***Candidate of technical sciences, Associate professor
zinnatullina-alsu@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES AS A MEANS OF
INCREASING EFFICIENCY AND QUALITY EDUCATION**

Abstract. The use of information technology has become an important part of the modern process. Information technologies are currently closely related to digital forms of information representation. Thus, the term information technology is identically taken to be synonymous with the term computer technology. All information technologies are closely related to the use of computers. Information technologies are an important link in the process of using information resources, and also solve the tasks of processing, transmitting and storing information.

Keywords: information, computer technology, education, educational process, discipline, knowledge, skills, teaching methods.

Введение. Применение современных информационных технологий на данный момент в обучении является одним из наиболее важных направлений развития в образовательном процессе. Новейшие разработки внедряют в систему образования, учебные занятия сегодня немыслимы без компьютерных возможностей и аудиовизуальных средств. Информационные технологии в образовательном процессе можно представить как процесс передачи данных между обучающимся и преподавателем, который осуществляется при помощи компьютера и глобальной сети интернет. Педагогическими целями использования информационных технологий является, прежде всего, развитие личности, обеспечение мотива познавательной деятельности, повышение эффективности и качества обучения, подготовка специалиста в определенной области [2-7].

Информационные технологии – это получение информации, ее обработка и хранение на любых доступных электронных носителях.

Направлениями внедрения информационных технологий являются:

- компьютеризация обучения;
- развитие информационной культуры;
- использование электронных учебников;
- самообразование студентов;
- электронный контроль знаний;
- использование мультимедиа в обучении.

В этих условиях одной из основных компетентностей педагогов является и как компетентность, которая подразумевает не только использование различных инструментов информационно-коммуникационных технологий для поиска, хранения, воспроизведения и обмена информацией, но и эффективное их применение.

Материалы и методы исследований. Введение информационных технологий в образовательный процесс повысит интерес студентов к дисциплине; повысит посещаемость занятий и улучшит успеваемость студентов. Для достижения данных результатов необходимо применять педагогические технологии, направленные на появление интереса к изучаемой дисциплине у учащихся.

По степени активности студентов на занятиях, можно выделить следующие этапы:

- 1) понять, запомнить, воспроизвести знания, умение применить их по образцу;
- 2) стремление понять смысл изложенного материала, применить его в других измененных условиях;
- 3) осмыслить теоретические знания, найти самостоятельно решение поставленной проблемы.

Отличительными особенностями активного обучения студентов являются:

- целенаправленное мышление;
- самостоятельное принятие творческих решений;
- взаимодействие обучаемых и педагогов, обмен мнениями.

При изложении учебного материала образовательный процесс опирается на ряд принципов: индивидуализации, гибкости, эффективности, сотрудничества. На практике часто используются активные методы обучения. Самыми распространенными активными методами являются: «мозговой штурм», деловая игра, игровое проектирование, семинар, круглый стол, научно-практическая конференция. В соответствии с целями и задачами изучаемой темы преподаватель на занятиях может использовать несколько активных методов обучения. При подготовке к занятиям следует учесть индивидуальные особенности студентов (и для слабого, и для сильного по знаниям дисциплины), так как непродуманное использование активных методов не даст планируемого результата. Правильное использование активных методов позволит образовательному процессу достичь заинтересованности студентов, вовлечь их в исследовательскую деятельность. Важно отметить, что обязательным условием применения данных методов на занятиях, является высокая активность, прежде всего, самого преподавателя.

Результаты исследований и их обсуждение. Информационные технологии имеют некоторые преимуществ над традиционными технологиями [8-12]:

- автоматизация процесса усвоения и закрепления с помощью электронных учебных пособий;
- возможность дистанционного обучения;
- тренировка и самоподготовка студентов и преподавателей;
- развитие наглядно-образного мышления;
- возможность моделирования объектов, процессов и явлений.

С помощью информационных технологий мы можем представлять и презентации, и публикации, а также электронные таблицы, методические материалы, сайты. Использование презентаций дает наглядность при проведении лекции, улучшает усвоение дисциплины. Информационные технологии могут использоваться как при подготовке преподавателя к уроку, так и непосредственно на самом уроке, а также может быть средством передачи и распространения заданий для обучаемых. В данном случае компьютер является важным средством обучения. С одной стороны он выполняет функции преподавателя, с помощью которого можно потренироваться на учебных тренажерах, посмотреть наглядные пособия, почитать учебные пособия. А с другой стороны он выполняет функции рабочего инструмента, с помощью

которого можно построить различные графики, подготовить реферат, выступление.

По образовательным средствам информационные технологии можно разделить на три группы. Первая группа включает в себя базовую, практическую и вспомогательную подготовку. К ним относятся электронные учебники, задачки, практикумы, тренажеры, энциклопедии, словари, хрестоматии. Вторая группа включает организационные функции образовательного процесса. К ним относятся поисковые, интерактивные, информационно-обучающие функции. Третья группа включает в себя виды информации: ауди, видео, тестовая (учебники и учебные пособия), визуальная.

Быстрое развитие информационных технологий привело к появлению такого нового понятия, как гибкое обучение. Данный вид обучения подразумевает появление в учебном процессе онлайн обучение, то есть общение преподавателя и студента происходит независимо от расстояния. Самыми распространенными видами онлайн обучения являются дистанционное обучение и электронное обучение. При дистанционном обучении учащиеся получают учебный материал с помощью компьютера и интернета. Электронное обучение включает в себя множество образовательных технологий. Ярким примером этой формы обучения являются вебинары, которые очень распространены в наше время.

Несмотря на положительные стороны информационных технологий в сфере образования существуют и отрицательные стороны. Выделим преимущества и недостатки информационных технологий. К недостаткам, во-первых, нужно отнести наличие компьютера дома у студента; во-вторых, недостаток времени. К преимуществам можно отнести: большой объем выполненных на занятии заданий, индивидуальное обучение, получение материала через интернет [13-20].

Заключение. Важно заметить, что введение информационных технологий в образовательный процесс не означает полной замены классического образования, использование таких технологий должно сдать дополнительным помощником в современной системе образования.

Литература

1. Королева, В. Управление подготовкой специалистов в области информационных технологий: компетентностный подход / В. Королева, О. Логунова, А. Белявский // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 12. – С. 63-69.

2. Организация образовательного процесса в современном вузе / И.М. Габдулхакова, Б.Т. Гали, Р.С. Барсукова, Л.М. Файзрахманов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 630-633.

3. Нейросетевое моделирование технологических процессов в сельском хозяйстве / Р.Ф. Сабиров, В.М. Медведев, Ф.Ф. Яруллин, Г.Т. Шафигуллин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 182-184.

4. Киселева, Н.Г. Научно-исследовательская работа 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 196-199.

5. Королева, В.В. Структурно-функциональная модель подготовки специалиста / В.В. Королева, Е.Г. Филиппов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции (Магнитогорск, 22–26 апреля 2019 года). – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2019. – С. 406.

6. 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.

7. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 158-160.

8. Синергетические эффекты при цифровизации естественнонаучного образования на примере обучения физике в высшей школе / М.Б. Аркулис, А. А. Николаев, О. С. Логунова [и др.] // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2021. – № 4. – С. 20-26.

9. Производительность труда в аспекте цифрового сельского хозяйства / А.К. Субаева, М.М. Низамутдинов, Л.М. Мавлиева, М.Н. Калимуллин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 760-766.

10. Автоматизированные системы оперативного управления технологическим процессом технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава / Р.К. Абдрахманов, В.Г. Калимуллина, М.Н. Калимуллин, А.А. Мухаметшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 3. – № 3(9). – С. 129-131.

11. Labor productivity in digital agriculture / A. K. Subaeva, M. M. Nizamutdinov, L. M. Mavlieva, M. N. Kalimullin // 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. 00226. – DOI 10.1051/bioconf/20201700226.

12. 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, 28–30 мая 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 155-162.

13. Conceptual bases of system technology of designing of logistic schemes of harvesting and transportation of grain crops / I. L. Rogovskii, L. L. Titova, S. A. Voinash [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture Сер. 3, Smolensk, 25 января 2021 года. – Smolensk: IOP PUBLISHING LTD, 2021. – P. 032032. – DOI 10.1088/1755-1315/723/3/032032.

14. Трансформация подготовки кадров для АПК в условиях цифровой экономики / Ф.Т. Нежметдинова, Г.Р. Фассахова, Л.Р. Шагивалиев [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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 721-725.

15. Процесс формирования soft skills у студентов аграрных вузов в условиях цифровой экономики / И.М. Габдулхакова, Р. Барсукова, Ф.Т. про, Н.Х. Шарыпова // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 711-715.

16. Киселева, Н.Г. Применение метода главных компонент к таксационным показателям древостоев / Н.Г. Киселева, Р.И. Ибяттов, А.А. Валиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – С. 211-215.

17. 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.

18. Ибяттов, Р.И. Программирование на языке VBA в Excel: Учебное пособие / Р.И. Ибяттов, А.А. Валиев, Е.Р. Газизов. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 59 с.

19. Рахматуллина, Р.Г. Изучение законов внешнего фотоэффекта: практикум по курсу «Физика» для студентов всех специальностей и направлений подготовки института механизации и технического сервиса, агрономического факультета, факультета лесного хозяйства и экологии / Р.Г. Рахматуллина, А.А. Валиев. – Казань : Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – 28 с.

20. Гатина, Ф.Ф. Информационное обеспечение цифровизации экономики АПК / Ф.Ф. Гатина, О.С. Семичева // Профессия бухгалтера - важнейший инструмент эффективного управления сельскохозяйственным производством: Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти проф. В.П. Петрова (Казань, 21–22 мая 2019 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 53-56.

УДК 378

Киселева Наталья Геннадьевна*Кандидат сельско - хозяйственных наук, доцент
tng1975@mail.ru***Зиннатуллина Алсу Наилевна***Кандидат технических наук, доцент
zinnatullina-alsu@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Аннотация. Иностранные граждане, обучающиеся в российских университетах, являются представителями различных групп и культур. Россия всегда была одной из привлекательных стран для получения высшего образования иностранными студентами. Российское высшее образование с годами становится более востребованным и доступным для иностранцев. Имидж российских вузов с каждым годом растет. Студенты со всего мира приезжают к нам учиться. Для иностранных обучающихся источниками информации о российских вузах являются рекомендации выпускников-иностранцев, а также непосредственно сайты самих образовательных организаций. Важным фактором выбора учебы в нашей стране является доступность по цене и качество образования.

Ключевые слова: обучение, студент, информация, адаптация, процесс, знания, образование, программа.

Natalia G. Kiseleva*Candidate of agricultural sciences, Associate professor
tng1975@mail.ru***Alsu N. Zinnanullina***Candidate of technical sciences, Associate professor
zinnatullina-alsu@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

PROBLEMS OF TEACHING FOREIGN STUDENTS IN RUSSIAN UNIVERSITIES

Abstract. Foreign citizens studying at Russian universities are representatives of various groups and cultures. Russia has always been one of the most attractive countries for foreign students to receive higher education. Over the years, Russian higher education has become more in demand and accessible to foreigners. The image of Russian universities is growing every year. Students from all over the world come to study with us. For foreign students, the sources of information about Russian universities

are the recommendations of foreign graduates, as well as the websites of educational organizations themselves. An important factor in choosing a study in our country is the affordability and quality of education.

Keywords: training, student, information, adaptation, process, knowledge, education, program.

Введение. Любой российский вуз стремится увеличить количество иностранных студентов не только с целью развития и повышения эффективности образовательных систем, но и с целью увеличения показателя при участии российских вузов в программе «5-100» за высокое место в рейтинге Минобрнауки РФ. Иметь иностранных студентов в вузе – это, безусловно, очень хороший показатель. Студенты приезжают в Россию за качественным, а иногда и более дешёвым образованием, чем в стране, в которой они проживают. Конечно, все приехавшие в нашу страну иностранные граждане являются зрелыми личностями, сформированные под влиянием среды, в которой они воспитывались. У всех есть свои жизненные установки, а также поставленные различные цели. Большинство студентов, которые приезжают учиться в Россию, имеют низкий уровень информированности о социальной, политической и экономической системах страны. Они не достаточно осведомлены о быте, о традициях и нормах в России, поэтому могут столкнуться с некоторыми трудностями и с некоторым непониманием. Кроме бытовых трудностей, возникают учебно-познавательные трудности, которые связаны в первую очередь языковым барьером, а также новыми правилами, к которым они не привыкли, так как в их странах процесс обучения происходит несколько иначе, чем в России.

Материалы и методы исследований. С каждым годом в Россию приезжает все больше студентов из разных уголков мира. Среди иностранных граждан, приезжающих в Россию из других стран, на первом месте страны СНГ, наиболее распространенными являются Казахстан, Туркмения, Узбекистан. На втором месте следует отметить граждан, приезжающих из Китая, Индии и Вьетнама, а на третьем месте – Иран и Монголия. Много желающих учиться в нашей стране приезжает также из стран Африки: Египта и Марокко. В последнее время прослеживается тенденция активизации к учебе граждан из Южной Америки. Наиболее часто иностранные абитуриенты приезжают в Россию с целью поступления на обучение по основным образовательным программам высшего образования (программам бакалавриата - 45,6 %, программам специалитета – 21,6%). При этом в магистратуру поступает менее 10% приехавших на обучение в Россию студентов (9,2 %). В аспирантуре / докторантуре обучается только 2,8% иностранных студентов.

Количество иностранных студентов в России с каждым годом растет, об этом говорит статистика. Если в 2014/2015 учебном году число иностранных студентов – граждан других государств ответствовало 183 тыс. человек, то уже в 2018-2019 годы, по данным Министерства высшего образования и науки, в стране обучалось около 280 тыс. иностранных граждан. В 2019/2020 учебном году в российских университетах общее количество иностранных студентов возросло до 315 тыс. человек, что соответствует 8% от общего количества студентов в России. Наиболее востребованной специализацией иностранных студентов в российских вузах является здравоохранение, экономика и управление. Затем уже отдают предпочтение гуманитарным и техническим наукам. Еще недавно самыми популярными вузами у иностранных граждан были вузы Москвы и Санкт-Петербурга. На сегодняшний день иностранных студентов можно наблюдать равномерно по всей территории РФ.

Во все времена иностранные граждане предпочитают российскую медицину. Среди приехавших иностранных граждан прослеживается следующая тенденция: медицинское образование желают получить 17%, затем технические специальности 22% и экономические направления 16%, гуманитарно-социальные вузовские программы – 12,2%, русский язык – 11,8%.

Качество жизни иностранца на протяжении всего периода проживания и обучения в России во многом определяется степенью владения русским языком. В первую очередь, иностранные граждане, приехавшие в Россию, испытывают дискомфорт и можно даже сказать шок из-за столкновения с большой информационной перенасыщенностью. Они приезжают в новый для них город, не знают где и что находится, и это, конечно, вызывает определенные трудности. Для привлечения большего количества иностранных учащихся, разрабатывают системы льгот для приезжих. Больше внимание следует обратить на работу в вузах с иностранными студентами, особенно в период адаптации и особое внимание учебы в первый год обучения, так как он является самым трудным [1-8].

Результаты исследований и их обсуждение. Иностранные студенты являются проводниками для обмена лучшими наработками между российскими и зарубежными вузами. Приехавшие обучаться иностранные граждане все индивидуальны, поэтому от преподавателя требуется максимум профессионализма для благоприятных условий адаптации и комфортной обстановки в процессе обучения. Российские вузы и преподаватели владеют уникальным подходом к обучению. При обучении иностранцев очень важно расположить к себе учащихся, дружеская атмосфера на занятиях позволит быстрее пройти период адаптации и даст положительные результаты при обучении.

Количество иностранных граждан, приехавших учиться в Казанский государственный университет 2020-2021гг, составляет 90 человек. Из них основную часть составляют граждане стран СНГ: 34 человека Туркменистан (37,8%), 24 – Узбекистан (26,6%), 18 – Казахстан (20%), затем граждане из Средней и центральной Азии: 5 – Таджикистан (5,6%) и 2 – Киргизия (2,2%), и оставшиеся 6 – Азербайджан (6,6%), 1 – Эфиопия (1,1%).

Основной важной проблемой, с которой приходится встретиться иностранцам, прибывшим на учебу в Россию, это, конечно же, языковой барьер. Время, которое отведено на изучение русского языка очень в сжатых сроках, поэтому приходится усиленно заниматься. Даже в свободное время, чтобы лучше понять русский язык, некоторые студенты смотрят русские фильмы.

Второй, немаловажной проблемой опрошенных иностранцев, которую бы хотелось отдельно вынести – это климат. Студенты в основном приезжают на подготовительный факультет осенью в октябре или в начале ноября. В это время в России уже холодно, очень темно, листва уже опала, поэтому студенты испытывают дискомфорт зачастую из-за того, что у них нет подходящей одежды. Они вынуждены ее покупать уже здесь, они вынуждены адаптироваться также к разнице в часовых поясах. Здесь, в России они первый раз видят снег, и на себе ощущают морозы.

В связи с языковым барьером, возникают бытовые сложности. Бытовые трудности возникают у иностранных студентов, к сожалению, часто из-за низкого уровня самостоятельности. Приехавшие учиться иностранные граждане бывают разного возраста, кто-то из них сразу после школы, у кого-то уже богатый жизненный опыт, поэтому эти проблемы у кого-то возникают, а у кого - то нет.

Еще одна сложность, с которой им пришлось столкнуться, это удаленность от родины. Тоска по близким родным людям, эмоциональное состояние. Большие расстояния от семьи, никогда не отлучавшихся так далеко, в некоторых случаях, даже приводят к нервным стрессам.

Очень сложно перестроиться и начать жить осенью в холодном городе далеко от родины. Формирование основных этапов адаптации происходит по следующей последовательности: первое – это вхождение в новую среду; второй этап – это принятие тех норм общества, которые уже установлены и формирование собственной модели поведения в соответствии с теми нормами, которые есть в обществе; третье – это прежде всего, преодоление языкового барьера и принятие положительных эмоций, позитивного отношения к выбранной специальности. Параллельно происходит и вхождение в новую культуру, и ее принятие. Конечно, нельзя забывать, что все очень индивидуально. У нас у всех разный жизненный опыт, поэтому что-то может

представлять сложность для одних студентов, а для других это будет очень просто [9-20].

На очной форме обучения предпочитают обучаться примерно 63% приехавших иностранцев, причем более половины из них обучается на бюджетных местах. На платной основе предпочитают в основном учиться на заочной форме обучения.

Заключение. Иностранные граждане желают и готовы получать образование в России. Они считают российское образование востребованным, грамотным, достаточно хорошим. Сложности, возникающие после приезда в другую страну, особенно связанные с бытовыми проблемами, достаточно успешно решаемы ими. Возникшие в процессе обучения языковые трудности также постепенно преодолеваются. Они довольны качеством преподавания, а также атмосферой, которая присутствует в вузе, современными условиями обучения. Какие – либо недостатки, в свою очередь, называют редко и касаются они в основном организации быта иностранцев, и лишь изредка касающегося учебного процесса. Для зарубежных студентов образование в России является хорошим примером оптимального сочетания цены и качества. Для многих из них время учебы становится увлекательным приключением, за время которого они находят новых друзей и приобщаются к русской культуре, а, значит, обратно на родину привезут не только дипломы о высшем образовании, но и теплые воспоминания.

Литература

1. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 419-424.

2. 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.

3. Some tendencies in the sphere of punctuation from the viewpoint of optionality (based on the Russian and English languages) / A. Bilyalova, T. Lyubova, N. Sharypova, I. Gabdoulkhakova // The Social Sciences

(Pakistan). – 2016. – Vol. 11. – No 7. – P. 1157-1162. – DOI 10.3923/sscience.2016.1157.1162.

4. Технология критического мышления на примере занятия английского языка в неязыковом вузе / Р.В. Гатауллина, Г.Р. Фассахова, Л.Р. Исламова, А.А. Ярхамова // Роль социально-экономической науки в обеспечении продовольственной безопасности страны: Материалы Международной научно-практической конференции (Казань, 22–23 мая 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 34-37.

5. Организация самостоятельной работы студентов неязыковых вузов при изучении иностранного языка / Л.Р. Исламова, Г.Р. Фассахова, Р.В. Гатауллина, Л.Г. Чумарова // Вопросы современной филологии и проблемы методики обучения языкам: Материалы третьей международной научно-практической конференции (Брянск, 05–07 ноября 2015 года) / Под редакцией В.С. Артемовой. – Брянск: Брянская государственная инженерно-технологическая академия, 2015. – С. 212-217.

6. Киселева, Н.Г. Научно-исследовательская работа 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 196-199.

7. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 158-160.

8. Problems of training qualified personnel for agriculture / G. R. Fassakhova, R. V. Gataullina, L. R. Islamova [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. 00091. – DOI 10.1051/bioconf/20201700091.

9. Творческая активность как компонент формирования языковых компетенций студентов аграрных вузов / А.А. Ярхамова, Р.В. Гатауллина, Л.Р. Исламова, Г.Р. Фассахова // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 778-784.

10. The development of students key professional competencies in the process of didactic tasks realization / Y. M. Litovchin, I. A. Podvoiska, E. A. Yesina [et al.] // *Journal of Sustainable Development*. – 2015. – Vol. 8. – No 3. – P. 285-293. – DOI 10.5539/jsd.v8n3p285.

11. Гатауллина, Р.В. Развитие творческой самостоятельности студентов на занятиях по иностранному языку / Р.В. Гатауллина, Л.Р. Исламова // *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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 578-583.

12. Чумарова, Л.Г. Использование преданий в процессе обучения иностранному языку / Л.Г. Чумарова, Р.В. Гатауллина, Р.И. Мухаметзянова // *Иностранные языки в современном мире: Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции* (Казань, 06–07 июня 2019 года) / Под редакцией Д.Р. Сабировой, А.В. Фахрутдиновой. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2019. – С. 77-81.

13. Анализ эффективности инструментов и методов привлечения иностранных студентов на образовательные программы вуза / Д.Г. Арсеньев, М.В. Врублевская, Е.А. Беляевская, В.А. Денисова // *Университетское управление: практика и анализ*. – 2016. – № 6(106). – С. 44-53.

14. Адаптация иностранных студентов к обучению в вузе на основе применения дифференцированного подхода к использованию средств физической культуры / Д.Г. Арсеньев, И.Л. Бондарчук, Г.Б. Дьяченко, В.В. Краснощеков // *Теория и практика физической культуры*. – 2020. – № 5. – С. 39-41.

15. The principles of selecting and structuring the syllabus of foreign language teaching aimed at developing the students research competence / O. V. Lopatina, O. G. Maksimova, T. V. Talanova [et al.] // *Review of European Studies*. – 2015. – Vol. 7. – No 3. – P. 319-326. – DOI 10.5539/res.v7n3p319.

16. The model of formation of Foreign-Language skills of the students in Self-Learning activities / A. M. Ishmuradova, O. G. Yevgrafova, F. V. Dardizova [et al.] // *Asian Social Science*. – 2015. – Vol. 11. – No 1. – P. 162-168. – DOI 10.5539/ass.v11n1p162.

