

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ

ВЕСТНИК

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК



www.texvestnik.ru

МАЙ 2019 | ВЫПУСК 3

Редакционный совет:	К сведению авторов
<p>к.т.н., доцент, Новопашин Л.А.- главный научный редактор. к.э.н., доцент, Юсупов М.Л.- заместитель председателя редакционного совета, зам. главного научного редактора;</p> <p style="text-align: center;">Редколлегия:</p> <p>д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и образования РАЕ - Носырев М.Б. (г. Екатеринбург); д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ - Зорин В.А. (г. Москва); д.т.н., доцент - Шепелёв С.Д. (г. Челябинск); д.ю.н., профессор Воронин Б.А. (г. Екатеринбург); д.т.н., профессор, почетный работник науки и техники РФ - Барбин Н.М. (г. Екатеринбург); д.т.н., профессор - Охотников Б.Л. (г. Екатеринбург); д.т.н., профессор - Минухин Л.А. (г. Екатеринбург); д.т.н., профессор - Баженов Е.Е. (г. Екатеринбург); к.э.н., доцент - Юсупов М.Л. (г. Екатеринбург); к.х.н., доцент - Панков Ю.В. (г. Екатеринбург); к.т.н., доцент - Зеленин А.Н. (г. Екатеринбург); к.т.н., доцент - Денежко Л.В. (г. Екатеринбург);</p> <p>Учредитель и издатель: ООО «МИП ПРОМЕТЕЙ» Адрес учредителя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42 Телефоны: Гл. редактор 8-922-222-7095; Зам. гл. редактора — +7 912-600-95-55; Ответственный секретарь 8-996-187-97-31; Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31; E-mail: texvestnik@gmail.com <i>(для материалов)</i></p>	<p>1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.).</p> <p>2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:</p> <ul style="list-style-type: none">— УДК;— рубрика;— заголовок статьи (на русском языке);— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на русском языке);— ключевые слова (на русском языке);— расширенная аннотация — 200–250 слов (на русском языке);— заголовок статьи (на английском языке);— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на английском языке);— ключевые слова (на английском языке);— расширенная аннотация — 200–250 слов (на английском языке);— собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы. Рекомендации»);— список литературы, использованных источников (на русском языке);— список литературы, использованных источников (на английском языке). <p>3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Формулы — в стандартном редакторе формул Word, структурные химические в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах.</p> <p>4. Литература на русском и английском языке должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.</p> <p>5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.</p> <p>6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.</p> <p>7. Авторы представляют (одновременно):</p> <ul style="list-style-type: none">— статью в печатном виде — 1 экземпляр, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами. Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — Times New Roman;— иллюстрации к статье (при наличии); <p>8. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте.</p> <p>9. Работы публикуются в авторской редакции.</p>

Инженерное дело. Техника в целом

Оглавление

1. О государственной поддержке модернизации и обновления парка сельскохозяйственной техники.....	4
2. Биотехнологическая среда пищевых производств, структурные единицы их структурные композиции и свойства.....	11
3. Возможность использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве для проведения анализов полей.....	18
4. Снижение уплотнения кнс картофеля за счет попарного сближения рядков при уходе за посадками.....	24
5. Исследование фильтрующего элемента с мембранным напылением	30
6. Проект роторной гидропонной установки с автоматизированным процессом выращивания культур	38
7. Разработка нанобиомембранной технологии производства концентрированного раствора лактозы.....	45
8. Виброгенераторные преобразователи станочного оборудования активного контроля для автоподналадчиков	53
9. Анализ производства пеллет и их использование	66
10. Выполнение лабораторного практикума по технической механике с использованием информационных технологий.....	73
11. Результаты исследований фильтрующего элемента с мембранным напылением	80
12. Производство концентрата молочной сыворотки баромембранными методами.....	89
13. Теоретические исследования влияния впрыска воды на показатели работы дизельного двигателя.....	97
14. Биодизель касторового масла, как процесс этерификации.....	103
15. Анализ и сравнение эксплуатационные свойства тракторов беларус и тракторов ведущих зарубежных фирм.....	111
16. Модернизация карданного вала, как способ восстановления работоспособности	122
17. Проблемы эксплуатации тормозной жидкости в системах колесной техники.....	133

О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКЕ МОДЕРНИЗАЦИИ И ОБНОВЛЕНИЯ ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Воронин Борис Александрович – доктор юридических наук, профессор, директор научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-12, E-mail: voroninba@yandex.ru)

Юсупов Мамед Лечиевич – кандидат экономических наук, доцент, декан факультета транспортно-технологических машин и сервиса ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 9126009555 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Новопашин Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, доцент заместитель декана факультета транспортно-технологических машин и сервиса по научной работе ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Воронина Яна Викторовна, старший преподаватель кафедры управления и права ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-12)

Рецензент **М.Б. Носырев**, доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: Россия, парк сельскохозяйственной техники, модернизация, государственная поддержка, Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения

Аннотация

Успешное развитие аграрного производства невозможно без наличия у аграрных предпринимателей в достаточном количестве сельскохозяйственной техники и оборудования.

Современная техническая политика в аграрной сфере направлена на формирование парка машин и оборудования, обладающих ресурсосберегающими показателями и повышающих производительность труда.

Ускоренная модернизация сельскохозяйственной техники является одной из ключевых задач, от успешного решения которой зависит устойчивое и экономически эффективное развитие российского сельского хозяйства в современных социально-экономических условиях.

Российское сельскохозяйственное машиностроение на протяжении последних пяти лет демонстрирует рост производства, благодаря чему доля отечественной сельскохозяйственной техники и оборудования на внутреннем рынке достигла 60% и почти удовлетворяет потребности российского сельского хозяйства.

За счет новых современных и высоко производимых сельхозмашин обновляется парк сельхоз техники. Так, в 2017-2018 годах в серийное производство было поставлено более 150 моделей техники. [1]

В настоящей статье анализируется состояние государственной поддержки обновления парка сельскохозяйственной техники в аграрном секторе экономики.

ON THE STATE SUPPORT OF THE MODERNIZATION AND UPDATING OF THE PARK AGRICULTURAL TECHNOLOGY

B.A. Voronin, doctor of law, professor, director of the scientific research institute of agrarian and ecological problems and agriculture management, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

M.L. Yusupov, candidate of economy sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 9126009555 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Y.V. Voronina, senior lecturer of the department of management and law of the Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 (343) 221-41-12)

Reviewer **M.B. Nosyrev**, doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Keywords: Russia, agricultural machinery park, modernization, state support, Agricultural engineering development strategy

Annotation

Successful development of agricultural production is impossible without agricultural enterprises having enough agricultural machinery and equipment.