17. Мухаметгалиев, Ф.Н. Особенности подготовки квалифицированных кадров в условиях функционирования многоуровневой системы высшего образования / Ф.Н. Мухаметгалиев, Э.Р. Садриева, Л.Р. Исламова // *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: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – С. 132-137.

18. Гатауллина, Р.В. Анализ использования педагогического потенциала устного народного творчества татарского народа / Р.В. Гатауллина, Г.Р. Фассахова, Л.Г. Чумарова // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66-4. – С. 60-63.

19. Energy-Saving Extremal Control of an Electrical Mode for Electric Arc Units / B. N. Parsunkin, M. V. Usachev, O. S. Logunova, V. V. Koroleva // Journal of the Minerals Metals & Materials Society (JOM). – 2019. – Vol. 71. – No 1. – P. 342-348. – DOI 10.1007/s11837-018-3258-5.

20. Королева, В.В. Моделирование образовательной системы профессиональной подготовки в высшей школе / В.В. Королева, О.С. Логунова // Новые информационные технологии и системы: сборник научных статей XIII Международной научно-технической конференции (Пенза, 23–25 ноября 2016 года). – Пенза: Пензенский государственный университет, 2016. – С. 144-146.

УДК 628.349

Мазитова Алия Карамовна*Доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой
elenaasf@yandex.ru***Сухарева Ирина Александровна***Кандидат технических наук, доцент,
suxareva-ira@yandex.ru***Маскова Альбина Рафитовна***Кандидат технических наук, доцент
asunasf@mail.ru**Уфимский государственный нефтяной
технический университет, Уфа***Лазин Семен Дмитриевич, Обучающийся**
*asunasf@mail.ru**МАОУ Школа № 38, Уфа*

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОЗОНИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. Исследована эффективность очистки промышленных сточных вод, содержащих взвешенные вещества, фенолы, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, фосфаты, аммоний и другие соединения, озонированием в присутствии гетерогенных катализаторов – Fe₂O₃, ZnO, TiO₂. Определено химическое потребление кислорода (ХПК). Показано, что исследованный способ очистки является эффективным, т.к. эффект очистки по ХПК достигает более 95%, а содержание фенола снижается до нормативного показателя качества.

Ключевые слова: гетерогенный катализатор, озонирование, окислительный метод, очистка сточных вод, химическое потребление кислорода.

Aliya K. Mazitova*Doctor of chemical sciences, Professor, Head of the Department
elenaasf@yandex.ru***Irina A. Sukhareva***Candidate of engineering sciences, Associate professor
suxareva-ira@yandex.ru***Albina R. Maskova***Candidate of engineering sciences, Associate professor
asunasf@mail.ru***Semyon D. Lazin, Student***asunasf@mail.ru*

CATALYTIC OZONATION OF INDUSTRIAL WASTEWATER

Abstract. The efficiency of industrial wastewater treatment containing suspended solids, phenols, petroleum products, chlorides, sulfates, phosphates, ammonium and other compounds was investigated by ozonation in the presence of heterogeneous catalysts – Fe_2O_3 , ZnO , TiO_2 . Chemical oxygen consumption (COD) was determined. It is shown that the investigated purification method is effective, because the effect of COD purification reaches more than 95%, and the phenol content decreases to the standard quality indicator.

Keywords: heterogeneous catalysts, ozonation, oxidative method, wastewater treatment, chemical oxygen consumption.

Введение. В последнее время особое значение приобретают вопросы охраны природных водных объектов, расположенных в непосредственной близости к крупным городам и промышленным предприятиям [1]. Повышение роста загрязнения окружающей среды (в т.ч., гидросферы) различными токсичными соединениями напрямую связано с увеличением выбросов жидких отходов различного происхождения, которые в результате своей деятельности сбрасывают промышленные предприятия, транспорт, а также сфера услуг. Все это приводит к превышению естественных значений предельно-допустимых концентраций токсичных веществ для природных объектов [2-4].

В экологии гидросферы проблема очистки стоков со сложным физико-химическим составом токсичных веществ остаётся крайне важной и актуальной. Решение проблемы возможно только при использовании высокоэффективных комплексных методов [5-7]. Известно, что для разложения подобных веществ действенны окислительные способы очистки [8-10]. Перспективу представляют технологии водоочистки, базис которых составляют сильные окислители [11-13]. Благодаря высокому значению окислительно-восстановительного потенциала, озон, будучи одним из сильных окислителей, способен к практически полной деструкции фенольных соединений. Достоинством его является также способность одновременного окисления всех загрязнителей, обесцвечивание, дезодорация, обеззараживание сточных вод и насыщение её кислородом. И самое главное, очищенная вода не содержит химические вещества, которые были введены непосредственно для очистки или образовались в процессе окисления [7, 14-16]. К тому же озон при малых дозах как флокулянт осаждает взвешенные вещества, а при больших дозах в присутствии активаторов разрушает органические вещества и продукты их полураспада, повышая окислительный потенциал [7, 17].

Согласно литературным данным, применение гетерогенных катализаторов в процессе озонирования дает возможность увеличить качество и технологичность процесса очищаемых сточных вод [18-20]. В связи с этим нами проведено исследование условий очистки промышленных сточных вод каталитическим озонированием, заключающих в своем составе взвешенные вещества, фенолы, нефтепродукты, Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NH_4^+ , NO_2^- и анионные синтетические поверхностно-активные вещества (АСПАВ). В качестве гетерогенных катализаторов использованы оксиды железа (III), цинка и титана.

Экспериментальная часть. Исходное вещество – сточная вода, физико-химические показатели которой приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа исходной промышленной сточной воды

№ п/п	Показатели качества воды	Сточная вода без обработки
1	Водородный показатель (ед.рН)	4,4±0,2
2	ХПК, мгО ₂ /дм ³	7800±1120
3	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3385±398
4	Взвешенные вещества, мг/дм ³	3203±168
5	Фенолы (летучие с паром), мг/дм ³	0,430±0,072
6	Нефтепродукты, мг/дм ³	30±2
7	Cl^- , мг/дм ³	31±2
8	SO_4^{2-} , мг/дм ³	141±17
9	NH_4^+ , мг/дм ³	30±7
10	NO_2^- , мг/дм ³	<0,02
11	PO_4^{3-} (Р), мг/дм ³	2,5±0,2
12	АСПАВ, мг/дм ³	1,10±0,09

Назначение приборов для проведения озонирования сточной воды приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Методика проведения озонирования сточной воды

№ п/п	Прибор	Назначение
1	Озоногенератор ОГВК-02К	Получение озона
2	Реактор объёмом 1 дм ³	Обеспечение ввода озонкислородной смеси в воду и контакта с примесями
3	Фотометр «Эксперт-003»	Контроль концентрации озона в воде
4	Пористый керамический диспергатор	Подача озона
5	Магнитная мешалка	Перемешивание катализатора ¹
6	Индикаторные трубки ТИ-[О ₃ -0,003]	Контроль концентрации озона в воздухе рабочей зоны ²
7	рН-метр АНИОН 4100	Измерение рН

Примечание:

1 – Fe₂O₃, ZnO, TiO₂, нанесённые в виде наноплёнок на (0,5 – 1,0) мм частицы γ -Al₂O₃.

2 – Концентрация озона не должна превышать 0,0001 мг/дм³.

Методы измерений приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормативные документы и методы измерений исследуемых показателей промышленных сточных вод

№ п/п	Показатели качества воды	Нормативный документ на методику измерений, ПНД Ф	Наименование методов измерений
1	2	3	4
1	Водородный показатель (ед.рН)	14.1:2:3:4. 121-97	«Методика измерений рН проб вод потенциометрическим методом»
2	ХПК, мгО ₂ /дм ³	14.1:2:3. 100-97	«Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом»
3	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	14.1:2:3:4. 123-97	«Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах»
4	Взвешенные вещества, мг/дм ³	14.1:2:4. 254-09	«Методика измерений массовых концентраций взвешенных веществ и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом»
5	Фенолы (летучие с паром), мг/дм ³	14.1:2. 105-97	«Методика выполнения измерений массовой концентрации летучих фенолов в природных и очищенных сточных водах фотометрическим методом после отгонки с водяным паром»
6	Нефтепродукты, мг/дм ³	14.1:2:4. 5-95	«Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектрии»
7	Cl ⁻ , мг/дм ³	14.1:2:4. 111-97	«Методика измерений массовой концентрации хлорид-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах меркуриметрическим методом»
8	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	14.1:2:3:4.240-2007	«Методика измерений массовой концентрации сульфат-ионов в питьевых, поверхностных, подземных и сточных водах гравиметрическим методом»

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
9	NH_4^+ , мг/дм ³	14.1:2. 1-95	«Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера»
10	NO_2^- , мг/дм ³	14.1:2:4.3-95	«Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса»
11	PO_4^{3-} (P), мг/дм ³	14.1:2:4. 112-97	«Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония»
12	АСПАВ, мг/дм ³	14.1:2:4. 15-95	«Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в питьевых, поверхностных и сточных водах экстракционно-фотометрическим методом»

Результаты и обсуждение.

1. Результаты исследований по озонированию промышленных сточных вод на остаточную концентрацию фенола

Предварительно нами были определены оптимальные условия очистки [21, 22] для проведения каталитического озонирования:

1 Продолжительность реакции – 35 минут.

1 рН = 9,9 – 10,4.

1 $t^\circ = (22 - 24)^\circ\text{C}$.

1 Оптимальная доза озона = 5 г/дм³.

Результаты проведённых экспериментов по озонированию фенолсодержащих сточных вод показали высокую эффективность данного метода, позволяющего снизить концентрацию фенола до нормативного показателя качества [21, 23-25].

2. Результаты исследований по каталитическому озонированию промышленных сточных вод

Нами проведено исследование эффективности очистки промышленных сточных вод каталитическим озонированием. Результаты экспериментов очищенной сточной воды приведены в таблице 4 и на рисунке 1.

Таблица 4 – Результаты анализа очищенной промышленной сточной воды

№ п/п	Показатели качества воды	Сточная вода после обработки озоном и катализатором		
		Fe ₂ O ₃	ZnO	TiO ₂
1	Водородный показатель (ед.рН)	10,0±0,2	10,0±0,2	9,0±0,2
2	ХПК, мгО ₂ /дм ³	304±46	298±45	273±41
3	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	560±67	560±67	532±63
4	Взвешенные вещества, мг/дм ³	45±3	45±3	37±3
5	Фенолы (летучие с паром), мг/дм ³	0,008±0,002	0,008±0,002	0,007±0,002
6	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,07±0,01	0,07±0,01	0,07±0,01
7	Cl ⁻ , мг/дм ³	25±2	25±2	26±2
8	SO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	111±12	111±12	109±12
9	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	48±12	48±12	48±12
10	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	<0,04	<0,04	<0,04
11	PO ₄ ³⁻ (P), мг/дм ³	0,30±0,02	0,30±0,02	0,30±0,02
12	АСПАВ, мг/дм ³	0,24±0,03	0,24±0,03	0,24±0,03

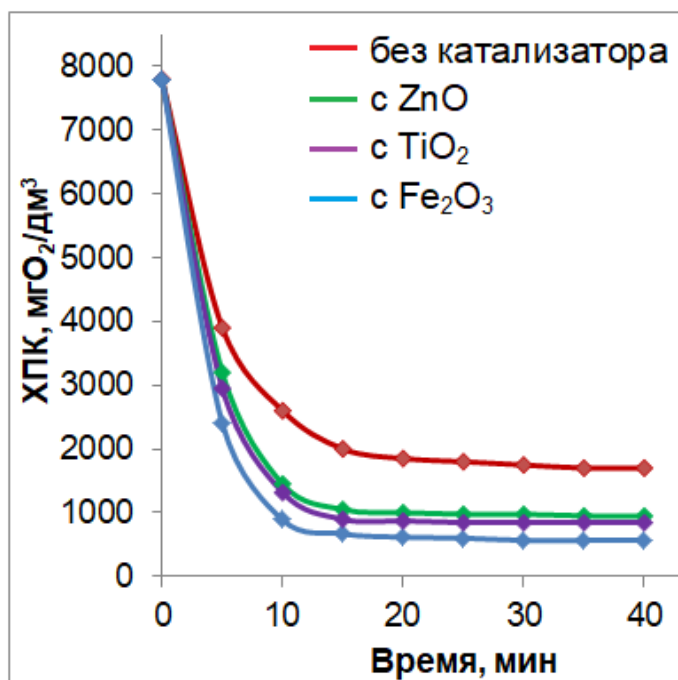


Рисунок 1 – Кривые изменения показателя ХПК в сточной воде при озонировании без обработки катализатором и с его использованием

Из приведённых результатов (таблица 4, рисунок 1) видно, что применение гетерогенных катализаторов позволяет значительно усилить процесс озонирования.

Заключение. Результаты проведённых экспериментов по каталитическому озонированию промышленных сточных вод в присутствии гетерогенных катализаторов показали высокую эффективность данного метода, т.к. ХПК снизилось в 1,9 (ZnO), 2 (TiO₂) и в 3 раза (Fe₂O₃) по сравнению с озонированием без катализатора. По

каталитической активности в окислительном озонировании исследуемых сточных вод гетерогенные катализаторы можно расположить в следующий ряд: $ZnO < TiO_2 < Fe_2O_3$.

Исследованный способ очистки является эффективным, т.к. позволяет снизить содержание фенола до нормативного показателя качества, а эффект очистки по ХПК достигает более 95%. Таким образом, вода после озонирования может быть направлена на установки биологической очистки.

Литература

1. Экологические основы охраны водных ресурсов : учеб. пособие / А.Ф. Никифоров, А.С. Кутергин, В.С. Семенищев, С.В. Никифоров. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 192 с.
2. Рыженков, А.П. Физика окружающей среды. Учеб. пособие / А.П. Рыженков. – М.: Прометей, 2018. – 250 с.
3. Комарова, Л.Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений. Учеб. пособие / Л.Ф. Комарова, Л.А. Кормина. – Барнаул: Изд-во «Алтай», 2000. – 301 с.
4. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.
5. Ameta R. Advanced Oxidation Processes for Wastewater Treatment: Emerging Green Chemical Technology / R. Ameta // Academic Press. – 2018. – P. 428.
6. Кофман, В.Я. Новые окислительные технологии очистки воды и сточных вод. Часть 1 / В.Я. Кофман // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – № 10. – С. 68-78.
7. Желовицкая, А.В. Применение перспективных окислительных процессов для очистки сточных вод, содержащих фармацевтические препараты / А.В. Желовицкая, А.Ф. Дресвянников, О.Г. Чудакова // Вестник технологического университета. – 2015. – № 20. – С. 31-37.
8. Himadri R. G. Advanced Oxidation Processes for the Treatment of Biorecalcitrant Organics in Wastewater / R. G. Himadri // Critical reviews in environmental science and technology. – 2014. – Vol. 44. – P. 1167-1219.
9. Aziz H. A. Abu Amr. Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Water and Wastewater Treatment / H. A. Aziz, S. Salem // Bibliography. – 2018. – August. – P. 501.
10. Орлов, В.А. Озонирование воды / В.А. Орлов. – М.: Стройиздат, 1984. – 88 с.
11. Fang F. Effect of Catalytic Ozonation Coupling with Activated Carbon Adsorption on Organic Compounds Removal Treating RO Concentrate from Coal Gasification Wastewater / F. Fang // Ozone: Science&Engineering. – 2018. – Vol. 40. – P. 275–283.

12. Ущенко, В.П. Озонирование как способ очистки сточных вод от ароматических соединений / В.П. Ущенко, Ю.В. Попов, Н.В. Воронович, Э.Ю. Узаков, С.В. Павлова // Известия ВолгГТУ. – 2008. – Т. 5. – № 1 (39). – С. 79-81.
13. Katsoyiannis I. A. Efficiency and energy requirements for the transformation of organic micropollutants by ozone, O₃/H₂O₂ and UV/H₂O₂ / I. A. Katsoyiannis, S. Canonisa, U. von Gunten // Water Research. – 2011. – V. 45. – P. 3811-3822.
14. Liotta L.F., Gruttadauria M., Carloc G.D., Perrini G., Librandod V. J. Heterogeneous catalytic degradation of phenolic substrates: Catalysts activity. // Hazardous Materials. – 2009. – V. 26. – № 162. – P.588-606.
15. Tizaoui Ch. Multiwalled Carbon Nanotubes for Heterogeneous Nanocatalytic Ozonation / Ch. Tizaoui, H. Mohammad-Salim, J. Suhartono // Ozone: Science & Engineering. May–June – 2015. – № 37. – P. 269-278.
16. Озонирование сточных вод предприятий деревообрабатывающей промышленности с применением гетерогенного катализатора с наносвойствами / А.К. Мазитова., И.А. Сухарева, А.Ф. Аминова, [и др.] // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – № 11 (4). – С. 394.
17. Mazitova A.K. Purification of wastewater of some construction materials production / A. K. Mazitova, A. F. Aminova, I. A. Sukhareva // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: international Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety, 25-27nd of September 2019. – 2019. – Vol. 687: ICCATS-2019.066073.
18. Исследование очистки сточных вод от фенола / И.А. Сухарева, Г.У. Ярмухаметова, М.В. Овод [и др.] // Проблемы строительного комплекса России: материалы XXIX Всероссийской науч.-техн. конф. / редкол.: Д.А. Синицин [и др.]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 358-360.
19. Применение катализатора TiO₂ в окислительной очистке стоков со сложным физико-химическим составом / И.А. Сухарева, А.Х. Алибакова, М.В. Овод, А.К. Мазитова / Проблемы строительного комплекса России: материалы XXIX Всероссийской науч.-техн. конф. / редкол.: Д.А. Синицин [и др.]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 355-357.
20. Активация озона нанокатализатором для очистки сточных вод / И.А. Сухарева, Г.М. Насырова, Э.Д. Губайдуллина, [и др.] / Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию победы в Великой Отечественной войне. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 444-446.

УДК 633.19

Сабирова Разина Мавлетгараевна
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
razina.sabirova.1975@mail.ru
Казанский государственный аграрный университет, Казань

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

Аннотация. В статье были представлены результаты научно-исследовательской работы по изучению влияния климатических условий на урожайность яровой тритикале. Опыты были заложены на полях Казанского ГАУ находящегося в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан в 2021 году. Погодные условия – наименьшие количества осадков, высокая температура воздуха определяли урожайность ярового тритикале, что составило 1,5 т с гектара.

Ключевые слова: яровое тритикале, погодные условия, урожайность.

Razina M. Sabirova
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
razina.sabirova.1975@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE YIELD OF SPRING TRITICALE

Abstract. The article presents the results of research work on the study of the influence of climatic conditions on the yield of spring triticale. The experiments were laid in the fields of the Kazan GAU located in the Laishevsky municipal district of the Republic of Tatarstan in 2021. Weather conditions – the least amount of precipitation, high air temperature determined the yield of spring triticale, which amounted to 1.5 tons per hectare.

Keywords: spring triticale, weather conditions, yield.

Обеспеченность полевых культур влагой является одним из важных факторов, влияющих на их продуктивность, часто и лимитирующим [2, 6, 9, 14]. В Предкамской зоне Республики Татарстан – где проводились наши опыты, ГТК составляет больше единицы, среднегодовое количество осадков более 400 мм, в том числе в период вегетации более 250 мм [8, 11, 12, 18].

Для появления дружных всходов зерновых культур, в пахотном слое почвы должно быть не менее 20-30 мм влаги. Рост и развитие растений требует больше влаги [15, 16, 17]. В фазе кущения потребность во влаге в пахотном слое почвы составляет не менее тридцати миллиметров. Максимальное количество влаги расходуется от фазы кущения до колошения. В фазе выхода в трубку и колошения наблюдается критический период по отношению к влагообеспеченности [1, 3, 5, 13]. Распределение на глубине одного метра, в каждом десяти сантиметровом слое почвы - десяти процентов запасов продуктивной влаги, считается наиболее хорошим для роста и развития растений. Даже при данных показаниях влажности почвы, зерновые культуры страдают от весенне-летних и летних засух [4, 19, 20].

Пашни Республики Татарстан подвергаются высоким частотным колебаниям климатических параметров, что можно сказать о нахождении в районе значительных рисков [7, 10, 18].

Исследования были проведены в опытных полях Казанского ГАУ находящегося в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан в 2021 году на серо-лесной, среднесуглинистой почве.

Яровое тритикале располагалась после черного пара. Обработку черного пара делали по общепринятым методикам, предпосевную культивацию делали на глубину пять сантиметров. Опыты закладывались в трехкратной повторности. Площадь опытных делянок составляет 25 м² (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид опытных делянок ярового тритикале

Подсчет всходов проводили в мае, количество продуктивных растений в августе, перед уборкой.

Погодные условия вегетационного периода 2020 года неблагоприятно складывались для роста и развития растений ярового тритикале. В апреле среднемесячное количество осадков составило 31 мм, на 11 мм и 4 мм меньше в сравнении с прошлогодними и среднемноголетними данными соответственно. Среднемесячная температура воздуха составила 5,1°С, что на 1°С больше в сравнении с нормой.

Май месяц, также отличался засушливостью. Данные по осадкам были намного ниже в сравнении со среднемноголетними (34 мм) и прошлогодними (34мм) данными, что составило 17 мм. Температура воздуха была при норме, что составило 13,4 градуса.

Июнь тоже не был исключением, что количество выпавших осадков составило 10,5 мм, при норме 62 мм. Продолжительная высокая температура воздуха привела к усиленному испарению влаги с поверхности почвы, что совпало с фазой выхода в трубку – с критическим периодом зерновых культур по отношению к влагообеспеченности. Среднемесячная температура воздуха была на 1,7°С выше нормы.

В июле выпало 31,5 мм осадков (при норме 51 мм), что несколько поправило положение. Среднемесячная температура воздуха составила 22°С, что на 2,5°С больше среднемноголетнего показателя.

В августе также наблюдалась сухость и жара, что ускорило созревание зерна и уборки урожая ярового тритикале. Количество выпавших осадков уменьшилось на 35,5 мм, среднесуточная температуры воздуха увеличилась на 1,5°С в сравнении с многолетней нормой.

Аномальные условия вегетационного периода 2020 года привели к резкому снижению урожайности всех культур, в частности ярового тритикале. Число продуктивных стеблей составило 332 шт/м², масса 1000 семян 28,9 грамм. Биологическая урожайность ярового тритикале составила 1,7 т/га, урожайность 1,5 тонны с гектара.

Заключение. Вегетационный период 2020 года характеризовался аномальной засухой и отрицательно повлияло на урожайность ярового тритикале, что составило 1.5 т/га.

Литература

1. Амиров, М.Ф. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи среднего Поволжья. / М.Ф. Амиров, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (55). – С. 5-9.

2. Березин, К.К. Осенняя обработка посевов озимой пшеницы различными препаратами / К.К. Березин, В.А. Колесар, Р.И. Сафин // Достижения науки и техники АПК. - 2019. - № 10, - Т. 33. – С. 31-33.