Modern technical policy in the agricultural sector is aimed at the formation of a fleet of machinery and equipment with resource-saving indicators and increasing productivity.

Accelerated modernization of agricultural machinery is one of the key tasks, the successful solution of which depends on the sustainable and economically efficient development of Russian agriculture in modern socio-economic conditions.

Over the past five years, the Russian agricultural machinery industry has demonstrated an increase in production, thanks to which the share of domestic agricultural machinery and equipment in the domestic market has reached 60% and almost meets the needs of Russian agriculture.

Due to the new modern and high-produced agricultural machinery, the agricultural machinery park is being updated. So, in 2017-2018, more than 150 models of equipment were supplied to mass production. [1]

This article analyzes the state support for the renewal of the agricultural machinery park in the agrarian sector of the economy.

Цель исследования – провести анализ состояния и прогноз модернизации парка сельскохозяйственной техники в Российской Федерации.

Методы исследования – анализа, синтеза, обобщения, экономического прогнозирования.

Результаты исследования. Состояние парка сельскохозяйственной техники в России характеризуется критической недооснащенностью и высокой степенью износа. По данным Федеральной службы государственной статистики, количество тракторов и самоходных уборочных машин сократилось более чем в 6 раз за последние 25 лет (с 1945 тыс. штук в 1990 году до 312 тыс. штук в 2015 году). Такое сокращение объясняется смещением спроса в сторону более мощных и производительных машин, однако оснащенность сельского хозяйства России по сравнению с оснащенностью сельского хозяйства Канады, схожей с Россией, по почвенно-климатическим условиям, урожайности, контурности полей, остается на крайне низком уровне. Так, в России на 1000 гектаров пашни приходится 3 трактора, в то время как в Канаде 16 тракторов. Аналогичная ситуация наблюдается с уборочными сельскохозяйственными машинами. При этом доля используемых сельскохозяйственных машин с вышедшими нормативными сроками амортизации и эксплуатации (то есть старше 10 лет) достигает 70 процентов, что приводит к их низкой производительности, срывам принятых агросроков и увеличению потерь продукции при уборке (по оценкам Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, потери продукции достигают 10-20 процентов валового сбора).

Помимо низкого платежеспособного спроса на внутреннем рынке, доля российских производителей сельскохозяйственной техники остается на невысоком уровне (по итогам 2016 года доля российских производителей на внутреннем рынке составила 54 процента в денежном выражении). При этом в ряде сегментов отрасли сельскохозяйственного машиностроения доля российской сельскохозяйственной техники на внутреннем рынке не превышает 20-30 процентов, а по отдельным типам тракторов потребности сельского хозяйства не обеспечиваются в принципе. Так, импорт гусеничных тракторов 4 и 5 тяговых классов составляет 100 процентов, колесных тракторов с двигателем мощностью до 100 л. с. – 98 процентов. Приведенные данные также свидетельствуют о большом потенциальном рынке для российских производителей сельскохозяйственной техники. [2]

Учитывая имеющиеся проблемы в областях обеспечения сельского хозяйства современными видами сельскохозяйственной техники преимущественно отечественного производства, распоряжением Правительства Российской Федерации № 1455-р от 7 июля 2017 года была утверждена Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года. [2]

В область распространения Стратегии входит следующая сельскохозяйственная техника, используемая при производстве основных видов продукции растениеводства, включая кормовые культуры:

- тракторы сельскохозяйственные (колесные и гусеничные);
- самоходные сельскохозяйственные машины (комбайны зерноуборочные, комбайны кормоуборочные, комбайны для уборки корнеклубнеплодов, опрыскиватели для защиты растений);
- прицепные и навесные сельскохозяйственные машины (плуги, бороны, культиваторы, сеялки, разбрасыватели органических и минеральных удобрений, прицепные комбайны кормоуборочные, прицепные комбайны для уборки корнеклубнеплодов, прицепные опрыскиватели для защиты растений, машины для заготовки кормов (косилки, пресс-подборщики, грабли и прочие машины), мобильные кормосмешиватели и кормораздатчики, машины для орошения, машины для специализированных подотраслей сельского хозяйства (кролиководства, овцеводства, овощеводство, садоводства, виноградарства).

В 2018 году российские аграрии приобрели 10,4 тыс. тракторов, 5,2 тыс. зерноуборочных комбайнов, 646 кормоуборочных комбайнов. Из них из бюджета была просубсидирована закупка 12% тракторов (1,2 тыс.), 65% зерноуборочных комбайнов (3,4 тыс.) и 31% кормоуборочных комбайнов (200 штук).

На 2019 год Минсельхоз поставил задачу увеличить закупки. По прогнозам органов управления АПК, в этом году аграрии планируют закупить 12,2 тыс. тракторов, 5,4 тыс. зерноуборочных комбайнов, 813 кормоуборочных комбайнов. [3]

В 2018 году российские заводы увеличили продажи сельхоз техники на внутреннем рынке на 25% по сравнению с уровнем 2016-го, до 100,6 млрд руб., сообщила ассоциация «Росспецмаш». В то же время, как уточнил журналу «Агроинвестор» представитель ассоциации, по сравнению с показателем 2017 года объем отгрузок техники в прошлом году вырос лишь на 3%.

В количественном выражении самую значительную динамику показали машины для внесения удобрений, продажи которых за год увеличились на 58%, до 644 ед. Продажи опрыскивателей поднялись на 29%, до 1179 ед., кормоуборочных комбайнов – на 19%, до 532 ед., полноприводных сельскохозяйственных тракторов – на 18%, до 2276 ед., косилок – на 12%, до 2649 ед., пресс-подборщиков – на 10%, до 1230 ед., борон – на 6,3%, до 4048 ед.

В то же время по объему экспорта прошлый год стал рекордным для отечественных производителей сельхозтехники. Заводы нарастили поставки на внешний рынок на 40%, до 11 млрд руб. Благодаря высокой конкурентоспособности российской техники удалось в разы увеличить отгрузки в страны, где очень хорошо развито собственное сельхозмашиностроение, например, в Германию и Польшу.