3. Гарафутдинова, К.Р. Агрохимическое состояние пахотных почв и урожайность озимой ржи ООО «Дуслык» Балтасинского района Республики Татарстан / К.Р. Гарафутдинова, Л.Г. Гаффарова, Е.А. Прищепенко, Г.Ф. Рахманова. // Владимирский земледелец. – 2020. – № 3 (93). – С. 8-11.

4. Гаффарова, Л.Г. Влияние листовых подкормок на урожайность ярового рапса в условиях Среднего Поволжья / Л.Г. Гаффарова, А.С. Ахрарова. // Сборник студенческих научных работ по материалам докладов, 72-й Международной студенческой научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения А.Г. Дояренко (Москва, 26–29 марта 2019 года). – М.: Изд-во Российского государственного аграрного университета - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. - С. 662-664.

5. Гилязов, М.Ю. Действие и последствие бучильного щёлока травяной целлюлозы на урожайность сельскохозяйственных культур / М.Ю. Гилязов, Ф.Ш. Фасхутдинов, Р.В. Миникаев // 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 г.). – Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2019. - С. 78-83.

6. Кадырова, Ф.З. О некоторых приёмах оптимизации возделывания гречихи в засушливых условиях / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова, Л.Р. Кадырова // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. № 5. – С. 30–33.

7. Кадырова, Ф.З. Влияние биологически активных препаратов на продуктивность растений гречихи / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова. // Плодородие. – 2020. - №3(114). – С. 44-47.

8. Биологическая защита растений от стрессов: учебное пособие для вузов / Л.З. Каримова, В.А. Колесар, Р.И. Сафин, Г.К. Хузина. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 100 с.

9. Миникаев, Р.В. Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Д.А. Фатихов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. - Т. 14. – № S4-1 (55). – С. 74-79.

10. Михайлова, М.Ю. Питательная ценность гибридов кукурузы при возделывании на зеленую массу в условиях серой лесной почвы Республики Татарстан / М.Ю. Михайлова, Н.Н. Зяббаров // Материалы 77-ой студенческой (региональной) научной конференции «Студенческая наука – аграрному производству», посвященной 100-летию Агрономического факультета. – Казань: Изд-во Казанского

государственного аграрного университета, 2019. – С. 56-59.

11. 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.

12. 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.

13. Пахомова, В.М. Научно-методические основы биотехнологий в растениеводстве [Текст] / В.М. Пахомова, А.И. Даминова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Казанский государственный аграрный университет, Казанский федеральный университет. - Казань : Казанский гос. аграрный ун-т : Изд-во Казанского ун-та, 2018. - 343 с.

14. Сабирова, Р.М. Влагообеспеченность – основной фактор формирования урожайности озимой пшеницы / Р.М. Сабирова, И.Г. Гилаев, Р.С. Шакиров // Аграрная тема. – 2018. – №3. – С.18-20.

15. Сабирова, Р.М. Биоплант Флора – удобрение нового поколения / Р.М. Сабирова, Р.С. Шакиров, З.М. Бикмухаметов. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019.- № 2 (53).- С. 37-42.

16. Safin R.I., Validov Sh. Z., Karimova L. Z., Karimov Kh. Z., Minnullin G.S. Safiollin F., The Influence of Spring Barley Extract On PSEUDOMONAS PUTIDA PCL1760 // International Journal of Advanced Biotechnology and Research, 2019, pp 158-164.

17. Экономические показатели применения антистрессовых и фитогормонных препаратов на посевах ярового рапса Руян в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, М.М. Хисматуллин, С.Р. Сулейманов [и др.] // Финансовый бизнес. - 2021. – №6(216). – С.78 – 83.

18. Урожайные сорта и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(53). – С. 52-57.

19. Шакиров, Р.С. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от погодных условий и обработки почвы / Р.С. Шакиров, Р.М. Сабирова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2016.- № 3 (41).

20. Valeria Kolesar, Gulsia Sharipova, Diana Safina, and Radik Safin. Use of foliar fertilizers on soybeans in the Republic of Tatarstan. BIO Web of Confer-ences 17, 00069 (2020) <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700069>, FIES 2019.

УДК 658

Салахутдинова Эльвира Ринатовна*Старший преподаватель**salakhutdinovaer@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТАНОВКИ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В УСЛОВИЯХ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ БИЗНЕСА

Аннотация. Целью написания статьи является обоснование концепции построения системы управленческого учета как практическая необходимость в условиях реализации социальной ответственности бизнеса.

Ключевые слова: концепция, управленческий учет, социальная ответственность бизнеса.

Elvira R. Salakhutdinova*Senior Lecturer**salakhutdinovaer@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

MANAGEMENT ACCOUNTING CONCEPT IN ENTERPRISES UNDER CONDITIONS OF SOCIAL BUSINESS RESPONSIBILITY

Abstract. The purpose of this article is to substantiate the concept of building a management accounting system as a practical necessity in the context of the implementation of social responsibility of business.

Keywords: concept, management accounting, business social responsibility.

В настоящее время не существует разработанной Инструкции, руководствуясь которым можно сформировать систему управленческого учета на предприятия [1, 8]. Управленческий учет должен быть сформирован с учетом специфики деятельности конкретного хозяйства. Эффективность и оперативность организации управленческого учета невозможно без соблюдения ряд условий:

- руководством компании должны быть четко сформулированы цели и задачи постановки управленческого учета;
- реализация данного проекта невозможно без высококвалифицированных специалистов, которые разбираются в данной теме и способны обучить других сотрудников при необходимости;

- руководство компании должен быть активным участником данного проекта;
- должны быть выделены средства (ресурсы), чтобы проект стал действующим.

В первую очередь, необходимо создать рабочую группу, которая будет включать руководителей структурных подразделений компании. Руководителем проекта должен быть назначено лицо, которому будут неукословно подчиняться все (руководитель экономического субъекта, либо его заместитель). Все члены рабочей группы должны выделить время для решения задач данного проекта.

Для того, чтобы создать, сначала необходимо анализировать действующее на предприятии, чтобы не было повторения одних и тех же действий разными участниками. Анализ и проектирование структурных подразделений компании, а именно организационную и финансовую позволит решить данную задачу:

- оценка действующей системы организации производства и взаимоотношений в финансово-экономических сферах;
- оценка установленной системы бухгалтерского учета, планирования;
- изучение и анализ системы внутреннего контроля;
- оценка каким образом организована и обеспечена система мотивации персонала.

Созданная организационная структура является постоянной и практически не меняется. Управленческий учет обеспечивает информацией высшее звено управления компании, чтобы оно быстро и эффективно принимало решение. Это можно обеспечить, если само руководство будет участвовать в деятельности службы управленческого учета.

Также является необходимо диагностировать действующий информационный поток компании. Слаженность и оперативность работы позволит обеспечить разработку документооборота для управленческих целей [2, 9]. Документ, где прописан кем и кому в какие сроки предоставляет управленческую информацию. Разработка учетного плана и рабочего плана счетов для целей управленческого учета позволит развитию концепции управленческого учета

Следующий шаг – выделение центров финансовой ответственности (ЦФО), в котором каждый из них отвечает только за свой участок учета. Их бывает несколько видов:

- центры затрат – руководитель данного отдела несет ответственность и контролирует за затратами службы управленческого учета, чтобы не превысили лимит. К примеру данную функцию можно возложить IT-службам;
- центры дохода. Им возложена функция обеспечения и контроля получаемого дохода, например, отдел сбыта;

- центры прибыли несут ответственность только за свои понесенные доходы и расходы, сопоставление этих сумм дает прибыль. Если организация, например, имеет несколько филиалов, каждый из них будет центром прибыли;

- центры инвестиции занимаются поиском инвесторов для реализации проектов.

Такое делегирование обязанностей между участниками групп позволит оперативно принимать управленческие решения, так как каждый центр будет занимать исключительно с тем объемом информации, за которую он несет ответственность [3, 7].

Понесенные затраты должны приносить выгоду, т.е. полученная выгода должна быть выше затрат. А чтобы обеспечить оперативный сбор и использование этих данных необходимо наличие у организации система плана счетов в целях управленческого учета. Также необходимо указать, эти счета будут существовать отдельно от счетов бухгалтерского учета, или будут частью (аналитические счета в целях управленческого учета). Сбор информации на счетах позволит эффективно анализу, контролю и управлению затратами.

Следующим шагом рабочая группа должен определить и утвердить документооборот данной службы. Созданное Положения об управленческом учете будет включать методологию и регламент работы, т.е. четко сформулированную план действий: какую информацию в какую форму отчетности вносить, в течение каких сроков предоставлять, ответственные лица за ту или иную информацию и т.д. В данное Положение необходимо включить разработанные формы отчетности, чтобы содержащиеся в ней информация удовлетворяла потребности руководства [11]. Чтобы служба управленческого учета функционировала, необходимо параллельно обучать персонал, который будет задействован в данной сфере.

Построение системы управленческого учета требует от его участников грамотную разработку классификации затрат с учетом мест возникновения затрат, объекта и предмета затрат [4-6]. Оперативное управление затратами и своевременное влияние на их изменчивость можно организовать при рациональной группировки издержек производства на постоянные и переменные, прямые или косвенные. Если финансовые и кадровые возможности позволяют, то можно организовать учет исходя из нормативных затрат и реальных затрат. Данная модель учета будет способствовать формированию информации о полезности затрат и их сопоставимость фактических данных с нормативами.

Документальное подтверждение всех выбранных методов и приемов ведения управленческого учета позволит систематизировать информацию о структуре и формате отчетных данных, разрабатывать финансовые модели формирования управленческих отчетов.

В условиях цифровой экономики и формировании концепции социальной ответственности бизнеса требует разработку технического задания для автоматизации управленческого учета [10]. Автоматизация учетного процесса позволит решать задачи оперативно, так как конфигурации системы позволяют сформировать отчетные показатели по запросу руководства хозяйствующего субъекта в удобной ему форме. Безусловно, все эти процессы необходимо осуществлять параллельным обучением персонала организации тонкостям ведения управленческого учета и формирования отчетности посредством участия в практических семинарах, тренингах и т.д.

Таким образом, концепция постановки управленческого учета на предприятиях в условиях социальной ответственности бизнеса требует от руководства экономического субъекта решительности и вклада денежных средств для построения комплексной системы учетного процесса. Однако проделанная работа по организации системы управленческого учета будет способствовать эффективному функционированию деятельности предприятия.

Литература

1. Эффекты социально-экономической политики в аграрной сфере экономики / Э.Ф. Амирова, А.Л. Золкин, М.С. Фасхутдинова, А.Е. Агумбаева // Современная аграрная экономика: наука и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Горки, Беларусь, 09–10 марта 2021 года). – Горки, Беларусь: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 11-15.
2. Klychova G.S., Zakirova A.R., Kamilova E.R., (2016). The Methodological Instruments of Social Audit in the Agricultural Companies Development. *International Business Management*, 10: 5254-5260. DOI: 10.3923/ibm.2016.5254.5260
3. Krupina G. D. Analysis of the digitalization efficiency in agricultural complex in the Republic of Tatarstan / G. D. Krupina, N. A. Safiullin, S. S. Kudryavtseva [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. 00230. – DOI 10.1051/bioconf/20201700230
4. Формирование социальной отчетности в органическом животноводстве / Г.С. Клычова, А.Р. Закирова, А.Р. Юсупова, И.М. Хайруллина // *Международный бухгалтерский учет*. – 2021. – Т.24, № 3(477). С. 297-315
5. 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.

6. Мавлиева, Л.М. Информационно-аналитические возможности интегрированной отчетности / Л.М. Мавлиева, М.М. Низамутдинов // Роль социально-экономической науки в обеспечении продовольственной безопасности страны. Материалы Международной научно-практической конференции (Казань, 22–23 мая 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 66-68.

7. Управление механизмами повышения эффективности трудовых ресурсов в сельском хозяйстве / Ф.Н. Мухаметгалиев, Д.И. Файзрахманов, А. Р.Валиев [и др.]. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – 420 с. – ISBN 978-5-6044926-3-5.

8. Низамутдинов, М.М. Механизмы стимулирования и активизации инвестиционной деятельности / М.М. Низамутдинов, К.А. Парфенова, Л.Р. Давлетшина // Развитие бухгалтерского учета и аудита в условиях цифровой экономики. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (Казань, 28–29 мая 2019 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ. – 2019. С. 165-169.

9. Нуриева, Р.И. Развитие системы внутреннего контроля государственных субсидий в сельскохозяйственных организациях / Р.И. Нуриева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 18-24. – DOI 10.12737/14747.

10. Учетно-контрольное обеспечение управления расчетами по кредитам и займам в сельскохозяйственных организациях / К.А. Парфенова, Р.И. Нуриева, Э.Р. Салахутдинова, А.Р. Ганиева // Актуальные проблемы бухгалтерского учета и аудита в условиях стратегического развития экономики: Сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых (Казань, 24 марта 2021 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 201-206.

11. Формирование корпоративного механизма управления социально-экономическим развитием предприятий аграрного сектора экономики / Г.С. Клычова, А.Р. Закирова, А.Р. Валиев [и др.]. – Москва: ООО "Издательский Центр РИОР", ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. – 171 с. – ISBN 978-5-369-01876-7. – DOI 10.29039/01876-7.

УДК 667.6

Вагизов Тагир Наилевич*Кандидат технических наук, доцент**tagirvagizov@yandex.ru***Шайдуллина Камиля Ильнаровна***Студентка**kamilya2412@gmail.com**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР

Аннотация. Целью данной работы является разработка технологических параметров получения световозвращающих поверхностей различных структур с использованием материалов отечественного производства. Объектом исследования являются тонкопленочные световозвращающие покрытия с использованием стеклянных микросфер. Рассмотрены технологические варианты позволяющих получить более высокие показатели световозвращающих покрытий, на основе покрытий связующего, наполненного стеклянными микросферическими световозвращателями.

Ключевые слова: микросфера, линза, отражение, материал, пленка, световозвращение, покрытие, структура, отражатель.

Tagir N. Vagizov*Candidate of technical sciences, Associate Professor**tagirvagizov@yandex.ru***Kamila I. Shaidullina***Student**kamilya2412@gmail.com**Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF OBTAINING RETROREFLECTIVE SURFACES OF VARIOUS STRUCTURES

Abstract. The purpose of this work is to develop technological parameters for obtaining retroreflective surfaces of various structures using materials of domestic production. The object of the study is thin-film retroreflective coatings using glass microspheres. Technological variants allowing to obtain higher rates of retroreflective coatings based on binder coatings filled with glass microspherical retroreflectors are considered.

Keywords: microsphere, lens, reflection, material, film, retroreflection, coating, structure, reflector.

Основными поставщиками световозвращающих плёнок, применяемых в РФ организациями обеспечения безопасности дорожного движения, это дорожные информационные знаки, катафоты, световозвращающие ткани различного назначения являются зарубежные производители: Китай, Япония, Корея, США фирма «ЗМ», как основной законодатель и монополист в этой области. Предприятия, которые используют световозвращающие покрытия в военной отрасли, космической и авиационной технике, производят такие материалы исключительно для специфического применения и научно – исследовательских целей.

В данное время в нашей стране используются пленки как отечественных, так и зарубежных производителей, таких как «Регарт» (Россия), «AVERY DENNISON» (Германия), «ЗМ» (США), «ТМ» (Китай). Наиболее широкий ассортимент световозвращающих покрытий на мировом и российском рынке представлен фирмой Oralite (Германия). Наиболее распространенной и известной фирмой является американская компания «ЗМ». На данный момент компания производит световозвращающую пленку под названием «ЗМ с».

Анализ источников позволили прийти к выводу, что в РФ нет собственного производства световозвращающих материалов и в основном изготовление световозвращающих изделий различного применения основано на использовании закупочных световозвращающих плёнок и тканей.

Целью данной работы является разработка технологических параметров получения световозвращающих поверхностей различных структур с использованием материалов отечественного производства.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить основы световозвращения поверхностей различных структур и определить перечень основных световозвращающих показателей.
- разработать структуру световозвращающего покрытия.
- выбрать материалы для элементов, формирующих структуру световозвращающей оптической конструкции.
- выявить влияние качества используемых в структуре СВП материалов, производимых в РФ, на их оптические свойства.
- разработать опытно – экспериментальный вариант технологического процесса формирования СВП с использованием стеклянных микросферических линз с оптическими показателями на уровне пленки «ЗМ».

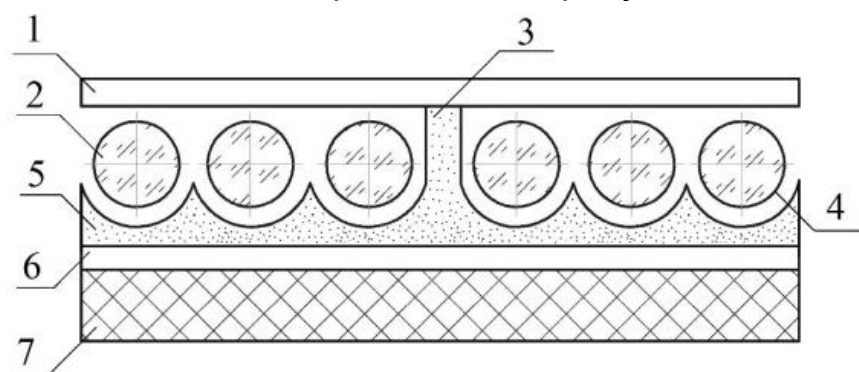
Объектом исследования являются тонкопленочные световозвращающие покрытия с использованием стеклянных микросфер.

Необходимо определить механизмы световозвращения в покрытиях на основе уголковых отражателей и стеклянных микросфер. Выбрать материалы для световозвращающих покрытий и разработать технологию их формирования. Установить зависимость свойств покрытий от равномерности распределения, структуры, дисперсности, природы и количественного соотношения микросферических отражателей, а также режимных параметров и формирования функциональных слоев.

Формирование покрытий со световозвращающим эффектом в основном базируется на использовании световозвращающих элементов двух типов, которые входят в конструкцию покрытия: стеклянные микросферические световозвращатели и «уголковые» (их называют также призматическими).

Одним из технологических вариантов, позволяющих получить более высокие показатели световозвращающих покрытий (СВП), является принятие за основу покрытий связующего, наполненного стеклянными микросферическими световозвращателями.

При использовании линзовых микросферических элементов структура многослойной плёнки приведена на рисунке 1.

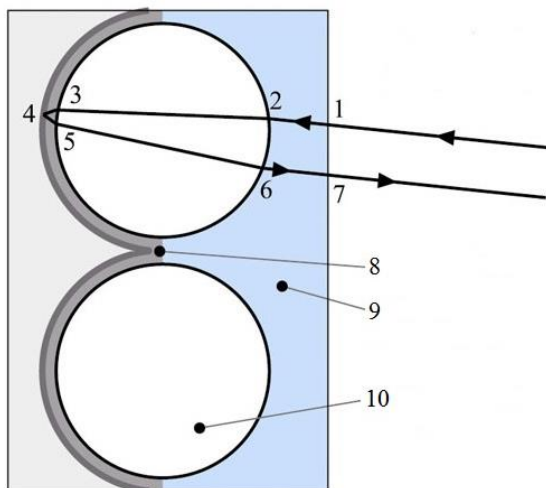


1 – защитный слой, 2– микросферический элемент, 3 – разделитель (полимерная сетка с ячейками определенной формы), 4 – отражающий слой, 5 – связующий слой, 6 – адгезионный слой, 7 – подложка.

Рисунок 1 - Структура световозвращающего покрытия на микросферических световозвращателях

На несущем материале с адгезионным подслоем для крепления изделия при монтаже нанесён связующий слой, в который частично внедрены стеклянные микросферы с определённым коэффициентом преломления. Связующий слой содержит отражательные частицы, контактирующие с микросферами и сеть соединяющих частей с верхней защитной светопропускающей плёнкой. Между промежутками соединяющих частей, формирующих ячейки, расположены микросферы, верхняя часть которых не контактирует с защитной плёнкой за счёт зазора, где образуется воздушная прослойка.

В стеклянной микросфере наблюдаются как минимум шесть преломлений (рисунок 2).



1, 2, 3, 5, 6, 7 – преломление, 4 – отражение; 8 – отражающий слой; 9 – защитный светопропускающий слой; 10 – стеклянная микросфера.

Рисунок 2 - Схема движения светового луча и его путь через световозвращающий элемент

Преломлений может быть и больше при дополнительном покрытии пленки, например, слоем, позволяющим наносить сольвентные чернила. Необходимо знать одно: чем больше количество преломлений, тем больше будет происходить смещение отраженного светового пучка и, как следствие, снижение отражающей способности.

Установлено, что основные оптические свойства покрытий на основе полимерных порошков композиций, определяется комплексом оптических характеристик. Исходных компонентов, с их сочетанием, вариацией структуры, природы и количественных соотношений компонентов образующих. С учетом этого, есть возможность широкого изменить оптические и разнообразные физико-химические свойства наполнителей, включая светоотражающие покрытия, с учетом функционального назначения.

Литература

1. 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.

2. Galimov, E. R. Method for synthesis of retro-reflective coatings with specified optical properties / E. R. Galimov, T. N. Vagizov, A. V. Belyaev // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1205-1209. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.1205.

3. Хазиев, Р.Г. Обеспечение надежности машин / Р.Г. Хазиев, Т.Н. Вагизов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 11–12 апреля 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 82-84.

4. Влияние технического состояния автотранспортных средств на периодичность их обслуживания / Ф.Х. Халиуллин, Р.А. Яковлев, А.В. Матяшин [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 170-174.

5. Sharifullin S.N., Some characteristics of surface hardening of steel 65g in the electric-spark method / Sharifullin S.N., Fayzrakhmanov I.A., Lyadov R.M., Shustov V.A., Adigamov N.R., Akhmetzyanov R.R., Shaykhutdinov R.R., Bayniyazova A.T. // Journal of Physics: Conference Series. electronic edition. 2019. С. 012100.

6. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. - 2019. - Т. 1. - № 10. - С. 421-427.

7. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 204-208.

8. 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 181-187.

9. 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, 18 января 2018 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – С. 317-322.

10. 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.

11. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 42-44.

12. Процесс взаимодействия лезвия зуба пластинчатой пружины с почвой / Г.Г. Булгариев, Р.Г. Юнусов, Г.В. Пикмуллин, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2(40). – С. 83-86. – DOI 10.12737/20642.

13. Khaliullin, F.Kh. 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, S.A. Sinitsky, G.V. Pikmullin // 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.

14. Study of spatial hinge mechanisms and their use in agricultural machines / A. P. Mudrov, A. G. Mudrov, S. M. Yakhin, N.Z. Mingaleev, G.V. Pikmullin // 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. 00012. – DOI 10.1051/bioconf/20201700012.

15. 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. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-107-113.

16. 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020 - С. 269-273.