С 2013 по 2016 год выпуск сельхозмашин в России в денежном выражении вырос с 35,5 до 88,6 млрд руб., доля российской техники на внутреннем рынке за этот период увеличилась с 24 до 54%. В соответствии со Стратегией развития сельхозмашиностроения, утвержденной правительством РФ, к 2021 году доля техники российского производства на внутреннем рынке должна увеличиться до 80%, к 2030-му выпуск сельхозтехники должен вырасти в три раза, а экспорт – более чем в 12 раз и составить не менее 100 млрд руб. [4]

Премьер-министр РФ Дмитрий Медведев подписал постановление о внесении изменений в правила предоставления субсидий производителям сельхозтехники. Оно усовершенствует правила предоставления таких субсидий на этот год. «Лимит объема субсидий корректируется в зависимости от численности персонала», - сообщил глава кабинета министров на совещании, посвященном развитию отечественного сельхозмашиностроения, в Краснодаре.

Как уточняется на сайте правительства, для производителей техники с численностью персонала 75-500 человек суммарный объем субсидий увеличен с 5 до 15% (в процентах от общего объема субсидий на финансовый год), а для производителей с персоналом 500-1000 человек – с 12,5 до 20%. Кроме того, установлена возможность субсидирования сельхозтехники для производства и послеуборочной обработки льна. «Корректировка правил позволит стабилизировать объемы производства сельскохозяйственной техники, будет способствовать дополнительной нагрузке производственных мощностей предприятий, сохранению рабочих мест, в том числе в смежных отраслях», - отмечается в сообщении.

Напомним, правила предоставления субсидий были утверждены в 2012 году постановлением Правительства РФ №1432. В соответствии с ним аграрии могут приобретать сельхозтехнику отечественного производства со скидкой 15-20%, при этом с 15 августа по 15 декабря 2018 года субсидирование скидок было увеличено до 25-30%. Производители продают свою технику аграриям по более низкой цене, со скидкой. Недополученные расходы компенсируются за счет бюджетных денег. В прошлом году на эти цели из федерального бюджета было выделено 10 млрд руб., в результате по программе субсидирования было реализовано свыше 17,5 тыс. единиц сельхозтехники. [5]

На 2019 год на программу-1432 предусмотрено 8 млрд руб., однако, как заявил глава кабинета министров, есть возможность выйти за рамки этой суммы. «Правительство готово будет рассмотреть вопрос увеличения финансирования по таким программам субсидирования. Нужно посмотреть на реальные темпы выпуска, на потребности, которые формируют сами потребители, на региональные заявки. Тем не менее мы готовы будем это сделать», - сказал Медведев.

Кроме скидок правительство субсидирует льготные кредиты на покупку российской сельхозтехники: программа льготного кредитования стартовала в июне 2018 года. По словам Медведева, этой возможностью в прошлом году воспользовались около 100 компаний, закупив сельхозтехнику на сумму более 2 млрд руб. «Мы будем предоставлять субсидии на эти цели и дальше, увеличивая возможности финансирования, насколько получится», - пообещал глава правительства.

Медведев сообщил о других мерах поддержки отрасли. В прошлом году мы 19 организациям компенсировали часть затрат, связанных с выпуском и поддержкой гарантийных обязательств по производимой сельхозтехнике. На это было направлено 9 млрд руб., деньги заложены в бюджет текущего года и на два последующих года. В общей сложности до конца 2021 года это почти 38 млрд руб.

Также Председатель Правительства РФ поручил Минсельхозу, Минпромторгу и Минэкономразвития проработать вопрос о возможности предоставлять малому и среднему бизнесу сельхозтехнику в краткосрочную аренду, в частности на период уборочной кампании. [6]

Выводы.

В настоящее время в Российской Федерации создается платформа для перехода на новые принципы цифровой экономики в АПК.

Российский сельхозмаш начал внедрять в производство самые свежие разработки в сфере роботизации и цифровых технологий, которые могут кардинально изменить состояние парка сельскохозяйственных машин в АПК.

Многие сельхоз машины уже оснащены дистанционной телеметрией, позволяющей минимизировать простои и потери времени на сервисные операции. Ведется работа по созданию и

расширению линейки автономных сельскохозяйственных машин и другие инновации в сфере модернизации сельскохозяйственной техники.

Важно, что всё новое в производстве сельскохозяйственной техники и оборудования получает государственную финансовую поддержку, а этот фактор является гарантией реального обеспечения сельского хозяйства новой сельскохозяйственной техникой по её объемам и качеству.

Список литературы

1. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения в России на период до 2030 года. (Электронный сайт Правительства РФ)
2. Распоряжение Правительства РФ №1455-р от 7 июля 2017 г.
3. Подготовлено ФГБУ «Центр Агроаналитики» по материалам www.tass.ru
4. Подготовлено ФГБУ «Центр Агроаналитики» по материалам www.agroinvestor.ru
5. Подготовлено ФГБУ «Центр Агроаналитики» по материалам www.mcx.ru и www.ria.ru
6. Подготовлено ФГБУ «Центр Агроаналитики» по материалам www.tass.ru и www.rg.ru

Bibliography

1. The strategy for the development of agricultural engineering in Russia for the period up to 2030. (Electronic website of the Government of the Russian Federation)
2. Order of the Government of the Russian Federation No. 1455-p dated July 7, 2017
3. Prepared by FGBU "Center of Agroanalytics" on materials www.tass.ru
4. Prepared by FGBU "Center of Agroanalysts" on materials www.agroinvestor.ru
5. Prepared by FGBU "Center for Agroanalytics" on materials www.mcx.ru and www.ria.ru
6. Prepared by the Federal State Budgetary Institution "Center of Agroanalytics" based on materials of www.tass.ru and www.rg.ru

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ, СТРУКТУРНЫЕ
ЕДИНИЦЫ ИХ СТРУКТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ И СВОЙСТВА**

Панков Юрий Владимирович, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: PankovV@yandex.ru)

Минухин Леонид Аронович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии аграрного производства ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-10)

Рецензент: **В.А.Тимкин**, кандидат технических наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 912 240 70 50; , E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

Ключевые слова: биотехнологические массы, высокомолекулярная, структура, блочная, цепочная, пузыри, фаза, твердая, объем, свободный, свойства, пластичность, эластичность, разрыхление.

Аннотация:

Высокомолекулярный материал биотехнологической среды определяет физико-химические и механические свойства изделия. Структура материала изделия определяется твердой фазой, свободным объемом и исключенным объемом. Исключенный объем отвечает за набухание материала. Между объемом фаз существует определенное соотношение. Соотношение этих объемов определяет структуру материала и его физико-механические свойства. Структурные композиции изделия создаются рецептурой и технологией. Объективно учитывается существование в природе трех структурных композиций: блочной, цепочной и в форме пузыря. Каждая структура обладает своим реологическим свойством, которое создается технологическим процессом. Реологическое свойство определяет отклик материала на механическое воздействие.

BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF FOOD WEDNESDAY, STRUCTURAL UNITS OF THE COMPOSITION AND THEIR STRUCTURAL PROPERTIES

Y.V. Pankov, candidate of chemistry sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: PankovV@yandex.ru)

L.A. Minukhin, doctor of technical sciences, professor, professor of food engineering of agrarian production, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 (343) 221-41-10)

Reviewer **V. A. Timkin**, candidate of technical sciences, associate professor, professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 912 240 70 50; E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

Keywords: biotechnological weight, high molecular weight, structure, block, chained, bubbles, phase solid, the volume of free properties, ductility, elasticity, loosening.

Annotation:

The high material biotech environment determines the physical, chemical and mechanical properties of the product. The structure of the material is determined by a solid phase products, free volume and excluded volume. The excluded volume is responsible for the swelling of the material. Between phases volume there is a certain relationship. It determines the ratio of the volume of its material structure and physico-mechanical properties. The structural composition of product formulations and technologies are created. Objectively considered to exist in the nature of three structural compositions: block, chained and form a bubble. Each structure has its rheological properties, which process is created. The rheological property determines the response of the material to a mechanical action.

Технология переработки пищевых масс и технологии производства готовых продуктов питания должны учитывать образование и разрушение структурных композиций создающихся контактами между частицами веществ находящихся в соприкосновении при их движении в объеме технологического пространства. Каждый раз структурная композиция биотехнологической среды меняется при изменении рецептурного состава применяемых веществ. При этом меняются химические, физические и механические контакты и связи между дисперсными частицами.

Как устроена биотехнологическая среда? Воспользуемся классификационными признаками дисперсных систем и составим общую модель структурной композиции. Различают три варианта

реологических систем: первая система – твердое тело + газ; вторая система – твердое тело + жидкость; третья система – твердое тело + жидкость + газ, [1].

На рисунке (1а) моделируется деление пространства системы двумя фигурами. Одна фигура круг (шар) вторая фигура ромб (ромбовидное тело – свободный объем) между кружками (шарами). Эксперимент показывает, что емкость заполненная шарами и водой, имеет 1/3 объема воды и 2/3 объема шаров.

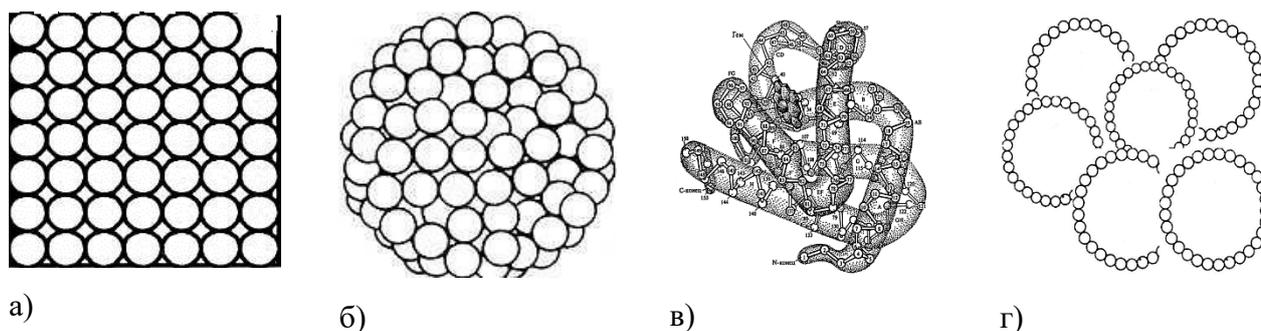


Рисунок 1 - Структурные композиции биотехнологических масс. а – модель заполнения объема дисперсными частицами; б – модель блочной структуры; в – модель цепочной структуры; г – модель структуры пузырей (полимерных оболочек).

Итак, мы имеем системы различных композиций из структурных единиц высокомолекулярного состава создаваемых из условия деления объема биотехнологической среды на свободный объем (1/3) и объем твердой фазы (2/3). Применяя инверсию можно создавать композицию наоборот 1/3 – твердой фазы и 2/3 свободного объема. Свободный объем заполняется низкомолекулярным веществом (газ, жидкость), а твердая фаза заполняет материал рецептурного состава веществ. Для продуктов питания твердая фаза создается из высокомолекулярного материала (полимера). Наличие рецептурных структурообразующих веществ материалов дисперсной системы придает ей своеобразные механические свойства (пластичность, вязкость, упругость),

Структурообразование в дисперсных системах, самопроизвольное соединение частиц дисперсной фазы и их агрегатов в пространственные структуры, срабатывает закон самоорганизации. В основе классификации структурированных дисперсных систем, разработанных представлений П.А. Ребиндером о структурах, лежит тип связей – контактов, возникающих между дисперсными частицами. Спонтанное образование пространственных коагуляционных структур – важнейшее свойство распространенных в природе и технологиях многообразных концентрированных дисперсных систем.

Например, молекулы аминокислот способны к полимеризации. Молекулы способные образовывать ковалентные связи содержат две разные химические группы. Это аминогруппа (-

NH) и карбоксильная группа (-COOH). При взаимодействии NH и COOH – групп образуется пептидная (амидная) связь, в соответствии с рисунком (рис.2).

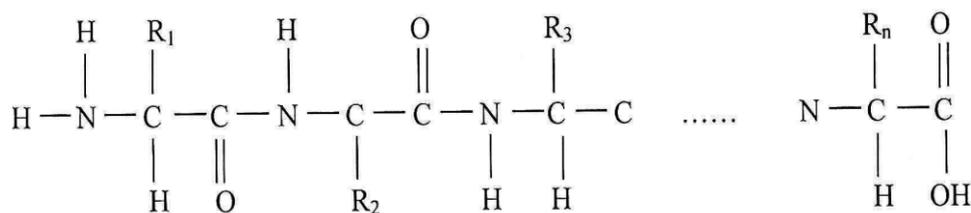


Рисунок 2 - Пептидная цепь белковых аминокислот

Коагуляционные структуры образуются частицами твердой фазы при наличии жидкой дисперсной среды и характеризуются сравнительно слабыми по силе взаимодействиями контактов между частицами. Прочность этих контактов определяется ван-дер-ваальсовыми силами сцепления по лиофобным участкам макромозаичной поверхности частиц через тончайшие прослойки дисперсной среды [1]. Технологические приемы и рецептура дисперсной системы позволяют создавать свойства биотехнологической среды и структурное строение материала изделия. Структурное строение высокомолекулярного вещества и материала реализуется через структурные единицы (элементы): агрегируемое (блочное) объединение дисперсных частиц, цепное объединение и оболочки (пленки) пузырей.