УДК 338

Зиннатуллина Алсу Наилевна*Кандидат технических наук, доцент**zinnatullina-alsu@mail.ru***Киселев Вадим Леонидович***Студент**kiselev14@list.ru***Магсумова Дильяра Шамильевна***Студент**magsumova.dilyara@inbox.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ:
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

Аннотация. Искусственный интеллект многообразен. В современном мире искусственный интеллект используется в узкоспециализированных направлениях, среди которых система распознавания лиц, поисковой алгоритм интернета, вождение беспилотных автомобилей и самолетов, решение математических уравнений или шахматных комбинаций, промышленность, здравоохранение. Но долгосрочной целью многих исследований является создание искусственного интеллекта более высокого уровня, способного превзойти разум человека в решении множества когнитивных задач.

Ключевые слова: информация, интеллект, мышление, компьютер, система, алгоритм, нейрон, сеть, потребность, техника.

Alsu N. Zinnanullina*Candidate of technical sciences, Associate professor**zinnatullina-alsu@mail.ru***Vadim L. Kiselev***Student**kiselev14@list.ru***Dilyara Sh. Magsumova***Student**magsumova.dilyara@inbox.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia***FUNDAMENTALS OF THE DIGITAL ECONOMY:
ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Abstract. Artificial intelligence is diverse. In the modern world, artificial intelligence is used in highly specialized areas, including a facial recognition system, an Internet search algorithm, driving unmanned cars and airplanes, solving mathematical equations or chess combinations, industry, and healthcare. But the long-term goal of many studies is to create a higher-level artificial intelligence capable of surpassing the human mind in solving a variety of cognitive tasks.

Keywords: information, intelligence, thinking, computer, system, algorithm, neuron, network, need, technique.

Искусственный интеллект является одним из направлений современной науки. Он изучает способы обучения компьютера, роботизированной техники, аналитической системы мыслить также как человек. Отметим ряд свойств, которые характеризуют интеллект: умение обучаться; абстрактное мышление; создавать что-то новое.

Известно, что компьютер со скоростью света 299 792 458 м/с, а человек думает со скоростью 100 м/с. Но мысль компьютера можно сказать, что двигается по прямой линии. Вы даете компьютеру алгоритм, и он применяет его всегда одним и тем же образом. В алгоритме есть четкая последовательность действий, которые должны привести к определенному результату. Эту последовательность можно восстановить, даже если алгоритм состоит из десятков тысяч строк кодов. Человеческий мозг думает медленно, но во все стороны одновременно. Вычислительные мощности не являются показателем разума. К концу 20 века ученые поняли, что простое усовершенствование компьютеров не приведет к появлению искусственного интеллекта, необходимо создать искусственный мозг.

Мозг человека состоит из миллиона крохотных частиц – нейронов, объединенные в слои, а слои объединены в огромную сеть. Нечто подобное можно создать искусственно, то есть в некотором ящике нейроны получают информацию, обрабатывают её, а потом передают следующему слою. Каждый нейрон может осуществлять только одну простейшую операцию. Но благодаря количеству слоев, нейронная сеть в целом способна думать также как наш мозг. Уже сейчас нейронные сети умеют ставить медицинские диагнозы не хуже, чем самый опытный врач, потому что могут учесть такое количество факторов и данных, какое ни один врач не сможет удержать в голове. Но пока нам трудно поверить тому диагнозу, которая поставила нейронная сеть, потому что мы не понимаем, как она думает. Научить нейронную сеть объяснять свое решение и переводить их в человеческую логику – одна из важных задач ближайшего будущего [1-9].

Существует несколько способов обучения нейросетей. Одним из способов обучения является обучение с учителем. Ярким и поучительным примером является пример того, как маленьких детей

водят по городу и показывают, как граждане выгуливают своих тапиров. Таким образом, дети понимают и представляют, что такое тапир. Точно также поступают с нейронными сетями. Им на вход подают большое количество фотографий с тапирами, они разбивают их на пиксели, и находят общие признаки. Таким образом, нейронные сети понимают, что такое тапир в целом. Вторым способом является обучение без учителя. Раньше мы думали, что земля плоская, а солнце вращается вокруг земли. Затем мы поняли, что земля круглая и вращается вокруг солнца. Нам никто не помогал, мы сами до этого додумались. Точно также и нейронные сети. Они получают большой объем данных, анализируют их, находят явное и неявное соответствие, и принимают какие-то решения. Мы можем подать большое количество текста на разных языках, и сеть научится переводу. Так работают онлайн переводчики. Интересным показательным примером нейронных сетей является выигрыш нейронными сетями человека в логическую настольную игру Го. Это игра с невероятно большим количеством возможных ситуаций на доске. Например, в шашках количество ситуаций на доске составляет $5 \cdot 10^{20}$, в шахматах - 10^{125} , а в игре Го число допустимых комбинаций – число из ста семьсот одной цифры, это больше, чем количество атомов во вселенной. Для победы в Го нужна интуиция. Именно интуицию нейронная сеть применила для победы над лучшими игроками в Го. В этой игре бессмысленно использовать алгоритмы, никакой компьютер не сможет рассчитать всевозможные ходы [10-16].

Нейронные сети вокруг нас. Они способны распознавать дорожные знаки, машины, пешеходов, а значит, управлять беспилотными автомобилями. Они максимально эффективно распределяют десятки тысяч авиарейсов, то есть заметно снижают время простоя самолётов. Они создают химические соединения с нужными параметрами, например, препарат, убивающий определенный тип вредоносных бактерий. Одна из задач, которую решает Ростелеком – это создание такого голосового помощника, который мог бы обслуживать абонентов, заменив собой человеческие ресурсы, которые сейчас есть в колл - центрах, хотя бы частично. Одна из таких ключевых задач, которые должна решать нейронная сеть – это выглядеть естественно. Нейронная сеть должна быть похожа в каком-то смысле на человека, то есть у нее должна быть адекватная реакция. Пока, что это все теоретические разговоры. Существует мнение, что интеллект – это свойство живых существ, и искусственно создать его невозможно.

Литература

1. 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, 21 апреля 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 012035.

2. 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. – DOI 10.1051/bioconf/20202700120.

3. 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.

4. Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage / I. Mukhametshin, A. Valiev, F. Muhamadyarov [et al.] // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 1946-1952. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF553.

5. Determination criteria of diameter of the flexible operating element of the rotating haulm chopper / M.N. Kalimullin, D.M. Ismagilov, N.N. Pushkarenko, R.K. Abdrakhmanov // Перспективы развития аграрных наук: Материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 01–02 июня 2019 года). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – P. 82-83.

6. Labor productivity in digital agriculture / A.K. Subaeva, M.M. Nizamutdinov, L.M. Mavlieva, M.N. Kalimullin // 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. 00226.

7. Валиев, А.А. Построение искусственных нейронных сетей для задачи прогнозирования / А.А. Валиев, Р.И. Ибятов, 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. 238-243.

8. Графический анализ влияния факторов на урожайность яровой пшеницы / Р.И. Ибятов, 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.

9. Метод главных компонент для визуализации данных по урожайности яровой пшеницы / С.А. Валиев, Р.И. Ибяттов, Ф.Ш. Шайхутдинов, Н.Г. Киселева // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции (Казань, 07 декабря 2016 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 166-171.

10. Зиннатуллина, А.Н. Математическое моделирование распространения загрязнения под гидросооружением со шпунтом / А.Н. Зиннатуллина, Р.И. Ибяттов, М.Н. Шамсиев // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2014. – № 7(66). – С. 43-47.

11. Шайхутдинов, Ф.Ш. Современные методы и подходы обработки информации по урожайности яровой пшеницы / Ф.Ш. Шайхутдинов, Р.И. Ибяттов, А.А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 3(41). – С. 9-15.

12. Автоматизированные системы оперативного управления технологическим процессом технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава / Р.К. Абдрахманов, В.Г. Калимуллина, М.Н. Калимуллин, А.А. Мухаметшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 3. – № 3(9). – С. 129-131.

13. Производительность труда в аспекте цифрового сельского хозяйства / А.К. Субаева, М.М. Низамутдинов, Л.М. Мавлиева, М.Н. Калимуллин // 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. 760-766.

14. Nasybullin, R. Method for optimizing the number of glass-fiber reinforced plastic rebars in concrete structures / R. Nasybullin, F. Akhmadiev, O. Bakhareva // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 апреля 2021 года. – France: EDP Sciences, 2021. – P. 9001.

15. 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.

16. Ризванов, Н.Г. Совершенствование системы хранения сельскохозяйственной техники с использованием протекторной защиты /

Н.Г. Ризванов, Д.В. Хабибуллин, М.Н. Калимуллин // 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. 45-49.

17. Насыбуллин, Р.Н. Кибер-физические системы: концепция цифрового двойника в инвестиционно-строительном комплексе / Р.Н. Насыбуллин, Ф.Г. Ахмадиев, О.В. Бахарева // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2020. – Т. 7. – С. 120-125.

18. Бахарева, О.В. Концепция территориального развития региона: реальная vs цифровая инфраструктура / О.В. Бахарева // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2019. – № 1(119). – С. 37.

19. Bakhareva, O. Strategic planning of infrastructure development: Bim and intelligent building / O. Bakhareva // Journal of Advanced Research in Law and Economics. – 2019. – Vol. 10. – No 8(46). – P. 2262-2270.

20. Результаты полевых исследований почвообрабатывающего орудия с эллипсоидными дисками / Ф.Ф. Яруллин, Р.И. Ибяттов, С.М. Яхин, Р.Х. Гайнутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 123-127. – DOI 10.12737/article_5d3e17361cada0.88786874.

21. Шайхутдинов, Ф.Ш. Современные методы и подходы обработки информации по урожайности яровой пшеницы / Ф.Ш. Шайхутдинов, Р.И. Ибяттов, А.А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 3(41). – С. 9-15.

УДК 614.841

Хабибуллин Ильназ Хайдарович

Студент

*ilnaz71000@mail.ru***Гаязиев Ильнар Наилевич**

Кандидат технических наук, доцент

*gazel.81@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Молочников Денис Евгеньевич**

Кандидат технических наук, доцент

*denmol@yandex.ru**Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Ульяновск***МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Аннотация. Проведен анализ и причины возникновения пожаров на нефтехранилищах. Предложены мероприятия по повышению пожарной безопасности при хранении нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефтепродукт, хранение, авария, пожар, пожарная безопасность.

Ilnaz H. Khabibullin*Student**ilnaz71000@mail.ru****Ilnar N. Gayaziev****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**gazel.81@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia****Denis E. Molochnikov****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**denmol@yandex.ru**Ulyanovsk State Agrarian University**named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia***MEASURES TO IMPROVE FIRE SAFETY DURING STORAGE
OF PETROLEUM PRODUCTS**

Abstract. the analysis and causes of fires at oil storage facilities have been carried out. Measures to improve fire safety when storing petroleum products are proposed.

Keywords: petroleum product, storage, accident, fire, fire safety.

На сегодняшний день на территории Российской Федерации установлено большое количество резервуаров и сооружений для хранения нефтепродуктов. Данные объекты для хранения нефтепродуктов представляют собой комплекс сооружений, предназначенных как для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов, которые сооружаются в агропромышленном комплексе, а так же в организациях различного производства.

Пожары на нефтехранилищах трудно поддаются тушению, так как на одном участке расположены несколько сооружений.

Ежегодно в Российской Федерации происходит десятки возгораний на нефтехранилищах. Основными причинами возгорания на нефтехранилищах являются не соблюдение требований пожарной безопасности, надежность резервуарных конструкций, неисправность оборудования, самовозгорание нефтепродуктов при хранении [1,2,3,13].

Пожары на нефтехранилищах, возможно, избежать за счет знания правил хранения нефтепродуктов, соблюдения требований пожарной безопасности. К резервуарам и сооружениям для хранения нефтепродуктов, а также к персоналу обслуживающие данные сооружения необходимо применять повышенные требования по пожарной безопасности.

А при возникновении пожара или аварии на нефтехранилищах, организации будет нанесен высокий ущерб, вплоть до нанесения ущерба здоровью и жизни обслуживающего персонала и сотрудникам организации [4].

Все опасные производственные объекты согласно Федеральному закону №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» подвергаются оценке пожарной безопасности и риска. Так как в нефтехранилищах осуществляется прием, хранение и отпуск нефтепродуктов.

Резервуары для хранения нефтепродуктов должны быть оборудованы системой вентиляции, датчиками наполняемости нефтепродукта, температуры и предохранительными клапанами.

На объектах для хранения нефтепродуктов были выявлены следующие аварийные ситуации [5,6,7,8]:

1. Разгерметизация резервуаров.
2. Разгерметизация трубопроводов.
3. Разгерметизация насосных станций.
4. Не компетентность обслуживающего персонала.

Опасными факторами, при которых могут возникнуть аварии являются следующее:

1. Температура нагрева резервуаров для хранения нефтепродуктов.
2. Создаваемое давление в резервуарах при выбросе в атмосферу приводит к загрязнению окружающей среды [9].

Для того чтобы повысить пожарную безопасность на объектах нефтехранилища предлагаются следующие мероприятия по повышению пожарной безопасности [10,11,12,13]:

1. Целесообразно применять резервуары подземного типа.
2. Согласно Федеральному закону №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» проходить в установленном порядке производственный контроль.
3. При строительстве сооружений необходимо соблюдать строительные нормы и правила.
4. Система освещения не должна быть взрывоопасной.
5. Предлагается применять систему послойного тушения резервуаров.
6. Рекомендуются устанавливать возле каждого резервуара систему пенного пожаротушения, для своевременной ликвидации пожара и риска возникновения пожара на объекте.
7. Применить систему цифровизации и автоматизации при тушении пожаров.
8. Проводить обучение сотрудников организации требованиям промышленной и пожарной безопасности, согласно установленным правилам и нормам.

Литература

1. Оценка пожарной опасности технологического процесса хранения нефти с учетом регламентированных параметров технологического процесса / Р.Р. Киямова, И.Н. Гаязиев, В.М. Медведев [и др.] // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции (Казань, 18 января 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 387-389.
2. Прогнозирование ресурса вертикальных резервуаров для нефтепродуктов при циклическом нагружении / Д.Е. Молочников, С. А. Яковлев, Р. Н. Мустякимов [и др.] // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), (Рязань, 11 февраля 2020 года) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки Наука 0+ студенческого конструкторского бюро Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева; Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева,

2020. – С. 63-67.

3. Зайцев, А.С. Пожарная безопасность при перевозке опасных грузов / А.С. Зайцев, И.Н. Гаязиев, Д.Е. Молочников // 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. 400-403.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. Пожарная безопасность при перевозке опасных грузов / Г.И. Сахапова, И.Н. Гаязиев, В.М. Медведев [и др.] // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции (Казань, 18 января 2018 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 393-396.

9. 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.

10. 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.

11. Фасхутдинов, И.И. Мероприятия противопожарной защиты на предприятии / И.И. Фасхутдинов, Ф.Ф. Яруллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 368-372.

12. Шакиров, И.З. Влияние освещения на условия труда / И.З. Шакиров, Ф.Ф. Яруллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 380-384.

13. Яруллин, Ф.Ф. Совершенствование системы безопасности на предприятии / Ф.Ф. Яруллин, А.А. Рахматуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Труды III международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – С. 213-216.

14. Салахов, И.М. Причины изменения качества дизельного топлива / И.М. Салахов, А.В. Матяшин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021 - С. 223-228.

УДК 331.45

Хабибуллин Ильназ Хайдарович*Студент**ilnaz71000@mail.ru***Гаязиев Ильнар Наилевич***Кандидат технических наук, доцент**gazel.81@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань***Молочников Денис Евгеньевич***Кандидат технических наук, доцент**denmol@yandex.ru**Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Ульяновск***СНИЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА**

Аннотация. В данной статье рассматриваются причины возникновения производственного травматизма и пути их решения с помощью профилактических мероприятий.

Ключевые слова: производственный травматизм, безопасность труда, несчастный случай, инструктаж, опасная ситуация, профилактическое мероприятие, профессиональное заболевание.

Ilnaz H. Khabibullin*Student**ilnaz71000@mail.ru****Ilnar N. Gayaziev****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**gazel.81@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia****Denis E. Molochnikov****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**denmol@yandex.ru**Ulyanovsk State Agrarian University**named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia***REDUCED OCCUPATIONAL INJURIES**

Abstract. This article discusses the causes of occupational injuries and how to solve them through preventive measures.

Key words: industrial injuries, occupational safety, accident, briefing, dangerous situation, preventive action, occupational disease.

Производственная травма – это резкое ухудшение здоровья человека и недостаток трудоспособности, которое вызвано несчастным обстоятельством на предприятии. Повтор несчастного случая, связанное с предприятием, носит название производственный травматизм.

При причинении ущерба или вреда здоровью человека, которое взаимосвязано с работой производства, предприятие обязано возместить урон пострадавшему. Стоимость и порядок неустойки, решается специальными нормами. Рабочему выдается компенсация о временной нетрудоспособности из средств производства. В случае инвалидности, пострадавшему выдают пенсию.

Причины производственного травматизма бывают двух типов: технические и организационные.

Технические причины являются показателем рациональных недостатков устройства, неполного освещения, повреждения защитных средств и др.

Организационные причины включают в себя нарушение правил безопасности из-за некомпетентности персонала, низкая субординация, несоответствующая организация труда и т.п. [1].

Есть группа санитарно-гигиенических причин травм на предприятии: высокий уровень шума, вибрации, неправильная освещенность, содержание вредных веществ [2,3,4,5,6,7,8,9].

Для борьбы с травматизмом нужно начать с эффективных мероприятий. Например, к организационным мероприятиям относится инструктаж на рабочем месте и обучение персонала безопасности труда, проведение вводного, первичного инструктажа на рабочем месте, повторного, целевого и внепланового инструктажа рабочих [10,11,12].

Чтобы предотвратить несчастный случай на производстве обустривают кабинет (уголок) по безопасности труда, где ставят всевозможные плакаты, схемы, СИЗ, материалы по безопасности труда и т.д. Также эффективным является проведение лекций, бесед, фильмов, инструктажей с пособиями [].

Во избежание опасных ситуаций рекомендуется обследовать рабочие места, проводить опрос над рабочими об имеющихся недостатках, расследовать несчастные случаи на предприятии и нарушении норм безопасности.

Исходя из указанного, выделяются основные направления по профилактике производственного травматизма:

- обнаружение возможностей появления опасных ситуаций на предприятии, их устранение;
- проведение профилактических и организационных работ для осознания причин и условий образования опасных ситуаций на предприятии;

- стабильное обучение персонала и руководителей предприятия всем требуемым техникам безопасности работ, умение заблаговременно распознать возможность образования опасных случаев;

- использование в предприятии современных методов профилактики травм и профессиональных заболеваний.

Несчастное происшествие – это сложное явление. Изучение возникновения несчастных происшествий и устранение причин помогает при разработке мероприятия, исключающее повторение таких событий.

По мнению экспертов, следует указывать анализ всех случаев травматизма на производстве.

Сейчас на передний план ставят развитие и адаптацию персонала к современным условиям труда. Знакомство работников с возможностью появления опасных происшествий на предприятии, профилактическая и организационная работа, обучение рабочих производства безопасной работе, и конечно профилактика производственного травматизма помогают уменьшить случай травматизма на рабочем месте.

В современном мире просто необходимы промышленные технологии. И так, проблема производственного травматизма будет существовать, однако ее решение требует всевозможные причины его возникновения. А значит, и более улучшенных методов его профилактики.

Литература

1. Зайцев, А.С. Пожарная безопасность при перевозке опасных грузов / А.С. Зайцев, И.Н. Гаязиев, Д.Е. Молочников // 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. 400-403.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Макарова, О.И. Влияние вибрации и шума на организм человека / О.И. Макарова, Л.И. Бакирова // 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. 188-192.

7. Гатауллин, И.Н. Влияние освещения на трудоспособность рабочих / И.Н. Гатауллин, Ф.Ф. Яруллин, Лу Цзин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 319-323.

8. Шакиров, И.З. Влияние освещения на условия труда / И.З. Шакиров, Ф.Ф. Яруллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации / Труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 380-384.

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. Юмаева, Л.С. Разработка мероприятий по снижению уровня вибрации на промышленной площадке / Л.С. Юмаева, 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. 384-388.

11. Яруллин, Ф.Ф. Совершенствование системы безопасности на предприятии / Ф.Ф. Яруллин, А.А. Рахматуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Труды III

международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2019. – С. 213-216.

12. Хазиев, А.А. Безопасность транспортировки крупногабаритной сельскохозяйственной техники / А.А. Хазиев, И.Н. Гаязиев, Ф. Ф. Яруллин, Д. Е. Молочников // 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. 372-376.

УДК: 631.8, 631.55

Сибагатуллин Фатих Саубанович
Доктор ветеринарных наук, профессор
sibag@duma.gov.ru

Халиуллина Зульфия Мусавиховна
Кандидат химических наук, доцент
khaliullinaz@mail.ru

Ганиев Алмаз Саляхутдинович
Кандидат биологических наук, младший научный сотрудник
ganiev-almaz@mail.ru

Гайфуллин Ильнур Хамзович
Ассистент
ilnur-gai@yandex.ru

Гимадиев Амир Дамирович
Студент
Amirgim2002@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА «МЕФОСФОН» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В данной работе рассматривается новая технология использования органического удобрения «Улучшитель почв» (УП-1) при возделывании озимой пшеницы. Технология получения данного удобрения заключается в обработке куриного помета методом орошения водным раствором препарата Мефосфон (концентрация раствора $1 \cdot 10^{-10}$ - $1 \cdot 10^{-9}$ М) в течение 2-3 месяцев ежедекадно при периодическом перемешивании отходов.

Полученный компост равномерно вносится на участок, предназначенный для дальнейшей посадки озимой пшеницы - 52 га (Вариант 1), другая часть поля - 19 га была использована также для посадки, но без внесения Мефосфона в куриный помет (Вариант Контроль). Объектом исследования стал сорт озимой пшеницы «Скипетр ЭС». Проведенный в ходе эксперимента биометрический анализ образцов пшеницы озимой на фазе кущения показал, что в варианте 1, содержащем препарат «Мефосфон», количество растений (446 шт. на 1 м²), а в контрольных образцах (408 шт. на 1 м²), что указывает на перспективность использования препарата «Мефосфон» при выращивании озимой пшеницы. Также в результате использования органического удобрения «Улучшитель почв (УП-1)» было выявлено незначительное увеличение длины стебля озимой пшеницы на протяжении всего периода созревания, а также значительное увеличение длины корня (4,55 см), по сравнению с контрольным вариантом (3,6 см).

Применение данного препарата является актуальным, поскольку ускоряет ферментативную реакцию в курином помете, способствует увеличению коэффициента кущения на 7%, обеспечивает более высокую урожайность (4,2...4,3 т/га), а также помогает значительно уменьшить неприятный запах, поступающий в окружающую среду. Зерно, которое выращено на участке с использованием компоста «УП-1» было лучше, чем в контроле, по таким показателям, как стекловидность (на 16...28 %), содержание сырой и сухой клейковины (на 5,2...5,6 и на 1,92...2,42 % соответственно), число падения (на 53 ед.).