Пластичные свойства. Технологический прием добавления масла в тесто позволяет создавать пластичный материал, что является элементарным шагом управления механическими свойствами. Управление механическими свойствами коагуляционных структурированных дисперсных систем основано на представлении П.А. Ребиндера о фазовых контактах между твердыми дисперсными частицами и жидкой дисперсионной средой по двум основным причинам: молекулярным сцеплением частиц дисперсной фазы друг с другом в местах наименьшей толщины прослоек дисперсионной среды между ними;

наличием тончайшей пленки в местах контакта между частицами. П.А. Ребиндером было показано, что в коагуляционных структурах оболочки жидкой дисперсионной среды при сближении частиц полностью не вытесняются, а принимают минимальную толщину, близкую к бимолекулярному слою.

Так формируется блочная структура (рис.1б) агрегируемых частиц дисперсных систем. Именно в связи с наличием тончайших устойчивых прослоек жидкой среды в участках сцепления, препятствующих дальнейшему сближению частиц, коагуляционные структуры имеют большую пластичность, но пониженную прочность по сравнению с контактами жестких частиц или цепочных структур.

Эластично-упругие свойства биотехнологической среды. Динамическое поведение молекул тесно связано с их пространственной химической структурой. На рисунке (1в) цепная структура

высокомолекулярного вещества. Мономерные звенья связаны в цепь. Это означает, что они не в состоянии двигаться независимо друг от друга. На языке физики это означает, что полимерные системы бедны энтропией. Полимерные цепи в основном гибкие. Длины полипептидных цепей молекул белков находятся в диапазоне от нескольких десятков до многих тысяч звеньев N . Переход из одной конформации в другую осуществляется за счет поворотов вокруг одинарных химических связей с преодолением потенциальных барьеров. Отличительным свойством некоторых пищевых белков является низкий уровень полярности функциональных групп. Молекулы воды, окружая частицы белков отталкиваются, а молекулы белков, наоборот, агрегируются с образованием комплексов с присущими им реологическими свойствами (вязкость, эластичность, упругость, пористость-непористость). Наиболее выраженным комплексом таких свойств обладают белки пшеничной клейковины, обуславливающие текстуру хлеба и создающие непрерывную фазу в изделиях с наполнителями (зерно, изюм и т.д.) За свойство упругости и эластичности несет глютелиновая фракция белков.

Состояние высокомолекулярной системы сильно влияет на механические, химические, термические свойства и проницаемость при массообменных процессах. Свободный объем содержит дисперсионную среду. Физико-химическое состояние среды и физико-механическое состояние полимерных цепей влияет на модуль упругости полимерной системы.

Часть объема клубка, занимаемая мономерными звеньями, очень мала. Внутри клубка очень много «дырок». По определению в идеальной полимерной цепи учитываются только взаимодействия между соседними по цепи звеньями. Взаимодействиями мономерных звеньев, расположенных по цепи далеко друг для друга, пренебрегают. Конформации идеальной цепи, далеки от вытянутой линейной конформации. Цепи клубков находятся в запутанной конформации – это общее свойство идеальной полимерной цепи независимо от модели.

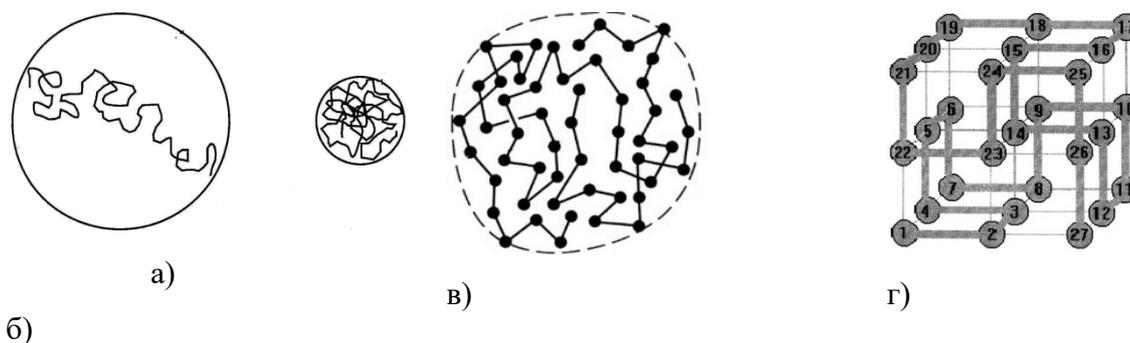


Рисунок 3 - Схемы моделирующие гибкие цепочные связи. При хорошем растворителе клубок набухает (а). при плохом растворителе клубок сжимается (б), происходит переход клубок-глобула. На рисунке изображены модели полимерных клубков: линейного (а), сферического (в) и кубического (г).

Полимерные сетки состоят из длинных полимерных цепей сшитых друг с другом и образующих молекулярный каркас. Все гибкие полимерные сетки проявляют свойство высокоэластичности т.е. способность претерпевать большие обратимые деформации при относительно небольших прилагаемых напряжениях [2].

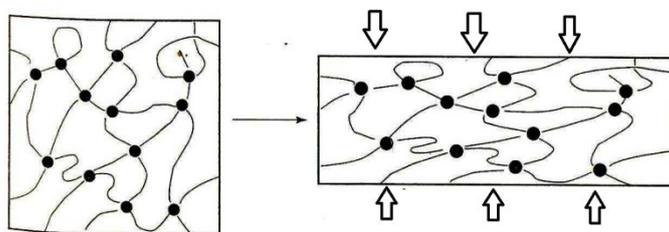


Рисунок 4 - На рисунке гибкие полимерные сетки проявляют свойства эластичности, при небольшом усилии большая деформация.

Для идеальных полимерных цепей следует учитывать объемные взаимодействия (взаимодействия не соседних по цепи мономерных звеньев). Проблему описания конформаций полимера можно решить теоретически только используя упрощенные модели полимерной цепи. В этих моделях случайные блуждания цепь не имеет права дважды попасть в одно и тоже место (так называемое условие исключенного объема). Исключенный объем, - это пространство, в пределах которого данная макромолекула не допускает присутствия других молекул. Дело в том, что удаленные друг от друга по цепи атомы, будучи сближенными в полимерном клубке, отталкиваются друг от друга. Отталкивание можно трактовать как наличие у атомов собственного объема и запрет их взаимопроникновения. В хороших растворителях исключенный объем возрастает, а в плохих – убывает.