Ключевые слова: мепфосфон, удобрение, куриный помет, озимая пшеница сорта Скипетр, класс опасности, компост.

Fatih S. Sibagatullin

*Doctor of Veterinary Sciences, Professor
sibag@duma.gov.ru*

Zulfiya M. Khaliullina

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
khaliullinaz@mail.ru*

Almaz S. Ganiev

*Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher
ganiev-almaz@mail.ru*

Ilnur Kh. Gayfullin

*Assistant
ilnur-gai@yandex.ru*

Amir D. Gimadiev

*Student
Amirgim2002@mail.ru*

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

THE USE OF THE DRUG «MEPHOSPHONE» FOR THE PRODUCTION OF FERTILIZERS THAT INCREASE THE YIELD OF WHEAT

Abstract. This paper discusses a new technology for using organic fertilizer "Soil Improver" (UP-1) in the cultivation of winter wheat. The technology of obtaining this fertilizer consists in the treatment of chicken manure by irrigation with an aqueous solution of the drug Mephosphone (the concentration of the solution is 1×10^{-10} - 1×10^{-9} M) for 2-3 months every week with periodic mixing of waste.

The resulting compost is evenly applied to the area intended for further planting of winter wheat - 52 hectares (Option 1), another part of the field - 19 hectares was also used for planting, but without introducing Mephosphone into chicken manure (Option Control). The object of the study was the variety of winter wheat "Scepter ES". The biometric analysis of winter wheat samples carried out

during the experiment at the tillering phase showed that in variant 1, containing the drug "Mephosphone", the number of plants (446 pcs. per 1 m²), and in control samples (408 pcs. per 1 m²), which indicates the prospects of using the drug "Mephosphone" in the cultivation of winter wheat. Also, as a result of the use of organic fertilizer "Soil Improver (UP-1)", a slight increase in the length of the stem of winter wheat was revealed throughout the ripening period, as well as a significant increase in the length of the root (4.55 cm), compared with the control variant (3.6 cm). The use of this drug is relevant because accelerates the enzymatic reaction in chicken manure, increases the tillering coefficient by 7%, provides higher yields (4.2...4.3 t / ha), and also helps to significantly reduce the unpleasant odor entering the environment. The grain that was grown on the plot using compost "UP-1" was better than in the control, according to such indicators as vitreousness (by 16...28%), the content of raw and dry gluten (by 5.2...5.6 and 1.92...2.42%, respectively), the number of drops (by 53 units.).

Keywords: mephosphone, fertilizer, chicken manure, winter wheat varieties Scepter, hazard class, compost.

Во многих странах мира приоритетным направлением сельского хозяйства является органическое земледелие, задачей которого является обеспечение населения качественными продуктами питания при соблюдении природоохранных принципов хозяйствования. В связи с этим актуальной для науки и практики является разработка и апробация биотехнологических процессов утилизации органических отходов птицеводства, обеспечивающих получение эффективного продукта комплексного действия и его последующего использования в сельскохозяйственном производстве [1, 2].

Целью эксперимента является исследование влияния удобрения из куриного помета «Улучшитель почв (УП-1)» на качество и урожай озимой пшеницы, а также на ее хлебопекарные свойства, полученные «органической» технологией производства. В данной работе рассмотрена глобальная задача современности – рациональное природопользование, улучшение экологической обстановки и защита окружающей среды [3,4].

Для проведения эксперимента по выращиванию органической продукции был использован куриный помет ОАО «Агрофирмы «Ак Барс-Пестрецы», из которого, путем компостирования в чистом виде или с применением препарата «Мефосфон», было получено классическое органическое удобрение и органический продукт «Улучшитель почв (УП-1)». Полевые опытно-промышленные испытания были проведены в 2020-2021 г. на землях ОАО «Агрофирма «Ак Барс-Пестрецы», отделение Птицефабрика Пестречинского района Республики Татарстан. В полевых экспериментах объектом исследований послужил районированный сорт мягкой озимой пшеницы «Скипетр» Элита. 1 [5,6].

Эксперимент по выращиванию органической продукции

проводился на полях ОАО «Агрофирмы «Ак Барс-Пестрецы» в Пестречинском районе недалеко от села Татарское Ходяшево. Предоставленная почва имела следующие характеристики: гумус - 2,3-3,0%; рН_{сол} – 5,3-7,0; щелочно-гидролизуемый азот – 81,2 мг/кг; подвижный фосфор – 134-295 мг/кг; обменный калия – 90-170 мг/кг; цинк – 0,34-1,08 мг/кг; кобальт – 0,62-1,0 мг/кг; марганец – 29,6-43,8 мг/кг; молибден – 0,11-0,15 мг/кг; медь – 5,3-7,2 мг/кг; сера 4,81-8,01 мг/кг; бор – 0,96-1,40 мг/кг [7]. Объемная плотность пахотных слоев (0-30 см) составляла 1,30 г/см³, максимальная гигроскопичность в пахотном слое колебалась от 2,0 до 2,4%, запасы продуктивной влаги при ППВ (наименьшей, или предельной полевой влагоемкости) перед посевом составили 180-210 мм в метровом слое почвы [8, 9].

Руководством птицефабрики совместно с сотрудниками кафедры было принято решение разделить поле площадью 71 га на 2 части. Первая часть – 19 га, была предназначена для внесения куриного помета без обработки Мефосфоном (Вариант Контроль), вторая часть – 52 га для внесения куриного помета, обработанного Мефосфоном (Вариант 1) [10, 11].

Во время проведения опыта был предоставлен бесподстилочный куриный помет (влажность 67 %, содержание общего азота 1,7 %, P₂O₅ – 1,0 %, K₂O – 0,8 %) птицефабрики ОАО «Агрофирмы «Ак Барс-Пестрецы». Класс опасности куриного помета – III (ФККО 1 12 711 01 33 3). Из него, с помощью компостирования в чистом виде, было получено классическое органическое удобрение, а с применением биологически активной добавки «Мефосфон» - органическое удобрение «Улучшитель почв (УП-1)» [12].

В марте-апреле 2021 года начали вывозить свежий куриный помет с птицефабрики на экспериментальное поле и формировать бурты вдоль двух участков поля. В мае была проведена обработка куриного помета Мефосфоном, согласно разработанного и утвержденного Технологического регламента «Снижение класса опасности (обезвреживания) отходов животноводства с применением биологически активного препарата – «Мефосфон» на участке Вариант 1. Данный Технологический регламент прошел стадию обязательной Государственной экологической экспертизы, было получено положительное заключение, свидетельствующее о безопасной и эффективной технологии использования препарата «Мефосфон» для ускоренного компостирования отходов птицеводства. На обработку 1 тонны помета было израсходовано 461 мл данного препарата [13, 14].

В полевых экспериментах объектом исследований послужил районированный сорт мягкой озимой пшеницы «Скипетр» Элита, разновидность лютесценс, среднеспелый. Данный сорт примечателен повышенной зимостойкостью и высокой устойчивостью к весенним заморозкам [15].

В период июнь-август 2020 г. проводился контроль процесса ферментации помета на обоих участках. Проводили измерение температуры в буртах. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Изменение температуры в буртах

Дата	Температура окружающей среды, °С	Среднее значение температуры бурта, обработанного Мефосфоном, °С	Среднее значение температуры бурта, необработанного Мефосфоном, °С
17.06.2020	23,5	45,0	20,0
07.07.2020	32,8	46,0	32,0
27.07.2020	27,0	42,0	28,0

7 августа 2020 г. был проведен контрольный отбор компоста из буртов, расположенных вдоль поля, обработанного «Мефосфоном» и необработанного и отбор почвы под посев озимой пшеницы с двух участков. Специалистами ФГБУ «Татарская межрегиональная ветеринарная лаборатория» и ГБУ «Республиканская ветеринарная лаборатория РТ» были проведены соответствующие анализы. После контрольного отбора компоста 07.08.2020 г., который показал, что вся партия полученного продукта соответствует ГОСТ Р 53117-2008 было произведено равномерное внесение его на оба участка методом разбрасывания трактором «КамАЗ ХТХ-15» с прицепом METAL-FACH N272/3 VIKING (навозоразбрасыватель) на всё экспериментальное поле, площадью 71 га. Таким образом, норма внесения Компоста «Улучшитель почв (УП-1)» составила 130 т на 1 га [16, 17, 18].

Повторный отбор почвы на анализы с двух участков на различных глубинах был проведен после проведения культивации.

26 августа 2020 г. оба поля были засеяны озимой пшеницей сорта Скипетр. Чистота семян 99,97%, всхожесть 80%, норма высева 6,0 млн. шт/га семян. Температура воздуха составила 21 °С, почвы – 18°С. Предшественник – подсолнечник, чистый пар. Посев проводился сеялкой ХОРШ ПРОНТО, междурядье – 15 см, норма высева 270 кг на 1 га.

29 сентября 2020 г. были отобраны образцы посевов на фазе кущения с двух участков, определили длину ростков, длину корня и кустистость. Результаты анализов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Анализ образцов пшеницы озимой в фазе кущения

Показатели	Контроль	Вариант 1
Среднее значение длины стебля, см.	23,90	21,25
Среднее значение длины корня, см.	3,60	4,55
Кустистость на 1м ² , шт.	29	32
Количество растений на 1 м ² , шт.	408	446

Через 4 месяца компостирования в обычном компосте и продукте УП-1 патогенные микроорганизмы, сульфит редуцирующие бактерии,

цисты кишечных патогенных простейших, яйца и личинки гельминтов, личинки и куколки синантропных мух отсутствовали. Содержание БГКП и энтерококков в УП-1 не превышало 10 КОЕ/г, что свидетельствует о его соответствии требованиям ГОСТ Р 53117-2008 [19].

По концентрации тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть), мышьяка, природных и техногенных радионуклидов произведенные органические удобрения соответствовали требованиям ГОСТ Р 53117-2008 и НРБ-99/2009 [20].

Проведенный в Татарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства ФГБУН «ФИЦ» КазНЦ РАН» анализ качества зерна показал, что применение органического удобрения «Улучшитель почв (УП-1)» обеспечивает получение зерна более высокого качества: стекловидность – 83% (Контроль – 55%), содержание сырой клейковины 20,8% (Контроль – 15,5%), содержание сухой клейковины – 7,71% (Контроль – 5,79%), массовая доля белка – 12,30% (Контроль-9,25%), в том числе на сухое вещество – 12,94% (Контроль – 10,57%), число падения – 358 с (Контроль -305 с), стекловидность 83% (Контроль - 55%). Использование «Компоста УП-1» при выращивании озимой пшеницы сорта Скипетр обеспечило высокую урожайность - 42 ц/га (Контроль -27 ц/га).

Выводы

1. Применение органического удобрения «Улучшитель почв (УП-1)» ускоряет процесс развития растений и созревания зерна, способствует увеличению в фазе кущения длины корня на 26%, кустистости на 7%, количества растений на 9 % в сравнении с контрольным образцом. Таким образом, применяя органическое удобрение «Улучшитель почв (УП-1)», мы наблюдали незначительное увеличение длины стебля озимой пшеницы на протяжении фазы кущения, а также значительное увеличение длины корня, по сравнению с контрольным вариантом.

2. Зерно, полученное с участка с использованием органического удобрения «Улучшитель почв (УП-1)», по таким характеристикам, как стекловидность, содержание клейковины и белка, число падения, имело более высокие показатели.

3. Среднее значение температуры бурта, обработанного Мефосфоном на протяжении двух месяцев превосходило среднее значение температуры контрольного образца, тем самым ускоряя процесс ферментации куриного помета (Вариант 1).

Литература

1. 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.

2. Мазитов, Н.К. Российская техника и технология гарантирования продовольственной независимости и жизнесохранения / Н.К. Мазитов, Ф.С. Сибгатуллин, Р.Л. Сахапов // Вестник Курганской ГСХА. – 2021. – № 3(39). – С. 67-72.

3. Khaliullina, Z. 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.] // 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. 00127.

4. 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.

5. 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). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 350-357.

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 государственный аграрный университет, 2021. – С. 83-89.

7. Результаты практического использования удобрений из куриного помета при возделывании озимой пшеницы / Ф. С. Сибгатуллин, З.М. Халиуллина, А.М. Петров, А.С. Ганиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021.– С. 51-56.

8. Сафиуллин, И.Н. Отраслевая структура сельского хозяйства Республики Татарстан / И.Н. Сафиуллин // Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 132-136.

9. Шогенов, Ю.Х. Потенциал использования биогаза в регионах аграрной специализации / Ю.Х. Шогенов, И.Х. Гайфуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III

международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 204-209.

10. Роль предшественника как элемента органического земледелия при возделывании пшеницы полбы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Плодородие. – 2020. – С. 60-62.

11. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 357-361.

12. Миникаев, Р.В. Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Д.А. Фатихов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № S4-1(55). – С. 74-79.

13. Гайфуллин, И.Х. Индивидуальная биогазовая установка / И.Х. Гайфуллин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 83-87.

14. Оценка продовольственной безопасности России / И.Н. Сафиуллин, Б.Г. Зиганшин, Э.Ф. Амирова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62).

15. Минимализация основной обработки в севообороте на серой лесной почве Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Ф.Ш. Шайхутдинов, Г.С. Сайфиева, И.Г. Манюкова // Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 140-146.

16. Зиганшин, Б.Г. Влияние фертигации на физико-химические свойства почвы / Б.Г. Зиганшин, И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – С. 72-77.

17. Krioukov, V. G. Mathematical modelling and analysis of vegetable oil extraction processes in ‘Crown Model’ plant / V. G. Krioukov, O. A. Khatchatourian, F. K. Khaliullin // Food and Bioproducts Processing: Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part C. – 2021. – Vol. 128. – P. 52-62.

18. Amirov, M. The responsiveness of spring wheat to the use of biological preparations in the gray forest soils of the Fore Kama region of the Republic of Tatarstan / M. Amirov, R. Garayev, D. Toloknov, P. Semyonov // BIO Web of Conferences : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00008.

19. Гаффарова, Л.Г. Методы почвенных исследований: учебное пособие / Л.Г. Гаффарова, Р.В. Миникаев, А.Р. Сержанова. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2020. – 100 с.

20. Minikajev, R. Optimization of the main tillage in the grey forest rotation of the Predkamye region of the Republic of Tatarstan / R. Minikajev, G. Saifiyeva, I. Manukova // 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. 00066.

УДК 316.6

Шарыпова Наиля Хабибрахмановна
 Доктор филологических наук, профессор
snailyah@list.ru

Давлетшин Эмиль Нафисович
 Магистр
emil.davletshin99@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

О ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ СОЦИАЛИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме современного образования – социализации студентов в процессе обучения. А также рассмотрены «педагогические методы» по социализации студентов в процессе обучения. Выводы сделаны на основе собственных наблюдений.

Ключевые слова: социализация, процесс обучения, студент.

Nailya Kh. Sharypova
 Doctor of philology, professor
snailyah@list.ru

Emil N. Davletshin
 Master

emil.davletshin99@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ABOUT THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF SOCIALIZATION OF STUDENTS

Abstract. The article is devoted to the actual problem of modern education –the socialization of students in the learning process. And also considered "pedagogical methods" for the socialization of students in the learning process. The conclusions are based on our own observations.

Keywords: socialization, learning process, student.

Социализация студентов в процессе обучения - это одна из самых недооценённых отраслей во время обучения. Большинство преподавателей делают основное направление именно на донесении информации (учебного материала) до студентов, чтобы выполнить рабочий (учебный) план. Но если студент не сможет полноценно пройти через этап социализации во время обучения, то его будущее как сформировавшейся личности может стать большой проблемой [1; 2; 3].

В наш век информационных технологий, студентам легче прийти на занятия, отсидеть свои часы, получить заслуженную пометку в журнал как «присутствующий» и сразу направиться домой в виртуальный мир. Общение студентов между студентами, студентов между преподавателями ставится под угрозу. И наибольшую популярность в последнее время приобретают именно виртуальные друзья и репетиторы через онлайн. Но мы социальные создания и человеку нужен человек.

Канадский психотерапевт Джордан Питерсон в своих лекциях и выступлениях делает не малое замечание на то, чтобы родители следили за своими детьми, как происходит их процесс социализации[4]. Потому что если у ребёнка возникают трудности при общении и игре со своими сверстниками в том же садике, то это пагубно скажется на его будущем. Это более закрытый и пассивный образ жизни, трудности при поиске друзей, социализации в вузе, поиске партнера и дальнейшей полноценной жизни [5].

Достаточно много работ, посвящённых вопросам социализации, на некоторые из них мы уже дали сноски в своей работе. Говоря о социализации, ещё раз ответим на вопрос, что представляет собой данное слово? Социализация – это процесс адаптации индивида к окружающему миру. В принятии и понятии норм, функционирования в обществе. Всё равно, что вам сказать предложат играть в игру, где вы не знаете правил, или водить машину, когда вы ни разу не сели за руль. То же самое и с социализацией во время обучения, будет просто в корне неверно пропускать этот момент и не заострять в нём особое, пристальное внимание [6] .

Социализация студентов в процессе обучения строится на таких фундаментальных вещах, как: общение со сверстниками, взаимодействие с преподавателями, посещение общественных вузовских мероприятий, участие в кружках (студенческих советах), организации Вузовских мероприятий [7].

Преимущества социализации студентов в процессе обучения:

- Возможность стать в будущем тем, кем именно ты хочешь, благодаря приобретённым социальным навыкам во время обучения.
- Развиваться в любых сферах, которые тебе по душе, потому что успешное межличностное взаимодействие в обществе это 80% общего успеха.
- Эффективное распоряжение собственного времени, тебе не придётся всё время идти дорогой одинокого волка, если ты умеешь строить мосты между людьми и договариваться об взаимных проектах.
- Передавать полученный опыт и знания будущему поколению без страха, что тебя не так поймут или интерпретируют, если за время процесса социализации в обучении ты научишься излагать свои мысли верно [8; 9].

Студенты не до конца осознают, какую важность представляет собою явление социализации. Многие думают, что это дано от природы, и кто-то достигает успеха в жизни с помощью профессиональной коммуникации между людьми, а кому-то так и суждено иметь одного друга в качестве компьютера и жить одиночной жизнью, чтобы кроме твоих родителей никто не интересовался как твои дела. Но это ошибочное утверждение, кем бы ты ни был, экстравертом или интровертом, хоть амбивертом; сангвиником, холериком, флегматиком, меланхоликом; девой или тельцом; мужского пола или женского пола; пятнадцать лет или пятьдесят лет. Межличностной коммуникации можно и нужно учиться, тем более, когда есть возможность получить этот навык через социализацию в процессе обучения [10,11,12].

В качестве примера рассмотрим, какие есть варианты социализации студентов в процессе обучения

Семья. Да, верно. Семья один из важнейших этапов социализации студентов во время обучения. Потому что студент не сможет полноценно социализироваться во время обучения и получить знания, если в семье не будет царить покой. Это один из самых фундаментальных процессов [11,13].

Улица. Мы ещё не вошли в ВУЗ и после дома с семьей следующий этап, который нас ждёт это улица. Студентам рекомендуется проводить как минимум три или пять дней и на улице, чтобы не произошло отвыкания от социальной жизни как минимум.

Кружки и занятия. Этот вариант социализации происходит уже непосредственно в самом ВУЗе. Благодаря разному роду активным видам деятельности и кружкам, студент может раскрыть в себе потенциал или найти новое хобби и увлечение, даже поменять свои взгляды на жизнь и перестроить планы на ближайшее будущее [12,14].

Образование. Само собой сам процесс образования является одной из важнейших и финальных частей социализации студентов в процессе обучения. От качества обучения зависит насколько полноценным и конкурентоспособным членом общества станет студент [13;14 -17].

В заключение вновь отметим важность социализации студентов в процессе обучения, что не всегда стоит ставить на первое место выполнение рабочего плана, а социализацию студента – на последнюю.

Можно предложить специальную программу или выделить отдельные учебные часы, где у студентов появится, возможность и условия для полноценной социализации во время процесса учебы.

Литература

1. Петров, И.Ф. Социализация как процесс формирования личности / И.Ф. Петров // Современные тенденции развития науки и технологий.- 2015.- № 4-3.- С. 112-114.

2. Ужахова, З.К. Понятие личность и социализация личности / З. К. Ужахова // Рефлексия.- 2015.- № 1.- С. 39-42.
3. Осипова, Л.Б. Формирование личности в процессе социализации / Л.Б. Осипова, Е.А. Сербина // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. -2014. -№ 12.- С. 42-45.
4. Питерсон Д. 12 правил жизни. Противоядие от хаоса / Д. Питерсон. - Изд-во Питер. - 2019. – 110 с.
5. Алексеев, М.А. Социализация и формирование личности / М.А. Алексеев // Культура. Духовность. Общество. - 2014. - № 15. - С. 155-159.
6. Кочисов, В.К. Социализация личности на современном этапе развития общества / В.К. Кочисов // Алиевские чтения материалы научной сессии: в 2 частях. -2005. - С. 174-177.
7. Agricultural organizations as participants in professional and public accreditation of staff training quality in agricultural economy / F.T. Nezhmetdinova, G.R. Fassakhova, N.Kh. Sharypova, L.M. Faizrakhmanov // BIO Web Conf. Volume 27, 2020 International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020) <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700145>.
8. Risks of modern biotechnologies and legal aspects of their implementation in agriculture / F.T. Nezhmetdinova, M.E. Guryleva, N.Kh. Sharypova, R.I. Zinurova, A.R. Tuzikov // BIO Web of Conferences. - 2020. - С. 00227.
9. Каргапольцева, Н.А. Социализация личности и качество образования / Н.А. Каргапольцева, Э.Ф. Масликова // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2015. - № 9 (184). - С. 23-28.
10. Ibatova, A. Z. The problem of choice of labor activity for university graduates in the Russian Federation / A. Z. Ibatova, F. T. Nezhmetdinova, F. F. Sitdikov // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 9. – No 3. – P. 761-769.
11. Нежметдинова, Ф. Т. Роль междисциплинарных исследований социально-экономической и гуманитарной направленности в устойчивом развитии современного общества (обзор мировых тенденций науки и технологий) / Ф. Т. Нежметдинова // Управление устойчивым развитием. – 2015. – № 1(01). – С. 33-37.
12. Основные психологические теории в психоанализе / Зигмунд Фрейд: Харвест.- 2006. – 178 с.
13. Пивоварова, И.В. Функции семьи в процессе социализации личности ребенка / И.В. Пивоварова, Л.М. Пилипенко // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-3. - С. 228.

14. Кубякин, Е.О. Особенности воздействия массовой культуры на социализацию российской молодежи / Е.О. Кубякин // Общество: философия, история, культура. -2011. -№ 1-2.-С. 24-27.

15. Москвин, В.А. Главные задачи на этапах процесса социализации личности / В.А. Москвин // Инвестиции в России. - 2010.- № 1 (180).- С. 29-34.

16. Как выработать уверенность в себе и влиять на людей, выступая публично / Дейл Карнеги: Минск: Попурри.- 2013. – 562 с.