Изменение плотности материала. Структурный элемент характерной оболочки пузырчатого строения активно изменяет объем изделия. При этом внутри материала изделия появляются поры с открытыми свободными поверхностями.

На рисунке (1г) оболочки пузырей пены и свободного объема материала. Для образования оболочки пузыря требуется высокомолекулярное вещество. Внутри этого свободного объема оболочки нет твердой фазы полимера, пузырь заполнен низкомолекулярным веществом газа или паров жидкости. Наличие пузырчатого структурного элемента показывает, что материал находится в слабо напряженном состоянии.

Применяя технологические приемы и создавая условия для структурных композиций биотехнологической среды можно получать материалы полуфабрикатов высокой готовности с нужными свойствами.

Список литературы

1. Н.Б. Урьев, М.А. Талейсник Физико-химическая механика и интенсификация образования пищевых масс М. Пищевая промышленность, 1976 г. 240 с.
2. А.Р. Хохлов, С.И. Кучанов. Лекции по физической химии полимеров – М., Мир 2000 г. 190 с.
3. Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. Биохимия зерна и хлебопродуктов (3-у переработанное и дополненное издание) – СПб: ГИОРД. 2005 – 512 с.
4. М. Дой, С. Эдварс, Динамическая теория полимеров. Пер. с англ. – М.: Мир, 1998. – 440 с. ил.
5. Кольман Я., Рём К.-Г., Наглядная биохимия: Пер. с нем. – М.: Мир. 2000. – 469 с., ил.
6. Г.М. Медведев, Технология макаронного производства, - М.: Колос, 2000. -272 с.: ил.
7. И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюдин, Общая технология мяса и мясопродуктов, - М.: Колос, 2000. – 367 с.: ил.
8. Н.Н. Липатов, Процессы и аппараты пищевых производств Учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец 1011 «Технология и организация обществ. питания». – М.: Экономика, 1987. – 272 с.

Bibliography

1. N.B. Uriev, MA Taleysnik Physicochemical mechanics and inten--Katsiya food education of the masses M. Food Industry, 1976 240 p.
2. A.R. Khokhlov SI Kuchanov. Lectures in Physical Chemistry of Polymers - M, World in 2000 190.
3. E.D. Kazakov, GP Karpilenko. Biochemistry of grain and grain products (3-in revised and expanded edition) - St. Petersburg: GIORD. 2005 - 512 p.
4. M. Doi, S. Edwards, Dynamical Theory of polymers. Trans. from English. - M .: Mir, 1998. - 440 p. yl.
5. J. Coleman, Rem K.-G., Transparent Biochemistry Hardcover. with it. - M .: Mir. 2000 - 469, il..
6. G.M. Medvedev, macaroni production technology, - M .: Kolos, 2000. -272 p .: silt.
7. I.A. Rogov, AG Zabashta, GP Kazyudin, total meat and meat products technology, - M .: Kolos, 2000. - 367 p .: silt.
8. N.N. Lipatov, Processes and devices of food proizvodstv6 Proc. For stud. Universities, teaching. In 1011 the special "Technology and organization of societies. Power. " - M .: Economics, 1987. - 272 p.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗОВ ПОЛЕЙ

Байвердиев Анар Азад-Оглы студент направления – 35.03.06 агроинженерия, - профиль Технические системы в агробизнесе. Кафедра – транспортно-технологических машин и сервиса. ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620200 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Билимбаевская 7. Уральский аграрный государственный университет, тел. 8-932-617-68-46, E-mail: territi66@mail.ru)

Садов Артем Александрович, аспирант кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Гладков Андрей Владимирович, ассистент кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 9 -906-809-9255, E-mail: gladkov@yandex.ru)

Рецензент: **Юсупов М.Л.** – декан факультета транспортно-технологических машин и сервиса кандидат экономических наук, доцент. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. ФГБОУ ВО Уральский ГАУ. (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта д.42, тел. 8 (343) 221-41-02 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Ключевые слова: Беспилотный летательный аппарат, ГИС-технологии, сельское хозяйство, система точного земледелия, анализ почвы.

Аннотация: Благодаря обзору научной литературы показано, что современный уровень технического развития и доступность позволяют рассматривать беспилотные летательные аппараты в качестве надежного средства оперативного мониторинга почв и посевов отдельных полей, а также больших хозяйств. Возможности использования изображения, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов позволяют выстраивать слои ГИС, в результате чего, удаётся выстроить данные о почве и растительности. Работает система в режимах полного или локального мониторинга, при которых БПЛА в соответствии с программой облетает обследуемую территорию. По заданной программе производится контроль параметров среды и забор проб путем зависания, приземления с доставкой их на пункт управления для более точного анализа квалифицированными специалистами. Беспилотный летательный аппарат является универсальным и очень эффективным средством для получения данных растительности, почвы, а также с труднодоступных мест поля [1, 2, 3, 4].

POSSIBILITY OF USE OF UNCLEARED AIRCRAFT IN AGRICULTURE FOR CARRYING OUT ANALYSIS OF FIELDS

A.A. Bayverdiyev, student direction – 35.03.06. agroengineering, - profile Technical systems in agribusiness. Department - transport technology machines and service. Ural State Agrarian University.

(620200 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Bilimbaevskaya str. 7. Ural State Agrarian University, tel. 8-932-617-68-46, E-mail: territi66@mail.ru)

A.A. Sadvov, graduate student of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: artemsadvov@yandex.ru)

A.V. Gladkov, Assistant, of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. 9 -906-809-9255, E-mail: gladkov@yandex.ru)

Reviewer: Yusupov M.L. - Dean of the Faculty of Transport and Technological Machines and Service, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor. Honorary Worker of Higher Professional Education of Russia. Ural State Agrarian University. (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht str. 42, tel. 8 (343) 221-41-02, E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Keywords: Unmanned aerial vehicle, GIS technology, agriculture, precision farming system, soil analysis.

Annotation: Thanks to a review of the scientific literature, it has been shown that the current level of technical development and accessibility make it possible to consider unmanned aerial vehicles as a reliable means of operational monitoring of the soil and crops of individual fields, as well as large farms. The possibilities of using images obtained with the help of unmanned aerial vehicles make it possible to build layers of GIS, as a result of which it is possible to build data on soil and vegetation. The system operates in full or local monitoring modes, in which the UAV flies around the surveyed area in accordance with the program. For a given program, the environment parameters are monitored and samples are taken by freezing, landing, and being delivered to the control center for more accurate analysis by qualified specialists. Unmanned aerial vehicle is a versatile and very effective means for obtaining data of vegetation, soil, as well as from hard-to-reach places of the field.