17. Нежметдинова, Ф. Т. Трансформация образования в условиях формирования цифровой экономики / Ф. Т. Нежметдинова, Н. С. Барабаш // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2018. – № 2(23). – С. 120-131.

УДК 159.923.2

Шарыпова Наиля Хабибрахмановна
 Доктор филологических наук, профессор
snailyah@list.ru

Исмагилов Динар Ильсурович
 Магистр
dinar.705@yandex.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ПРОБЛЕМА САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается проявление свободы воли студентов на примере обучающихся в Казанском государственном аграрном университете. Проанализированы ситуации, при которых проявляется свобода воли. Показано, что безграничной свободы воли не существует, она тесно связана с личной ответственностью.

Ключевые слова: свобода воли, личная ответственность, проявление свободы воли студентами, роль свободы воли в студенческие годы.

Nailya Kh. Sharypova
Doctor of philology, professor
snailyah@list.ru

Dinar I. Ismagilov
Master
dinar.705@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

THE PROBLEM OF SELF-DETERMINATION OF THE PERSONALITY OF STUDENTS

Abstract. This article examines the manifestation of students' free will on the example of students at the Kazan State Agrarian University. Situations in which free will is manifested are analyzed. It is shown that unlimited freedom of will does not exist, it is closely related to personal responsibility.

Key words: free will, personal responsibility, manifestation of free will by students, the role of free will in student years.

Свобода воли включает в себя идею о том, что люди вправе сами выбирать, как им поступить в той или иной ситуации, определять свой собственный образ жизни, а также полную, в рамках законодательства, свободу действий [1;2]. Логичен факт, что свобода воли тесно связана с личной ответственностью, ведь каждый человек должен отвечать за

поступки, которые он совершает. Личная ответственность – это важная составляющая свободы воли, связанная с тем, как люди используют свою свободу воли и как они несут ответственность за свои действия. Последствия любых принятых решений должны приниматься на себя, не перекладывая ответственности на других [3;4,5].

Объектом исследования данной статьи является образовательно-воспитательный процесс в Казанском государственном аграрном университете (Казанский ГАУ) [6;7].

Целью данной работы является определение факторов, при которых проявляется свобода воли у студентов.

Казанский ГАУ очень специфичный ВУЗ. В нём обучается много студентов не только со всех уголков нашей республики, но и с разных городов нашей страны и мира в целом. К тому же, Казанский ГАУ – один из вузов Татарстана, который готовит специалистов-агроинженеров в сферу агропромышленного комплекса. В частности обучением этих специалистов занимается институт механизации и технического сервиса Казанского ГАУ. Среди студентов данного института было принято решение провести опрос согласно тематике нашей статьи, а именно опрос был посвящен аспекту свободы воли и личной ответственности.

Опросу были подвергнуты студенты группы М211-01, которые являются студентами магистратуры 1-го курса института механизации и технического сервиса 2021 года поступления, обучающиеся по направлению «агроинженерия». Всего в опросе приняло участие 10 студентов-магистров. Им было задано 7 вопросов относительно образовательного процесса.

Студентам были заданы следующие вопросы и примерные варианты ответов:

1. В Казанский ГАУ вы поступили по собственному желанию?

А) да, это сугубо моё решение,

Б) нет, на мой выбор повлияли родители,

В) нет, поступил в данный ВУЗ, т.к. здесь больше бюджетных мест,

Г) другой ответ.

2. Что подтолкнуло вас, после окончания бакалавриата, продолжить обучение в магистратуре?

А) хочу получить законченное высшее образование,

Б) решил заняться научной деятельностью,

В) поступил, чтобы не идти служить в армию,

Г) другой ответ.

3. Всё ли вас устраивает в процессе обучения?

А) да, всё устраивает,

Б) нет, есть некоторые вопросы.

4. Если вас что-то не устраивает в процессе обучения, то, что это?

А) меня не устраивает учебный график, хотелось бы обучаться в вечернее время, чтобы была возможность совмещать учёбу с работой,

Б) меня не устраивает привлечение студентов на уборочные работы территории ВУЗа,

В) в институте не хватает сидячих мест

Г) другой ответ.

5. Какие изменения вы бы внесли в образовательный процесс?

А) задавал бы меньше заданий для самостоятельной работы,

Б) не привлекал бы работам на территории института,

В) не давал бы задания на дом тем, у кого хорошая успеваемость,

Г) другой ответ.

6. Чем вы занимаетесь вне учёбы?

А) отдыхаю, развлекаюсь,

Б) работаю,

В) посвящаю себя чтению книг/просмотру фильмов,

Г) занимаюсь домашними делами,

Д) продолжаю изучать пройденный в институте материал,

Е) другой ответ.

7. Интересно ли вам обучаться в магистратуре, получать новые знания в сфере науки?

А) да, обучение в магистратуре – это определенный опыт, который со временем принесёт свои плоды,

Б) да, обучение в магистратуре учит мыслить и анализировать ситуации с точки зрения учёного,

В) нет, мне не интересно обучаться; учусь исключительно с целью получения «корочки»,

Г) другой ответ.

Проведя опрос среди студентов, относительно вопросов, были получены следующие результаты:

На основе первого вопроса выявлено, что большинство опрошенных, что составляет 80%, поступило в Казанский ГАУ исключительно по своему желанию. Остальные – 20% опрошенных поступили по настоянию родителей.

Согласно полученным ответам на второй вопрос, 70% из опрошенных поступили в магистратуру с целью получения законченного высшего образования, 20% – поступило в магистратуру с целью в дальнейшем заняться научной деятельностью, 10% – для отсрочки своей службы в рядах вооруженных сил.

На вопрос «Всё ли вас устраивает в процессе обучения?», 80% студентов ответило, что они полностью удовлетворены процессом обучения в вузе. 20% дали ответ, что есть моменты, которые не совсем их удовлетворяют.

20% студентов, у которых есть моменты неудовлетворения, подтвердили свои ответы конкретными ответами. Первый – не совсем устраивает учебный график, хотелось бы обучаться в вечернее время, чтобы была возможность совмещать учёбу с работой (в данном случае

студент говорил о времени проведения занятий согласно расписанию), другой же считает, что в институте не хватает мест, где можно просто посидеть. И первый, и второй ответы даны вполне логично студентами. Мы живём в очень динамичное время, когда наши запросы и в экономическом, и в физическом плане хотелось бы, чтобы удовлетворялись.

Нами не случайно поставлен вопрос, «Какие изменения вы бы внесли в образовательный процесс?». Ответы студентов оставляют место для размышлений. 50% опрошенных желают, чтобы в образовательном процессе количество заданий для самостоятельной работы было меньше, 40% считают, что неплохо бы давать меньше заданий тем, у кого хорошая успеваемость, 10% опрошенных считают, что нужно давать привилегии тем, у кого хорошая успеваемость.

На основе вопроса «Чем вы занимаетесь вне учёбы?», выяснилось, что 70% студентов в свободное от учёбы время работают, 20% – занимаются домашними делами, 10% – посвящает себя чтению.

Привлекательны ответы на седьмой вопрос. 80% опрошенных студентов считает, что обучение в магистратуре интересно, и это является определенным опытом, который в дальнейшем принесёт свои плоды. 20% считают, что обучение в магистратуре позволит им в дальнейшей жизни нестандартно подходить к решению разных задач, а именно анализировать ситуацию с точки зрения учёного.

Проведя опрос и получив его результаты, мы можем позволить сделать вывод о том, что большинство опрошенных принимают решения и решают жизненные ситуации, опираясь исключительно на самих себя. Это не может не радовать. Ведь свобода воли в студенческие годы играет большую роль в формировании личности человека потому, что именно в эти годы, в период отрочества, студенты, как правило, пользуются высокой степенью свободы действий при постановке своих личных целей и организации своей повседневной деятельности. Студенты часто сталкиваются с повседневными мотивационными конфликтами, противопоставляющими выбор между краткосрочными соблазнами и долгосрочными целями (например, выбор между учебными задачами и досугом). Более того, обучение в университете и проживание в общежитии – это не только академическое обучение, но и этап в жизни, который символизирует независимость. В этот период многие учащиеся впервые переживают разлуку с родителями, ищут свой уникальный голос и развивают свою индивидуальность.

Свобода воли охватывает представления о волевых способностях человека и служит развитым механизмом для направления независимых действий в сложной социальной среде [8,9;10]. В нашем случае, это обучение в высшей школе. Те, кто верит в свободу воли, мотивированы на достижение долгосрочных функциональных целей и проявляют больше внимания к последствиям своих действий. Личная

ответственность формирует своеобразный мониторинг целей и способствует более эффективному обучению на своих ошибках, чтобы улучшить будущую успеваемость и все важнейшие аспекты академической успеваемости [11;12].

Свобода воли также помогает студентам справляться с принятием решений в сложных жизненных ситуациях, в том числе и во время обучения [13]. Чтобы правильно сделать выбор, человек должен осознавать, что выбор есть всегда, какой бы сложной не была ситуация [14;15].

Тот, кто верит в свободу воли – более мотивирован на правильный выбор, именно этим он повышает свою уверенность при принятии решений.

Таким образом, студенты обладающие свободой воли, и те студенты, которые готовы отвечать за каждый свой поступок, с большей вероятностью, возьмут на себя больше ответственности, лучше будут учиться на своих и на чужих ошибках, и будут усерднее работать над изменением негативных результатов.

Литература

1. Асанов, Л. Выполнить волю твою / Л. Асанов. - М.: Молодая Гвардия. -1983.-112с.
2. Бергсон, Анри. Непосредственные данные сознания. Время и свобода воли / Анри Бергсон. - М.: ЛКИ.- 2012. - 226 с.
3. Бомбар, А. За бортом по своей воле / Бомбар, Ален. - М.: Географгиз.- 1958. - 184 с.
4. Бондарев, Г. А. "Философия свободы" Рудольфа Штайнера как основание логики созерцающего мышления. Религия мыслящей воли. Органон современной культурной эпохи / Г.А. Бондарев. - М.: Хорошая книга, 2007. - 920 с.
5. Нежметдинова, Ф. Т. Биоэтика в контексте современных научных стратегий / Ф. Т. Нежметдинова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. – 2009. – Т. 9. – № 2. – С. 31-35.
6. Нежметдинова, Ф. Т. Трансформация образования в условиях формирования цифровой экономики / Ф. Т. Нежметдинова, Н. С. Барабаш // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2018. – № 2(23). – С. 120-131.
7. Valiev A. R. 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 [et al.] // Rural development 2017 Bioeconomy Challenges, Vilnius, 23–24 ноября 2017 года. – Vilnius: Aleksandras Stulginskis University, 2017. – P. 1365-1368. – DOI 10.15544/RD.2017.118.
8. Бондарев, Г.А. "Философия свободы" Рудольфа Штайнера как основание логики созерцающего мышления. Религия мыслящей воли.

Органон современной культурной эпохи / Г.А. Бондарев. - М.: Добрая книга. Титурель.- 2006. - 912 с.

9. Бриклин, М. Как похудеть без диет и напряжения силы воли / М. Бриклин. - М.: ННН.- 1995. - 400 с.

10. Грот, Н. Я. Критика понятия свободы воли в связи с понятием причинности / Н.Я. Грот. – Москва.- 2010. - 158 с.

11. Шарыпова, Н.Х. Формирование высших чувств и волевых качеств у студентов / Н.Х. Шарыпова, Ф.Ф. Каримов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 827-832.

12. Шарыпова, Н.Х. Формирование профессиональной направленности личности студента в условиях Казанского государственного аграрного университета / Н.Х. Шарыпова, Ф.Т. Нежметдинова, И.Н. Гатауллин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 658-663.

13. Трансформация подготовки кадров для АПК в условиях цифровой экономики / Ф.Т. Нежметдинова, Г.Р. Фассахова, Л.Р. [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: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. - С. 721-725.

14. Staffing of agrarian economy: challenges and solutions / G.R. Fassakhova, F.T Nezhmetdinova, N.Kh. Sharypova and N. N. Hamidullin. // BIO Web of Conferences Volume 27 (2020) International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” FIES 2020).- Kazan, Russia, May 28-30, 2020n

15. Смелкова, Е.В. Формирование конкурентоспособного специалиста в рамках дисциплин гуманитарного цикла / Е.В. Смелкова, Н.Х. Шарыпова // International scientific review of problems and prospects of modern science and education / Collection of scientific articles. LXXII international correspondence scientific and practical conference (Boston, USA, July 23-24, 2020). Boston. 2020 – pp. 35-38.

УДК 377

Шарыпова Наиля Хабибрахмановна
 Доктор филологических наук, профессор
snailyah@list.ru

Исхаков Данис Ирекович
 Магистр
piese_everyone@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РЕФЛЕКСИИ У СТУДЕНТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены различные способы формирования профессиональной рефлексии: самоанализ практики, рефлексия практики с опорой на вопросник, документирование, протоколирование, ведение записей наблюдения. Выявлено, что рефлексия позволяет стать субъектом своей деятельности, понимать, что и зачем он делает, совершая педагогическое действие, как это может повлиять на развитие студента. На основе этого рефлексивного понимания педагог определяет будущие стратегии своего взаимодействия со студентом и коллегами. Это понимание позволяет ему осуществлять выбор задач развития для каждого конкретного студента на основе его индивидуальных особенностей, интересов, инициатив и возникающих во взаимодействии ситуаций.

Ключевые слова: профессиональная рефлексия, рефлексия, студент, педагог.

Nailya Kh. Sharypova
Doctor of philology, professor
snailyah@list.ru

Danis I. Iskhakov
Master

piese_everyone@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Rbssia

METHODS FOR FORMING PROFESSIONAL REFLEXIA IN STUDENTS

Abstract. The article discusses various ways of forming professional reflection: self-analysis of practice, reflection of practice based on a questionnaire, documenting, logging, keeping records of observation. It was revealed that reflection allows one to become a subject of his activity, to understand what and why he is doing, performing a pedagogical action, how it can affect the development of a student. Based on this reflective understanding, the teacher determines the future strategies of his interaction

with the student and colleagues. This understanding allows him to make a choice of development tasks for each specific student based on his individual characteristics, interests, initiatives and situations that arise in interaction.

Keywords: professional reflection, reflection, student, teacher.

Современные требования к подготовке специалистов качественно меняются [1, 2]. Рефлексия обеспечивает развитие человека, даёт возможности обнаружения и преодоления противоречий в решении возникающих задач развития, а, следовательно, нуждается в формировании и развитии у любого человека.

Изложение основного материала статьи опирается на работе магистров со студентами-бакалаврами на лабораторно-практических занятиях. Рефлексия в современной педагогической практике явление очевидно-необходимое, но не всегда используемое. Рефлексия является инструментом, приходящим на помощь для оценки качества оценить качество профессионального действия. В свою очередь, профессиональное действие – необходимые навыки и умения, которыми должен обладать каждый педагог для создания взаимодействия с обучающимся студентом, чему магистры готовятся на практических занятиях по дисциплине «Педагогика и психология высшей школы» проводя пробные занятия [3,4]. На современном этапе, при оценке своих действий, качества и соответствия подобранных задач собственной педагогической деятельности, исходя из обратной связи от обучающихся, при поиске новых форм и линий взаимодействия для их развития, педагогу необходима профессиональная рефлексия [5,6].

Совершенно очевидно, что для характеристики рефлексии в педагогической деятельности необходим специальный конструкт – профессиональная рефлексия. Этот конструкт существует достаточно давно и детально изучен и описан в теории психологии и педагогики. Между тем существует необходимость в определении эффективных стратегий формирования профессиональной рефлексии.

Дж. Дьюи анализируя термин рефлексия, говорит, что она является особой формой мышления [7]. По мнению Дж. Дьюи, для рефлексии необходимо время, чтобы понять и переосмыслить совершённое действие. Для этого человеку необходимо посмотреть на событие со стороны, занять внешнюю позицию по отношению к этому событию. Все эти действия приводят к тому, что человек начинает понимать о знании и о том, где его можно практически применить. Это и есть результат рефлексии. Таким образом, Дьюи дал начало изучению профессиональной рефлексии педагога, она стала очень важным предметом исследования в педагогическом образовании и в современных исследованиях.

Д. Колб создал модель обучения на опыте, к которой часто обращаются при описании рефлексивного процесса. В данной модели

рефлексия собственного действия обеспечивает осмысление/концептуализацию полученного опыта и для перехода к следующему шагу [8].

Э. Лемперт-Шепель в обосновании рефлексивного мышления педагогов одновременно учитывает концепции Дж Дьюи и Л.С. Выготского. Общим основанием, по её мнению, является то, что обе эти концепции описывают социальную природу рефлексивного мышления, то есть оно формируется только в социо-культурном поле [9]. Рефлексия – это то, что позволяет педагогу увидеть, как его действия отражаются на действиях, поведении и развитии ребёнка, в нашем случае студента.

В отечественной науке понятие рефлексия разрабатывала научная школа Г.П. Щедровицкого. В московском методологическом кружке (ММК) считали, что необходимость в рефлексии появляется у человека при возникновении проблем в деятельности проектирования, когда возникающие проблемы решить знакомыми способами невозможно. Рефлексия даёт возможность приостановить свою деятельность и выйти за её пределы – такое действие Г.П. Щедровицкий называл «рефлексивным выходом» [10].

Совершая рефлексивный выход, по отношению к ситуации человек занимает внешнюю позицию. Это даёт возможность увидеть собственные ограничения в ходе анализа ситуации. Таким образом, появляются два слоя: само действие и собственное понимание действия. За счёт изменения понимания человек может выстроить новое действие. Для рефлексии необходимо критическое мышление и умение сомневаться в наличном описании реальности [11].

О рефлексивном преодолении проблемной ситуации и его влиянии на развитие писал в своих работах В.К. Зарецкий [12]. Он предложил рефлексивно-деятельностный подход в образовании, задача педагога в котором состоит в том, чтобы создать такие условия, в которых ребёнок, подросток (студент) сам преодолет проблемную ситуацию. То есть, задача педагога в помощи для самостоятельного действия. Такое действие является субъектным, оно позволяет ребёнку или подростку (студенту) справиться с синдромом выученной беспомощности, который сформировался в опыте, и выйти на уровень субъектности действия, что, в свою очередь, приносит обучающемуся радость и уверенность в своих возможностях.

В профессиональной подготовке педагогов применение рефлексивно-деятельностного подхода предложили использовать Е.И. Булин-Соколова и А.С. Обухов [13]. Они считали, что очень важно, чтобы педагоги сами получили такой опыт, который они в дальнейшем будут формировать у детей: «один осознает, как он учит, другой - как и чему он учится». Этот опыт позволяет субъекту осознать культурные и личностные смыслы своей деятельности: «Я понимаю, зачем я

действую». Это ключевая позиция в создании субъективного смысла деятельности. Если человек не понимает, зачем он действует, он не может быть субъектом своей деятельности, не может понимать и оценивать деятельность, не может перестраивать её в соответствии с изменяющимися условиями, потребностями, интересами и инициативами детей, собственным профессиональным ростом и изменениями. Моделирование в работе с магистрами ситуаций, которые можно в дальнейшем воссоздавать со студентами (другими обучающимися), и постоянная фиксация внимания на их собственных процессах, стратегиях учения, позволяет студентам осознать, как они меняются в ходе обучения, как они учатся, что именно позволяет им понимать, усваивать материал, какие стратегии, технологии применяет к их обучению преподаватель, как они могут использовать эти стратегии, технологии со своими студентами. После каждого пробного занятия проводился тщательный анализ этих занятий на последующих практических занятиях, что для магистров явилось важным моментом при обучении педагогической деятельности и формировании у них педагогических компетенций, т.е. обучение идёт через осознание своих действий.

Таким образом, в отечественной практике подготовки специалистов педагогического звена можно выделить разные способы развития профессиональной рефлексии: самоанализ практики, анализ видео своей работы с аудиторией, рефлексия практики с опорой на вопросник, заполнение бланка «профессиональные очки» по итогам просмотра видео, документирование, протоколирование, ведение записей наблюдения. Уже на этапе подготовки студентов используются некоторые инструменты профессиональной рефлексии, её формирования и развития. Рассмотрим краткое описание этих способов.

Самоанализ. Эта форма рефлексии проводится устно или письменно, итогом являются записи студентов в дневнике во время практики или после проведения деятельности с аудиторией во время пробных занятий (в частности в нашем случае). Вообще обучение самоанализу включено в программу практики подготовки педагогов. Оно состоит из двух этапов. На первом этапе проводится обучение студентов анализу педагогической деятельности. В нашем случае магистры наблюдают за работой преподавателей своего института, анализируют их работу с опорой на вопросники и пишут анализ. На втором этапе студенты учатся анализировать свою деятельность, то есть пишут уже самоанализ, но с опорой на вопросники.

Анализ видео. Эта формы работы несёт в себе очень мощный рефлексивный потенциал. При просмотре видео человек видит себя со стороны. У него есть возможность увидеть в своей практике сильные стороны и дефициты, на которые он может работать, изменяя свою деятельность в соответствии с увиденным, со стороны в записи. Этот

инструмент позволяет более тонко корректировать собственную педагогическую деятельность. При обучении анализу видео обязательно нужен наставник, который помогает студенту тем, что обращает внимание на положительные моменты в видео, на дефициты и на то, что можно поменять в деятельности. Данный инструмент помогает быстрее понять, что так, а что не совсем так, и как поменять свою деятельность, потому что студент реально видит картинку: как он осуществляет деятельность с живой аудиторией, минимум искажений, не надо припоминать и вспоминать. При использовании этого инструмента тоже есть свои сложности. Одна из них связана с преодолением барьера «меня будут оценивать», и переходом на уровень анализа «мне помогают увидеть, как сделать мою работу более качественной». А в дальнейшем – на рефлексивный уровень «я могу соотнести свою цель/замысел с тем, что получилось и сделать лучше/по-другому/ более качественно и так далее, то есть – рефлексивный выход». Самое сложное в этом инструменте – это психологический барьер. И связан он с системой оценивания обучения в течение школьной жизни, отношением общества к ошибкам и недочётам в работе, как следствие – боязни ошибки, неумения использовать ошибку, как точку профессионального роста и развития.

Рефлексивный анализ видео. Рефлексивный анализ видео по своей сути очень похож на самоанализ практики студентов тем, что тоже представляет собой оценивание своей деятельности с опорой на вопросы.

Но есть существенное отличие. В основе сопоставление замысла-результата, что, на взгляд студента, получилось-не получилось, пути решения/устранения дефицита и рефлексивный выход. Несмотря на универсальность, здесь тоже есть свои сложности. И эти сложности очень похожи на сложности в самоанализе практики. Здесь так же возможно простое перечисление действий, без соотнесения с целью деятельности, зачастую нет соотнесения действий педагога/студента с изменениями в поведении обучаемых, нет выхода на решение возникших в ходе деятельности сложностей или решение формальное, зачастую прописываются сложности студента при организации деятельности, а не сложности при решении поставленных задач.

Обзор зарубежных и отечественных способов развития профессиональной рефлексии дал нам основание для определения собственной стратегии исследования данного феномена у студентов вуза. Мы остановили свой выбор на анализе видео своего профессионального действия и рефлексивном отчёте на основе видео. Данное исследование направлено на установление связи между качеством профессионального действия и профессиональной рефлексии у студентов. Выбранные нами способы развития профессиональной рефлексии изучались во время практических

занятий, когда проводились пробные занятия студентами-магистрами в институте механизации и технического сервиса и при ассистировании занятий по дисциплинам кафедры, где магистры проходят подготовку.

Есть ряд трудностей, препятствующих формированию рефлексии магистров-педагогов. Среди них такие, как ограниченные, жёсткие временные рамки внутри режима занятия. Что проявляется, например, в том, что не даётся достаточно времени на формулирование и озвучивание своих мыслей. В этом случае торопят. Одной из самых больших трудностей в этой работе для нашей педагогической реальности является как раз невмешательство в деятельность до того момента, пока обучающиеся не попросят помощи. То есть, западает умение наблюдать. А взамен есть уверенность и возможность делать за обучающегося студента, предлагать помощь и помогать, когда решает «преподаватель-магистр», а не когда просит обучающийся (студент). Ещё один момент – устоявшееся представление в педагогической среде, что воспитатель постоянно должен быть включён в деятельность, а если он просто наблюдает, не участвуя в деятельности обучающихся студентов(детей, школьников), то, значит, не работает. Эти позиции очень сильно мешают в освоении метода педагогического наблюдения, как одной из основ профессиональной рефлексии.

Выводы. Рефлексия помогает педагогу зафиксировать противоречия, которые возникают в педагогическом взаимодействии с обучающимся (со студентами/школьниками), установить и понять связь между тем, что делает педагог, и какую реакцию у студента/ школьника это вызывает, и также для развития ситуации или выхода за её пределы. Рефлексия возникает в диалоге, когда разные участники процесса представляют своё видение ситуации. Рефлексия позволяет педагогу стать субъектом своей деятельности, понимать, что и зачем он делает, совершая педагогическое действие, как это может повлиять на развитие обучающегося (ребёнка, студента).

На основе этого рефлексивного понимания педагог определяет будущие стратегии своего взаимодействия. Это понимание позволяет ему осуществлять выбор задач развития для каждого конкретного обучающегося на основе его индивидуальных особенностей, интересов, инициатив и возникающих во взаимодействии ситуаций. То есть, профессиональная рефлексия позволяет педагогу строить гибкое профессиональное действие в зависимости от культурных норм и возможностей конкретного обучающегося (студента, ребёнка и т.п.).

Таким образом, можно подчеркнуть, что при обучении студентов-магистров необходимо строить педагогический процесс таким образом, чтобы получаемые знания были использованы в целостной системе на практике, а не фрагментарно, чтобы практика была ориентирована на развитие профессиональной рефлексии и, как следствие, на формирование качественного профессионального действия.

Литература

1. Шарыпова, Н.Х. Стили педагогического руководства как условие эффективности подготовки будущих специалистов / Н.Х. Шарыпова, Ф.Т. Нежметдинова, И.Т. Гильмуллин // 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 Какумовича (Казань, 02 ноября 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 236-242.

2. Работодатели как участники профессионально-общественной аккредитации качества подготовки агроинженерных кадров / Ф.Т. Нежметдинова, Г.Р. Фассахова, Н.Х. Шарыпова, Л.М. Файзрахманов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - С. 814-819.

3. Шарыпова, Н.Х. Учебно-методическое пособие для магистров очного и заочного отделения Казанского ГАУ по всем направлениям подготовки по дисциплине «Психология и педагогика высшей школы» для студентов всех направлений Казанского ГАУ / Н.Х. Шарыпова, Ф.Т. Нежметдинова. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. - 64 с.

4. Нежметдинова, Ф. Т. Трансформация образования в условиях формирования цифровой экономики / Ф. Т. Нежметдинова, Н. С. Барабаш // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2018. – № 2(23). – С. 120-131.

5. Белкина, В.Н. Педагогическая рефлексия как профессиональная компетенция / В.Н. Белкина, Ревякина И.И. // Ярославский педагогический вестник. - Том II (Психолого-педагогические науки). - №3. - 2010. - С.203-206.

6. Дьюи Дж. Психология и педагогика мышления / пер. с англ. Н.М. Никольской, под ред. Н.Д. Виноградова. - М.: Издание Товарищества «Мир», 1919. - 202 с.

7. Ibatova, A. Z. The problem of choice of labor activity for university graduates in the Russian Federation / A. Z. Ibatova, F. T. Nezhmetdinova, F. F. Sitdikov // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 9. – No 3. – P. 761-769.

8. Колб, Д.А. Экспериментальное обучение: опыт как источник учения и развития. ПрентисХолл, Энглевуд Клиффс, Нью-Йорк. 1984.

9. Lampert Shepel E. (1999) Reflective Thinking in Educational Praxis: Analysis of Multiple Perspectives // Educational Foundations, Summer.

10. Щедровицкий, Г.П. Рефлексия и ее проблемы / Г.П. Щедровицкий // Рефлексивные процессы и управление. – 2001. – №1.
11. Канеман Д., Словик П., Тверски А. (ред.) Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения / Пер. с англ. — Харьков: Изд-во Институт прикладной психологии, «Гуманитарный Центр».- 2005.
12. Зарецкий, В.К. О возможности индивидуализации образовательного процесса на основе рефлексивно-деятельностного подхода в инклюзивной практике / В.К. Зарецкий, М.М. Гордон // Психологическая наука и образование. – 2011. – №3. – С. 19–26.
13. Булин-Соколова, Е.И. Будущее педагогическое образование. Направление движения и первые практические шаги / Е.И. Булин-Соколова, А.С. Обухов, А.Л. Семенов // Психологическая наука и образование. – 2014. – Т.19. – № 3. – С. 207–225.
13. Давыдов, В.В. Проблемы рефлексии: Современные комплексные исследования / В.В. Давыдов, А.З. Зак. – Новосибирск, 2007.

УДК 159.942.5

Шарыпова Наиля Хабибрахмановна
 Доктор филологических наук, профессор
snilyah@list.ru

Волков Даниил Константинович
 Магистр

danilka.volkov.1999@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

О ВЛИЯНИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТА НА ОБУЧЕНИЕ

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме современного образования, а именно влиянию психоэмоционального состояния студента на обучение. Рассмотрены примеры влияния психоэмоционального состояния студентов Института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ на обучение.

Ключевые слова: психоэмоциональное состояние, эмоции, разум, процесс обучения, студент.

Nailya Kh. Sharypova
Doctor of philology, professor
snilyah@list.ru

Daniil K. Volkov
Master

danilka.volkov.1999@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ON THE INFLUENCE OF THE STUDENT'S PSYCHOEMOTIONAL STATE ON LEARNING

Abstract. The article is devoted to the actual problem of modern education, namely, the influence of the psychoemotional state of the student on learning. The examples of the influence of the psychoemotional state of students of the Institute of Mechanization and Technical Service of the Kazan State Agrarian University on learning are considered.

Keywords: psycho-emotional state, emotions, mind, learning process, student.

Влияние психоэмоционального состояния студента на обучение – это одна из тем в психологии, требующей особого внимания [1]. Представляется, многие знают или, по крайней мере, догадываются, что садиться за руль в плохом настроении не лучшая из затей. Это может быть чревато неосторожной ездой на дороге, совершением необдуманных действий под влиянием эмоций, которые в свою очередь

могут привести к аварии или даже летальному исходу. Возможно, кто-то задался вопросом, «а какая связь между обучением и ездой за рулем, ведь обучение в вузе под влиянием эмоций не ведет к катастрофе?». И это действительно так, но лишь отчасти. Дело в том, что обучение не менее ответственный процесс, чем вождение автомобиля. От обучающегося требуется такое же количество концентрации внимания, также присутствуют другие участники (сравним: студенты/водители), на которых мы оказываем влияние – прямое или косвенное. Скажем так: обучение представляет ответственный процесс, требующий большого количества внимания и усилий, на что колоссальное влияние оказывает психоэмоциональное состояние [2].

Наш мозг взаимосвязан с психикой и эмоциями или, как отметили выше, с психоэмоциональным состоянием. Каждый человек, скорее всего, замечал за собой, что в хорошем настроении или во время «эмоционального подъема» он быстро соображает, легко находит решения проблем и, всё вокруг становится простым и понятным. И наоборот, когда случалось несчастье, а вам, к примеру, нужно выучить стих или решить какое-то уравнение по высшей математике, то не получается запомнить и пары строк или продвинуться в решении.

В фильмах, да и в жизни часто приходится слышать фразу «иди туда, куда велит сердце, а не разум» или что-то похожее на это конструкции. Это, безусловно, хорошо «прислушиваться к сердцу», но все же решение в любом случае принимает мозг, правда, под влиянием эмоций, что в ряде случаев не очень-то и даёт положительный результат, особенно во время работы или обучения.

Выше уже упомянуто было, что обучение требует внимания и усилий. Введем объяснение, что обучение – вид учебной деятельности, в котором количество и качество элементов знаний и умений субъекта обучения доводятся до должного уровня [3].

Приведём ряд примеров влияния эмоций на мозг человека (в нашем случае имеем в виду студента) и на его успеваемость. У большинства людей еще в школе появился объект симпатий, это мог быть мальчик или девочка, в ряде стран не определившийся с полом «трансгендер», но это не важно, ведь если это произошло, то этот человек – «влюблён/ втрескался», как авто на перекрестке, а процесс вашего обучения встал в «пробку». Возможно, не всем ясны проводимые здесь аналогии, тем не менее, на таком контрасте ярче можно всё представить. Говоря самыми простыми, обычными словами, из-за любви к предмету своего обожания человек испытывает всепоглощающую радость и не может сконцентрироваться на учебе.

Бывает, что после победы в чем-то, даже отдаленном от учебы у студента появляется уверенность, что он будет побеждать везде и всегда, и что ему будет удаваться все, что он сможет изменить всё, что под руки попадет. Откуда эта уверенность, что все будет хорошо? Как

это может помочь в каком-то выступлении? Как это будет способствовать преодолению неуверенности? Или же, наоборот, может привести к переоценке собственных сил, вследствие чего окажется в невыгодном для себя положении? [4]

Случается, что студент, потерпев ряд неудач, а они как снежный ком идут одна за другой, может привести к эмоциональному выгоранию, сопровождающийся апатией и отрешенностью, да так что ему будет крайне сложно взять себя в руки и дальше обучаться, сдавать зачёты, экзамены и т.д.

Назревает вполне логичный вопрос, а как же с этим бороться и выходить из эмоционального кризиса? В качестве рекомендации можно посоветовать один из множества, но на наш взгляд, самых действенных способов, и это как ни странно, умеренные физические нагрузки [5]. Представим, как это происходит в реальности – человек достаточно длительное время продолжает себя «накручивать» и находиться в негативном состоянии. Дальше так продолжаться не может, поскольку могут быть серьёзные для здоровья последствия. Вот тут спорт приходит на помощь. Важным в этом случае является тот факт, что человек к этому должен прийти осознанно. Спорт будет способствовать тому, что «наш человек со всеми своими противоречиями внутри», начнёт концентрироваться на ситуацию «здесь и сейчас», а не на том, что было в прошлом или будет в будущем.

Помимо этого студента можно привлечь к актуальным на сегодняшний день общественным, массовым мероприятиям, где бы он мог проявить свой внутренний потенциал. У студента сформируются новые эмоции [6]. Значимым здесь является то, что студент будет находиться в действии и деятельности. Это не даст ему замкнуться в себе. В свою очередь, это окажет положительное влияние на его успеваемость.

Очень полезной студентам, на наш взгляд, является работа Д. Дэвида [7], в которой в самой доступной форме преподносятся основные методы самопомощи при негативном настроении. Данная работа предлагает обучение для тех, кто желает грамотно научиться понимать и управлять своими эмоциями.

Неплохо было бы ознакомить студентам с работами А.В. Курпатова [8]. В частности, в рекомендуемой нами работе студенты встретятся с массой полезных открытий для себя. Благодаря знакомству с этой работой, студенты могут начать понимать поведение и мотивы других людей, результативнее взаимодействовать с ними; избавиться от имеющихся противоречий; узнать, чего же хотят на самом деле, и как достичь этих желаний и многое другое.

Также поможет лучше понять себя рассказы об исследованиях человеческого мозга Филиппы Перри [9]. Автор предлагает

интереснейшие упражнения для мозга, способствующие сохранению порядка в мыслях и стать счастливым.

Таким образом, все выше рассмотренное нами представляет только то, что лежит на поверхности проблемы, связанной с психоэмоциональным состоянием студента. Ещё более детальное изучение влияния психоэмоционального состояния студента на обучение, бесспорно, даст свои положительные результаты в процессе работы с ними.

Литература

1. Digital economy and transformation of personnel training for AIC / Nezhmetdinova F.T., Fassakhova G.R., Shagivaliev L.R., Sharypova N.Kh., Zinurova R.I. // BIO Web of Conferences 2020. - С. 00228.

2. Шарыпова, Н.Х. Формирование профессиональной направленности личности студента в условиях Казанского государственного аграрного университета / Н.Х. Шарыпова, Ф.Т. Нежметдинова, И.Н. Гатауллин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020.- С. 658-663.

3. Смелкова, Е.В. Формирование конкурентоспособного специалиста в рамках дисциплин гуманитарного цикла / Е.В. Смелкова, Н.Х. Шарыпова // Collection of scientific articles. LXXII international correspondence scientific and practical conference (Boston, USA, July 23-24, 2020). Boston, 2020 – pp. 35-38.

4. Шарыпова, Н.Х. Психологическая устойчивость в чрезвычайных ситуациях: Предназначено для студентов Казанского ГАУ по направлению подготовки «Техносферная безопасность» / Н.Х. Шарыпова, Ф.Т. Нежметдинова, И.М. Габдулхакова – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. - 56 с.

5. Ефимова, И.В. Психофизиологические основы здоровья студентов: Учебное пособие / И.В. Ефимова, Е.В. Будыка, Р.Ф. Проходовская; М-во образования Рос. Федерации, Иркут. гос. ун-т. - Иркутск : ИГУ, 2003. - 124 с

6. Рейковский Я. Эмоции как процесс, организующий поведение.- <https://ru.convdocs.org/docs/index-88688.html>.- 18с.

7. Дэвид, Д. Терапия настроения. Клинически доказанный способ победить депрессию без таблеток. - Изд-во Питер, 2019. – 328 с.

8. Курпатов, А.В. Красная таблетка. Посмотри правде в глаза! / А.В. Курпатов. - Издательство Капитал, 2018. – 214 с.

9. Филиппа Перри. Как не сойти с ума. Навести порядок в мыслях и чувствах. – Эксмо, 2021 – 87-89 с.

УДК 159.947.3

Шарыпова Наиля Хабибрахмановна
 Доктор филологических наук, профессор
snilyah@list.ru

Хайдаров Нияз Азатович
 Магистр

martishka_c_granatoi@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ У СТУДЕНТОВ С ИХ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Аннотация. В статье рассматривается взаимосвязь волевых качеств у студентов и отражение этой взаимосвязи на их успеваемости. На основе эмпирического материала, собранного среди магистров ИМ и ТС, был произведен анализ, что привело к соответствующим результатам.

Ключевые слова: воля, сила воли, обучение, студент, образование.

Nailya Kh. Sharypova

Doctor of philology, professor
snilyah@list.ru

Niyaz A. Khaidarov

Master

martishka_c_granatoi@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

THE RELATIONSHIP BETWEEN STUDENTS' VOLITIONAL QUALITIES AND THEIR COGNITIVE ACTIVITY

Abstract. The article examines the relationship between volitional qualities in students and the reflection of this relationship on their academic performance. Based on the empirical material collected among the masters of IM and TS, an analysis was made, which led to the corresponding results.

Key words: will, willpower, training, student, education.

В современном мире в системе высшего профессионального образования, несомненно, существует проблема развития волевых качеств у студентов как одного из главного фактора, влияющего на качество образования. Уровень развития производительности является базовым качеством для достижения успехов во всех сферах, затрагиваемых студентом, и его дальнейшем карьерном росте [1, 2]. Есть студенты, которые не могут в полной мере справиться с

программой обучения, так как их волевые качества находятся на очень низком уровне развития. Это можно заметить на успеваемости, приоритетах студента в обучении или развлечениях, неумении грамотно распорядиться своим временем и т.д.

Объектом исследования статьи являются студенты Института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ.

Целью статьи является выявление взаимосвязи волевых качеств у студентов на их познавательную деятельность, в том числе на их успеваемость.

Студент – это, в первую очередь, человек, со своими чувствами, характером, темпераментом и пр. Поэтому каждый студент уникален и неповторим, и воля у каждого развита по-своему. Под волей понимается психическая деятельность человека по управлению своими действиями, мыслями, переживаниями, телом для достижения сознательно поставленных целей при преодолении различных трудностей во имя тех или иных побуждений. Воля развивается и закаляется в процессе преодоления трудностей, возникающих на пути к цели. Волевые качества при рациональном, педагогическом руководстве становятся постоянными чертами личности [3, 4].

Каждый студент имеет свою мечту и цель. К сожалению, зачастую эти мечты превращаются в груды обломков, которые хоронят под собой надежды, способности и даже таланты. Всё так происходит потому, что между мечтой и действием по её осуществлению стоит воля.

Для того чтобы получить ответ на наш основной вопрос: «выявление влияния волевых качеств у студентов на познавательную деятельность, в том числе на их успеваемость», мы разработали ряд вопросов для магистров 1 курса, обучающихся по направлению «Машины и оборудование в агробизнесе».

1. Занимаетесь ли вы спортом?

- а) да, считаю, что спорт важен в нашей жизни.
- б) нет, занимался в детстве.
- в) нет, спорт требует много времени.
- г) нет, спорт не важен в нашей жизни.

2. Как вы считаете, помог ли вам спорт получить определенные результаты в учебе?

а) да, благодаря спорту я усидчив, сдержан и целеустремлен в учебе.

- б) да, спорт помог мне быть более настойчивым.
- в) нет, это никак мне не помогло.
- г) нет, спорт только вредит моей учебе.

3. Во сколько вы ложитесь спать?

- а) ложусь до 22 часов.
- б) стараюсь лечь не позже 23 часов.
- в) ложусь после 23 часов.

г) сплю по-разному, могу ложиться и в 20 часов и в 2 ночи.

4. Что вас заставляет просыпаться с утра?

а) необходимость ехать на учебу.

б) делаю утром зарядку.

в) встаю пораньше, чтобы приготовить еду и не опоздать на мероприятия (в т.ч. на учебу).

г) позволяю себе утром поспать.

5. Вы всегда выполняете свои дела своевременно?

а) да, постоянно.

б) иногда.

в) выполняю половину запланированных дел.

г) выполняю меньше половины запланированных дел.

6. Строите ли вы планы?

а) да, у меня всё распланировано на каждый день.

б) да, я планирую важные дела на месяц.

в) нет, я не планирую ничего, считаю это бессмысленным занятием.

7. Ходите ли вы на все пары?

а) да, я не пропускаю занятия.

б) стараюсь не пропускать.

в) хожу только на важные предметы.

г) часто пропускаю пары.

8. На какие оценки вы учитесь?

а) только отлично.

б) хорошо и отлично.

в) троечник.

г) не всегда удаётся получить даже 3.

9. Что вас мотивирует учиться?

а) получить качественные знания и умения.

б) получить хороший диплом, чтобы взяли на работу.

в) не хочу идти в армию.

г) нет мотивации в учебе.

Не случайно наши вопросы связаны со спортом. Неоспоримым является тот факт, что спорт является важнейшим средством не только физического развития человека, но и формирования его личности, воспитания воли, силы духа, мотивации к достижениям, саморазвития и твердости характера [5, 6].

Из числа опрошенных нами магистров все считают, что спорт важен в нашей жизни.

90% магистров считают, что спорт помог им получить определенных результатов в учебе. В частности, 40% магистров считает, что благодаря спорту он усидчив, сдержан и целеустремлен в

учебе, 50% – считает, что спорт помог ему быть более настойчивым, 10% - считает, что это никак ему не помогло.

Не случайным стал вопрос о том, во сколько ложатся спать наши анкетированные. Из числа опрошенных студентов, никто не ложится спать до 22 часов. В частности, 50% - стараются лечь не позже 23 часов, и 10% опрошенных ложатся после 23 часов, а вот 40% ответили, что ложатся спать по-разному – диапазон от 20 часов вечера, до 2 часов ночи. От того, насколько студент отдохнул, зависит его работоспособность на следующий день. И это говорит о его умении не только придерживаться режима дня, но и о заботе своего здоровья, что немаловажно в условиях рынка труда.

На вопрос, что вас заставляет просыпаться с утра, также получены достаточно интересные ответы. Из-за необходимости ехать на учебу просыпается 30% опрошенных студентов, 50% студентов встают пораньше, чтобы приготовить еду и не опоздать на мероприятия (в т.ч. на учебу), 20% - позволяют себе утром поспать и нулевой показатель по выполнению утренней зарядки.

Не малозначимым для нас явился вопрос о том, всегда ли студенты выполняют свои дела своевременно. Так, из числа опрошенных 30% ответили, что да, постоянно, 50% - иногда, 20% - выполняют половину запланированных дел.

Интерес вызвал вопрос о том, строят ли студенты планы. Из опрошенных 70% студентов подтвердили, что у них всё распланировано на каждый день, 30% - подтвердили, что у них важные дела планируются на месяц.

Ответы на эти последние вопросы говорят о наличии внутренней организованности студентов, что, в свою очередь, выражается в умении продуктивно работать и удерживать свои цели.

Ответы на вопрос относительно посещения занятий (ходите ли вы на все пары?), распределились следующим образом: да, я не пропускаю занятия - 70%, стараюсь не пропускать - 30%.

На вопрос, на какие оценки вы учитесь, нами получено, что 20% студентов учатся только отлично, 80 % - хорошо и отлично. Это говорит о том, что студенты с развитой дисциплинированностью, с навыками планирования собственных действий достаточно грамотно выстраивают последовательность реализации достижения своих целей. И их умение осознанно регулировать своими действиями, безусловно, отражается на их познавательной деятельности.

И на вопрос, что вас мотивирует учиться. Получено, что 90% студентов желают получить качественные знания и умения, 10% - желают получить хороший диплом, чтобы взяли на работу. Здесь намечена и ориентация на успех, и стремление к повышению своего социального статуса.

Полученные нами ответы подтверждают взаимозависимость познавательной деятельности студентов с их волевыми качествами.

Студент в процессе учёбы имеет цель – получить знания по своей специальности, и как итог, стать компетентным работником по обучаемой профессии [7]. Если он в процессе учебы мог грамотно выполнять поставленные задачи, готовил себя к экзаменам, умело распределял время и не ленился – из него выйдет высококлассный специалист, который в будущем сумеет достичь в своей трудовой деятельности огромных высот. А если студент ленился, и его сила воли была слабой, в результате он не достигнет своих целей. Сила воли проявляется на всех этапах волевого акта, но ярче всего – в том, какие препятствия преодолены при помощи волевых действий и какие результаты при этом получены.