Основная часть

На территории РФ в последнее время очень сильно развивается система точного земледелия, так как она позволяет значительно повысить урожайность, снизить трудоемкость и негативное влияние на почву. Данная технология подразумевает, что техника передвигается с высочайшей точностью по полю, и в зависимости от участка изменяется количество вносимых удобрений. Реализуется эта технология с помощью геоинформационных слоев (ГИС) (см. рис.1). Для этого необходимы приборы точного позиционирования на местности (GPS - приёмники). Также нужны различные системы технические системы, позволяющие выявить неоднородность поля [1, 3]. Данная технология уменьшает трудозатраты сельскохозяйственных рабочих.

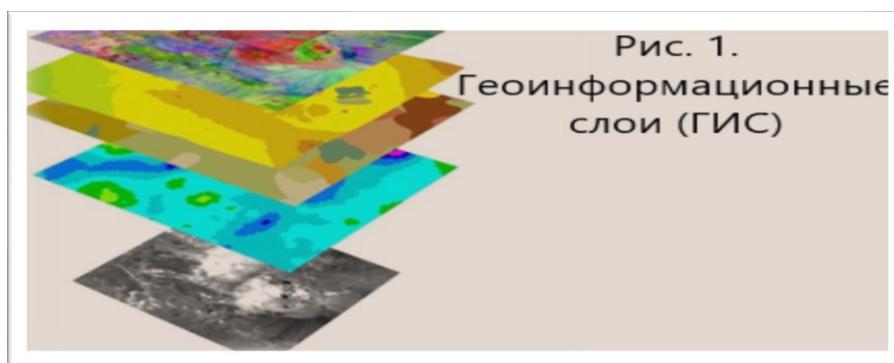


Рисунок 1 - Геоинформационные слои (ГИС)

На данный момент в точном земледелии широко используются беспилотные летательные аппараты. Это связано с существенной дешевизной и техническим усовершенствованием техники. Одним из перспективных направлений использования данных БПЛА является построение цифровых моделей рельефа, которые необходимы для оценки пригодности земель, планирования их использования и моделирования процессов изменения почв и их функций. Другим важным и наиболее очевидным направлением использования данных БПЛА является мониторинг состояния посевов. Высокое пространственное разрешение данных и возможность съемки в заданное время позволяют оценивать состояние посевов (засоренность, разреженность, повреждение вредителями и болезнями, состояние после перезимовки и т.п.) [2, 4]. Так же, благодаря данным, которые мы получаем с беспилотного летательного аппарата, возможно оценить состояние поля на такие аспекты как: вредители, недостаток либо избыток микро- и макроэлементов. И следуя этим данным, мы можем оказать достаточное внимание полям.

Хотелось бы отметить, что время не стоит на месте и всё чаще вводятся новые элементы, позволяющие отслеживать состояние почвы; специализирующие мультиспектральные камеры (см.

рис.2), которые снимают не только красивые картинки (видео – съемка), но и доставляют больше данных для научных решений проблем серьёзного характера, связанной с почвой.



Рисунок 2 - Мультиспектральная камера

Перспектива использования данных с БПЛА является мониторинг как отдельных свойств почвы, так и всего поля в целом. Конечно есть спутниковые технологии, но благодаря им мы не сможем получить большое количество данных с поля, которые хотим. Преимуществом БПЛА является получение информации о нужном участке поля в любой момент времени.

Так же хотелось бы рассказать про сам БПЛА, процесс проведения полёта и анализа площади. БПЛА запускают либо через пульт управления, либо удаленно по сети. Взлетает, приземляется, а также летает автоматически по заранее проложенному маршруту. Выполняет съемку полёта, либо какие-то действия: например, опрыскивать поле (см. рис.3); отпугивать животных специальным сигналом. Выполнив тот или иной маршрут, он приземляется в начальную точку. Благодаря кадастровым картам, запросто можно снять нужный участок поля, провести экспресс анализ и, получив результаты возможно провести какие-либо работы с почвой.

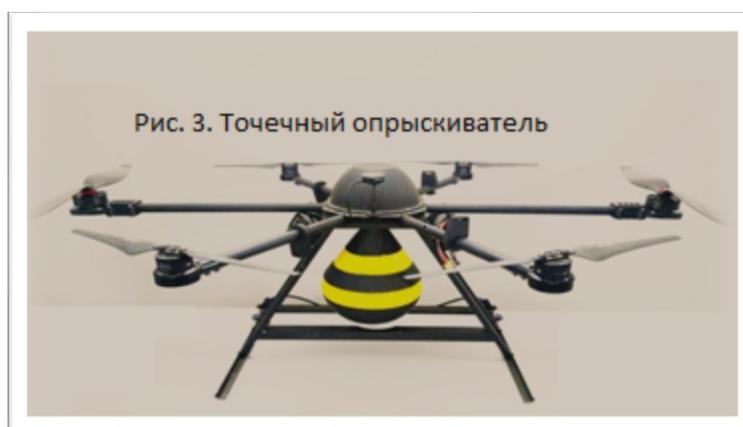


Рисунок 3 - Точечный опрыскиватель

Вывод:

Предполагается, что в ближайшем будущем в сельском хозяйстве, а именно в точном земледелии беспилотные аппараты будут лидерами рынка, т.к. для данной отрасли БПЛА является новым решением различных задач точного земледелия. Благодаря ГИС-технологии, кадастровым картам и т.д. возможно гораздо лучше определить на каких участках требуется больше внимания, и применении каких-либо методов. Конечно же, нужно чтобы фермеры смогли эффективно использовать все расчеты, методы, и пользоваться полученной информацией и применить её. Как и в малых, так и в больших фермерских хозяйствах, благодаря применению беспилотных аппаратов появляется возможность отказаться от проведения анализа почвы специалистами, т.к. на данный момент уже ведутся разработки, чтобы БПЛА проводил не только оцифровку полей, но и анализы почвы, для того чтобы узнать различные её показатели.

Так же возможность точно распределять удобрения на все участки поля как самим БПЛА, так и различной другой техникой, в результате этого снижаются затраты на перерасход удобрений, а при этом уже повысится качество продукции и урожайности. Разумеется, использование БПЛА в сельском хозяйстве уменьшат трудозатраты сельскохозяйственных рабочих. Другими словами, облегчат им жизнь. Ко всем перечисленным достоинствам есть ещё не мало важный аспект – это минимальный вред почве или растительности, т.к. БПЛА летит в воздухе, а не движется по полю, как какая-либо другая тяжелая техника, следовательно, грунт не продавливается.