Развитие воли у человека связано с такими действиями как:

1) преобразование непроизвольных психических процессов в произвольные;

2) приобретение человеком контроля над своим поведением;

3) выработка волевых качеств личности;

4) и также с тем, что человек сознательно ставит перед собой все более трудные задачи и преследует все более отдаленные цели, которые требуют значительных волевых усилий в течение долгого времени [8,9].

Таким образом, развитие волевых качеств весьма значимо. Воля является одним из важных критериев, влияющих на процесс обучения студента. Его успеваемость в учебе, приобретенные навыки и многие результаты вне учебы напрямую зависят от воли. И в дальнейшем, успех в карьере и в жизни в целом будут следствием его волевых качеств.

Литература

1. Шарыпова, Н.Х. Подготовка научных кадров для АПК в рамках педагогических дисциплин / Н.Х. Шарыпова, Ф.Т. Нежметдинова // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020.- С. 648-655.

2. Шарыпова, Н.Х. Формирование высших чувств и волевых качеств у студентов / Н.Х. Шарыпова, Ф.Ф. Каримов // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020.- 2020. С. 827-832.

3. Смелкова, Е.В. Формирование конкурентоспособного специалиста в рамках дисциплин гуманитарного цикла / Е.В. Смелкова, Н.Х. Шарыпова // Collection of scientific articles. LXXII international correspondence scientific and practical conference (Boston, USA, July 23-24, 2020). Boston.- 2020. – pp. 35-38.

4. Ражабова, Ф.П. Роль волевых процессов в формировании личности / Ф. П. Ражабова. — Текст: непосредственный // Актуальные вопросы современной психологии: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, февраль 2015 г.). — Челябинск: Два комсомольца.- 2015. — С. 106-109. — URL: <https://moluch.ru/conf/psy/archive/157/7255/> (дата обращения: 30.11.2021).

5. Афанасьев, Д.А. Физическое воспитание как фактор всестороннего развития личности / Д.А. Афанасьев // Инновации в образовании. - 2008. - № 10. - С. 94-97.

6. Гайдук, С.А. Значение волевых качеств для успешности соревновательной деятельности спортсменов / С.А. Гайдук. - СПб.- 2008. - С. 217-219.

7. Agricultural organizations as participants in professional and public accreditation of staff training quality in agricultural economy / F.T. Nezhmetdinova, G. R. Fassakhova, N. Kh. Sharypova, L. M. Faizrakhmanov // BIO Web of Conferences Volume 27 (2020) International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” FIES 2020). - Kazan, Russia, May 28-30, 2020.

8. Столяров, А.А. Воля // Новая философская энциклопедия: в 4 т. / А.А. Столяров // Институт философии РАН; Национальный общественно-научный фонд; предс. научно-ред. совета В. С. Степин. — 2-е изд., испр. и дополн. — М.: Мысль.- 2010. — ISBN 978-5-244-01115-9.

9. Шарыпова, Н.Х. Формирование профессиональной направленности личности студента в условиях Казанского государственного аграрного университета / Н.Х. Шарыпова, Ф.Т. Нежметдинова, И.Н. Гатауллин // 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2020.- С. 658-663.

УДК 613.6.02

Макаров Давид Моррисович*Студент**cicerongamer@gmail.com***Ярхамова Альфия Абриковна***Кандидат педагогических наук, доцент**alfiashamsieva@mail.ru***Макарова Ольга Ивановна***Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**olga_180472@mail.ru**Казанский государственный аграрный университет, Казань*

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ АППАРАТЧИКА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация: В данной статье рассматриваются вредные условия труда аппаратчика нефтеперерабатывающего предприятия, а также разработка мероприятия по защите рабочих от вредных и опасных производственных факторов.

Ключевые слова: негативное воздействие, средства индивидуальной защиты, уровень шума, ультразвук, профзаболевание, безопасность труда, несчастные случаи, масляная жидкость, скорость движения воздуха, вибрация, гигиеническая оценка, методы контроля.

David M. Makarov*Student**cicerongamer@gmail.com***Alfiia A. Iarkhamova***Candidate of Pedagogical sciences, Associate Professor**alfiashamsieva@mail.ru***Olga I. Makarova***Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**olga_180472@mail.ru**Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

ANALYSIS OF HAZARDOUS AND HARMFUL PRODUCTION FACTORS AT THE WORKPLACE OF AN OIL REFINERY OPERATOR

Abstract. This article discusses the harmful working conditions of an oil refinery operator, as well as the development of measures to protect workers from harmful and dangerous production factors.

Keywords: negative impact, personal protective equipment, noise level, ultrasound, occupational disease, occupational safety, accidents, oily liquid, air velocity, vibration, hygienic assessment, control methods.

Нефтеперерабатывающие предприятия считаются газоопасными и пожароопасными производствами. Сырьем для таких предприятий является нефть – масляная жидкость, которая имеет токсические свойства, а также способна проявлять негативное воздействие при контакте с кожей человека и вдыхании нефтяных паров, вследствие чего происходит острое отравление организма, потеря сознания или даже смерть. Поэтому, при работе с опасными отравляющими химическими веществами необходимо использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ) [1, 2, 3].

В ходе проведения анализа рабочего места аппаратчика нефтеперерабатывающего предприятия, были выявлены следующие вредные условия: высокая или низкая температура воздуха рабочей зоны; высокая влажность и скорость движения воздуха; повышенные уровни шума, вибрации и ультразвука; запыленность и наполненность воздуха газами; плохое освещение; движущиеся машины и механизмы; химические факторы [4].

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических норм и выраженности изменений, в организме работающих подразделяются на несколько базовых уровней вредности:

- первый уровень - условия труда можно описать теми отклонениями от норм гигиены, что проявляются множественные и различные изменения в организме и этим повышают риск ухудшения самочувствия;

- второй уровень — это этап, на котором уровни вредных факторов, вызывающих функциональные изменения, которые приводят к увеличению профессиональной заболеваемости, служат причиной возникновения начальных симптомов заболеваний (но с сохранением профессиональной трудоспособности), появляющиеся после долгого воздействия (зачастую превышают срок в пятнадцать лет);

- третий уровень - этап, на котором трудовые условия становятся такими, что действие вредных факторов, которые могут способствовать появлению и развитию множества различных профессиональных заболеваний во время активного трудового процесса, что уже в свою очередь приводит и к резкому росту хронической патологии;

- четвертый уровень - на данном этапе условия труда способствуют развитию у рабочих тяжелых форм профессиональных заболеваний, которые ведут к потере их трудоспособности.

Анализ условий труда по вредным и опасным производственным факторам выполняется в рамках особой оценки трудовых условий. Особая оценка трудовых условий подразумевает осуществление оценки

условий труда на рабочих местах, которая ставит целью раскрытие вредных и опасных производственных факторов, а также содержит гигиеническую оценку условий труда, уровни которой формируются с применением измерительных приборов и использованием методов контроля [5, 6].

Замер и анализ производственной среды нефтеперерабатывающего предприятия и трудового процесса регистрируются в протоколе, который содержит:

- распознавательный номер протокола;
- название предприятия, информацию об ее аккредитации;
- название измеряемого фактора;
- сведения об используемых методах измерений;
- группа вредности и угрозы согласно фактору.

Согласно всем этим условиям на все рабочие места были созданы протоколы оценок условий труда. Анализ рабочих мест проводится на соответствие их условиям безопасности труда, которые устраняют вероятность получения травм [7, 8].

Важными объектами исследования на данном предприятии были: производственное оборудование, приспособления и инструменты, наличие документов для обучения и инструктажа [9, 10]. Все перечисленные объекты оценивались на соответствие безопасным условиям труда нормативных правовых актов.

Требования, которые отнеслись к условиям безопасности труда в ходе анализа, следующие:

- 1) защита от механических влияний [11, 12, 13];
- 2) защита от влияния ЭМ поля;
- 3) защита от влияния высоких и низких температур;
- 4) защита от влияния химически ядовитых элементов [14];
- 5) охрана от воздействия статического излучения [15].

Помимо условий безопасности к производственному оборудованию, были приняты во внимание требования к территории, к элементам зданий и сооружений [16,17,18].

В ходе установления оценки условий труда проверялось наличие документов, подтверждающих прохождение должного обучения и инструкций по изучению охраны труда.

Анализ обеспеченности сотрудников средствами индивидуальной защиты (СИЗ) выполнялся путем проверки порядков соблюдения выдачи рабочим спецодежды, спецобуви и иных обезвреживающих средств защиты кожи.

Работа управления любого предприятия ориентирована на, поддержку самочувствия работников, формирование наиболее благоприятных условий для высокопроизводительной работы. По этой причине правило приоритета сохранения жизни и здоровья сотрудников

считается определяющим в деятельности по обеспечению безопасности и защищенности на производстве.

Вероятность отрицательного воздействия на сотрудников вредных и опасных факторов в ходе совершения трудовой деятельности обусловила потребность создания мероприятий по их защите.

Для предотвращения возникновения несчастных случаев на предприятии и безопасного ведения технологического процесса следует выполнять следующие правила:

- согласно определенным нормам, рабочие обязаны использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ), а также использовать средства коллективной защиты;
- рабочие территории следует оснащать вентиляцией и средствами защиты от пожара;
- необходимо осуществлять технические обследования с контролем в соответствии с общепринятыми мерками, с последующим составлением планов, проектов, а также определять ответственных лиц для оборудования;
- периодически организовывать ознакомительные инструктажи по таким направлениям как: техника безопасности, оказание первой медицинской помощи, пожарная, а также контролировать степень осведомленности в сфере охраны труда;
- строго следовать правилам противопожарного режима и защиты от статического;
- все приводимые в движение элементы оборудования необходимо оснащать рабочими защитными оградительными сооружениями;

Для понижения частоты возникновения профзаболеваний необходимо принять следующие меры:

- реализовывать контроль за оснасткой рабочих мест общепринятыми стандартами уровня естественного и искусственного освещения, не захламлять световые проемы, протирать все окна и светильники с определенной периодичностью [19];
- организовывать оздоровление воздуха среды и нормализацию характеристик микроклимата.
- для предотвращения поражения органов дыхания вредными воздействиями пыли использовать респираторы;
- все время держать под контролем работу вытяжной вентиляции [20];
- периодически проводить медицинские обследования персонала, соблюдать правила личной гигиены;
- организовывать технические перерывы.

Исходя из вышеизложенного, следует сделать вывод, что выполнение и соблюдение предложенных мероприятий даст возможность снизить риск получения хронических профессиональных заболеваний и несчастных случаев.

Литература

1. Оценка пожарной опасности технологического процесса хранения нефти с учетом регламентированных параметров технологического процесса / Р.Р. Киямова, И.Н. Гаязиев, В.М. Медведев, [и др.] // Агроинженерная наука XXI века. // Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – 387 с.

2. Безопасность труда в химическом производстве / Р.Э. Даудов, Ф.Ф. Яруллин, И.Н. Гаязиев [и др.] // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – 383 с.

3. Обеспеченность работников промышленных предприятий средствами индивидуальной защиты / Г.А. Гараева, И.Н. Гаязиев, В.М. Медведев [и др.] // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – 379 с.

4. Иванников, А.С Контроль над содержанием в воздухе вредных веществ на производстве / Студенческая наука - аграрному производству. Материалы 78-ой студенческой национальной научной конференции (Казань, 11–12 февраля 2020 года). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - С. 116-120.

5. Замалиев, И.И. Актуальность проведения аттестации рабочих мест в современном мире / И.И. Замалиев, 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: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - С. 163-166.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. Юмаева, Л.С. Разработка мероприятий по снижению уровня вибрации на промышленной площадке / Л.С. Юмаева, О.И. Макарова // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации. Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции. – Казань, 2020. - С. 384-388.

13. Макарова, О.И. Влияние вибрации и шума на организм человека / О.И. Макарова, Л.И. Бакирова // 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. 188-192.

14. 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 год). – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 331-335.

15. 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.

16. 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.

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. 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.

19. 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.

20. 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Зиганшин Б.Г.	3
Мудров А.Г. О научном наследии доктора технических наук, профессора Мудрова Петра Григорьевича.....	4
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В АПК	
Лукиянов В.В. Модернизация конструкции входного узла хмелеуборочной машины.....	8
Пополднеев Р.С., Сабиров Б.М. Обзор конструкций измельчителей кормов.....	13
Салахов И.М. Агротехническая эффективность почвообрабатывающих фрез.....	23
Халиуллин Д.Т., Галеев Д.Ф. Исследования распределения зернового вороха на очистке зерноуборочного комбайна при боковом крене.....	29
Халиуллин Ф.Х., Пикмуллин Г.В. Обоснование выбора расчетной схемы кривошипно- шатунного механизма поршневых двигателей.....	36
Киселев В.Л., Пикмуллин Г.В. Технологический процесс сборки тракторов CLAAS.....	43
Мудров А.П., Пикмуллин Г.В. Четырёхзвенные механизмы сельскохозяйственного назначения.....	50
Салахов И.М. Агротехническая эффективность применения жидких минеральных удобрений.....	56
Ибяттов Р.И. Об учете случайных явлений в задачах агропромышленного комплекса.....	63
Хафизов К.А., Мухаметзянова З.Р. Вспашка и её перспективы в аграрном производстве Республики Татарстан.....	69
Мудров А.П., Гургенидзе З.Д. Практическое уравнивание пространственного смесителя.....	75
Гургенидзе З.Д., Мудров А.П. Исследование кинематики частицы обрабатываемого материала в дисковой шлифовальной установке.....	82

Ибяттов Р.И., Галеев Д.М. К расчету жидкостных сепараторов с параболическими тарелками.....	89
Рахматуллина Р.Г., Зиннатуллина А.Н., Исхаков И.А. Определение момента инерции маховика.....	96
Нуруллин Э.Г., Зайнутдинов И.Р., Файзуллин Р.А. Новые показатели оценки качества работы протравочных машин.....	103
Нуруллин Э.Г., Еров Ю.В., Габдрахманов И.Х., Зайнуллин Ш.А., Грачев В.А., Прокофьев Н.П., Имамеев И.М., Мавлин В.Р. Модельный ряд универсальных пневмосортировальных машин для семян зерновых культур.....	111
Файзуллин Р.А., Нуруллин Э.Г. Классификация пыли и способов ее отделения.....	121
ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СЕРВИС ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	128
Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х. Контроль выбега ротора современных турбокомпрессоров автомобиля КАМАЗ.....	128
Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х. Контроль расхода масла современных турбокомпрессоров автомобиля КАМАЗ.....	137
Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х. Контроль температуры масла современных турбокомпрессоров автомобиля КАМАЗ.....	145
Чоккой С.А., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х. Универсальный метод настройки газобаллонного оборудования 4 поколения без обратной связи.....	151
Галиев И.Г., Хусаинов Р.К., Галимов Э.Р., Кулаков А.Т. Анализ законов распределения ресурсов механизмов автотракторных дизелей с применением методов подобия и теории размерностей.....	160
Галиев И.Г., Галимов Э.Р., Кулаков А.Т. Анализ методов и средств диагностирования автотракторных дизелей и выбор рациональной схемы.....	167
Галиев И.Г., Хусаинов Р.К., Галимов Э.Р., Кулаков А.Т. Анализ законов распределения ресурсов механизмов автотракторных дизелей с применением методов математической статистики и теории вероятности	174
Рахматуллина Р.Г., Хамидуллин А.Р. Деформационные свойства резиноподобных материалов.....	182

Фаттахов Б.И., Сеницкий С.А. Перспективы применения сжиженного природного газа в качестве моторного топлива.....	188
Сеницкая Ю.С., Сеницкий С.А., Лукманов Р.Р. Анализ схем механизмов привода трансмиссии средств малой механизации.....	194
Сеницкий С.А., Лукманов Р.Р., Сеницкая Е.С. Структура системы управления машинно-тракторного агрегата с обратными связями.....	199
Тазиев Р.Р., Сеницкий С.А. Кинематический анализ схем приводов гибридных автомобилей..	204
Хакимов Б.Б., Шарипов З.Ш. Устройство с ротационными аппаратами для получения дизельного топлива.....	210
Газизов Е.Р. Обратные задачи электрохимической размерной обработки металлов при производстве деталей сложной конфигурации.....	217
Салахов И.М., Вагизов Т.Н. Современное состояние технического сервиса машин и оборудования.....	223
Вагизов Т.Н., Салахов И.М. Восстановление и упрочнения дисков сошников посевных и посадочных машин.....	230
Вагизов Т.Н., Ахметзянов Р.Р. Особенности применения современных технологий для изготовления и восстановления деталей машин.....	236
Вагизов Т.Н., Ахметзянов Р.Р. Технологические способы получения дисперсно- наполненных световозвращающих материалов.....	243
Хафизов К.А., Хасанов Ф.Д. Анализ содержания выхлопных газов двигателей агрегатов и способы их регенерации.....	249
Хафизов К.А., Хайдаров Н. А. Пути связывания диоксида углерода из выхлопных газов двигателей агрегатов.....	260
Гималтдинов И.Х., Адигамов Н.Р., Садыков М.Р., Гриценко А.В. Обоснование режимов электролитического осаждения металлов вневанным методом.....	267
Гималтдинов И.Х., Адигамов Н.Р., Садыков М.Р., Гриценко А.В. Перспективы применения ZN-FE-P составов при восстановлении внутренних поверхностей натиранием.....	273

Гималтдинов И.Х., Адигамов Н.Р., Гриценко А.В., Багаев А.А. Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием.....	280
Хафизов Р.Н., Хафизов К.А. Энергетическая эффективность использования трактора DEUTZ FAHR 9340 TTV.....	285
Ахметзянов Р.Р., Вагизов Т.Н., Ахметзянова Р.Р. К вопросу применения антифрикционных самосмазываемых пластмасс в узлах трения скольжения.....	292
Хафизов К.А., Хасанов Ф.Д. Анализ выброса парниковых газов машинно- тракторными агрегатами на основной обработке почвы.....	298
Овчинников К.А., Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х. Анализ работы тормозных механизмов грузовых автомобилей...	308
Овчинников К.А., Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х. Эффективность работы различных видов подвесок грузовых автомобилей.....	315
Ахметзянов Р.Р., Вагизов Т.Н., Ахметзянова Р.Р. Дисперсно-наполненные полимерные композиции.....	322
Ахметзянов Р.Р., Вагизов Т.Н., Ахметзянова Р.Р. Некоторые особенности выбора материала для подшипников скольжения.....	330
Шайдуллин А.Н., Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х., Максимов А.В. Исследование надежности и ремонтпригодности двигателей КАМАЗ-740.....	338
Шайдуллин А.Н., Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х., Зимица Л.Р. Повышение эффективности работы двигателя КАМАЗ 740.....	344
Ахунзянов Р.Р., Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х., Максимов А.В. Влияние износа деталей топливного насоса высокого давления на его эксплуатационные характеристики.....	351
Ахунзянов Р.Р., Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х., Зимица Л.Р. Характерный износ плунжерных пар.....	357
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ.....	363
Прохорова Л.Н., Фаттахова О.В., Леухин А.Э. Современные компьютерные программы в животноводстве.....	363
Савдур С.Н., Степанова Г.С. Моделирование процесса анаэробного сбраживания навоза на основе сетей Петри.....	368

Пикмуллин Г.В., Мудров А.П. Использование механизма Беннетта.....	372
Сабиров Б.М., Пополднеев Р.С. Разработка дробилки кормов лопастного типа.....	380
Гайфуллин И.Х., Рудаков А.И., Халиуллина З.М., Сафиуллин И.Н. Перспективные направления энергообеспечения и энергоснабжения в сельском хозяйстве.....	386
Зиннатуллина А.Н., Киселев В.Д., Киселева Н.Г. Преимущества автоматизации SAS.....	394
Лукманов Р.Р., Нафиков И.Р., Кашапов И.И. Автоматизированная установка для сбора молока с фермерских хозяйств.....	401
Рахимзянов И.А., Нафиков И.Р., Лукманов Р.Р. Совершенствование системы управления микроклиматом теплиц.....	407
ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	413
Михайлова М.Ю. Выбор гибридов кукурузы в условиях Республики Татарстан.....	413
Колесар В.А. Экологическая пластичность и продуктивность различных сортов сои зарубежной селекции.....	421
Пушкаренко Н.Н., Алексеев Е.П., Коротков А.В. Влияние агрометеорологических условий на качественные показатели хмеля.....	429
Королева В.В., Ячменёва В.В., Сохачевский М.К., Сохачевский Я.К. Использование инновационных технологий при создании инстаграмм-аккаунта.....	434
Королева В.В., Ячменёва В.В., Сохачевский М.К., Сохачевский Я.К. Использование инновационных технологий при создании роботов-мусорщиков.....	440
Киселева Н.Г., Зиннатуллина А.Н. Современные информационные технологии как средство повышения эффективности и качества образования...	448
Киселева Н.Г., Зиннатуллина А.Н. Проблемы обучения иностранных студентов в российских университетах.....	455
Мазитова А.К., Сухарева И.А., Маскова А.Р., Лазин С.Д. Каталитическое озонирование промышленных сточных вод.....	463
Сабирова Р.М. Влияние погодных условий на урожайность ярового тритикале...	471

Салахутдинова Э.Р. Концепция постановки управленческого учета на предприятиях в условиях социальной ответственности бизнеса.....	476
Вагизов Т.Н., Шайдуллина К.И. Технологические параметры получения световозвращающих поверхностей различных структур.....	481
Зиннатуллина А.Н., Киселев В.Л., Магсумова Д.Ш. Основы цифровой экономики: искусственный интеллект.....	487
Хабибуллин И.Х., Гаязиев И.Н., Молочников Д.Е. Мероприятия по повышению пожарной безопасности при хранении нефтепродуктов.....	493
Хабибуллин И.Х., Гаязиев И.Н., Молочников Д.Е. Снижение производственного травматизма.....	498
Сибгатуллин Ф.С., Халиуллина З.М., Ганиев А.С., Гайфуллин И.Х., Гимадиев А.Д. Применение препарата «Мефосфон» для производства удобрений, повышающих урожайность пшеницы....	503
Шарыпова Н.Х., Давлетшин Э.Н. О проблемах и перспективах социализации студентов.....	512
Шарыпова Н.Х., Исмагилов Д.И. Проблема самоопределения личности студентов.....	517
Шарыпова Н.Х., Исхаков Д.И. Способы формирования профессиональной рефлексии у студентов.....	523
Шарыпова Н.Х., Волков Д.К. О влиянии психоземotionalного состояния студента на обучение.....	531
Шарыпова Н.Х., Хайдаров Н.А. Взаимосвязь волевых качеств у студентов с их познавательной деятельностью.....	535
Макаров Д.М., Ярхамова А.А., Макарова О.И. Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте аппаратчика нефтеперерабатывающего предприятия.....	541
ОГЛАВЛЕНИЕ	549