Библиографический список

1. Бикбулатова Гульнара Гафуровна Технология точного земледелия // ОНВ. 2008. №2 (71). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-tochnogo-zemledeliya> (дата обращения: 19.12.2018).
2. Гафуров Артур Маратович Возможности использования беспилотного летательного аппарата для оценки почвенной и овражной эрозии // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-otsenki-pochvennoy-i-ovrazhnoy-erozii> (дата обращения: 19.12.2018).
3. Вторый В.Ф., Вторый С.В. Перспективы экологического мониторинга сельскохозяйственных объектов с использованием беспилотных летательных аппаратов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. №92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ekologicheskogo-monitoringa-selskohozyaystvennyh-obektov-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 19.12.2018).

4. Савин И.Ю., Вернюк Ю.И., Фараслис И. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга продуктивности почв // Бюл. Почв. ин-та. 2015. №80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatorov-dlya-operativnogo-monitoringa-produktivnosti-pochv> (дата обращения: 19.12.2018).

Bibliographic list

1. Bikbulatova Gulnara Gafurovna Precision Farming Technology // ONV. 2008. № 2 (71). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-tochnogo-zemledeliya> (appeal date: 12/19/2018).
2. Gafurov, Arthur Maratovich. Possibilities of using an unmanned aerial vehicle for assessing soil and gully erosion // Uchen. zap Kazan un-that. Ser. Natures science. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-otsenki-pochvennoy-i-ovrazhnoy-erozii> (appeal date: 12/19/2018).
3. Second V.F., Second S.V. Prospects for environmental monitoring of agricultural facilities using unmanned aerial vehicles // Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products. 2017. №92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ekologicheskogo-monitoringa-selskohozyaystvennyh-obektov-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatorov> (appeal date: 12/19/2018).
4. Savin I.Yu., Vernuk Yu.I., Faraslis I. Possibilities of using unmanned aerial vehicles for operational monitoring of soil productivity // Bul. Soil Inst. 2015. №80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatorov-dlya-operativnogo-monitoringa-produktivnosti-pochv> (appeal date: 12/19/2018).

СНИЖЕНИЕ УПЛОТНЕНИЯ КНС КАРТОФЕЛЯ ЗА СЧЕТ ПОПАРНОГО СБЛИЖЕНИЯ РЯДКОВ ПРИ УХОДЕ ЗА ПОСАДКАМИ

Охотников Борис Лазаревич, доктор технических наук, профессор,, профессор кафедры ТМ и РМ ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 904-382-35-66,
E-mail: ochotnikovbl@lis.ru)

Кузнецов Петр Викторович, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-908-91-32-332,
E-mail: kyzne908@yandex.ru)

Рецензент **Л.А. Новопашин**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Ключевые слова: картофель, технология, клубненесущий слой, формирователь, профиль кнс, рабочие органы, уборка, урожай

Аннотация

Эффективность сельскохозяйственного производства связана в первую очередь с урожайностью культур, которая зависит в большой степени от структурного состоянием почвы. Структура почвы в течение развития растений и формирования урожая изменяется за счет естественного уплотнения и воздействия ходового аппарата машинно-тракторных агрегатов при уходе за посевами (посадками). Особенно это сказывается на пропашных культурах при междурядной обработке и возделывании культур с узкими междурядьями.

Для рыхлых не слеживающихся почв это не является проблемой, но для глинистых и суглинков уплотнение в значительной степени сказывается на урожайности, а для картофеля и на качестве уборки. Уборка в таких условиях связана с повышением сопротивления рабочих органов уборочных агрегатов, засоренностью вороха почвенными комками, залипанием клубней при высокой влажности, затруднениями в получении качественного вороха. Все это приводит к большим затратам ручного труда.

REDUCTION OF THE CONSOLIDATION OF THE CNS OF THE POTATO AT THE EXPENSE OF THE PARALLEL RADIATION OF RADKS WHEN CARING FOR THE LANDING

B.L. Okhotnikov, doctor of technical sciences, professor, professor of the TM and RM department, Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 904-382-35-66;, E-mail: ochotnikovbl@lis.ru)

P.V. Kuznetsov, Senior lecturer of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. 8-908-91-32-332, E-mail: kyzne908@yandex.ru)

Reviewer **L.A. Novopashin**, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Keywords: potato, technology, tuber-bearing layer, shaper, kns profile, working bodies, harvesting, harvest

Annotation:

The efficiency of agricultural production is associated primarily with crop yields, which depends largely on the structural condition of the soil. The structure of the soil during the development of plants and the formation of the crop changes due to the natural compaction and the impact of the undercarriage of machine-tractor units during the care of crops (plantings). This especially affects the tilled crops with inter-row processing and cultivation of crops with narrow aisles.

For loose, non-caking soils, this is not a problem, but for clay and loams, compaction largely affects productivity, and for potatoes, it also affects the quality of harvesting. Cleaning in such conditions is associated with an increase in the resistance of the working bodies of the harvesting units, clogging of the pile with soil lumps, sticking of tubers at high humidity, and difficulties in obtaining a high-quality pile. All this leads to high costs of manual labor.

Для оценки технологий производства сельскохозяйственной продукции и планируемых средств механизации по их реализации в качестве критериев могут использоваться различные показатели.

Анализ методик оценки эффективности применения технологических комплексов (машин) позволяет сделать выводы:

- для оценки исследователями применяется целый ряд критериев;
- набор критериев должен соответствовать задачам, поставленным для реализации цели (тематики) исследований;
- критерии должны обеспечивать объективность оценки и не допускать лишних затрат.

Комплекс машин по возделыванию картофеля в конкретных условиях производства должен формироваться прежде всего путем выбора вариантов «по системе обработки почвы и уходу за посадками» с наложением на него варианта «по профилю клубненесущего слоя» [1,2,3].

Следует учитывать условия возделывания картофеля для обеспечения комбайновой уборки: суглинистость и каменистость почвы, погодные и другие условия (дождливая погода, пониженные места выращивания картофеля и т. д.). На урожай сельскохозяйственных культур может оказывать влияние технология и механизации возделывания. В связи с этим при расчетах экономической эффективности критерии должны учитывать комплексные затраты.

Для возделывания картофеля в условиях средних и тяжелых почв в первую очередь следует использовать затраты труда, т. к. при уборке широко используется ручной труд. Применительно к конкретным условиям целесообразно использовать затраты труда без снижения урожайности и эксплуатационные затраты на единицу работы.

Эксплуатационные затраты на единицу работы

$$C_{\text{э}} = \frac{C_{\text{р}} + C_{\text{р,то,хр}}}{W_{\text{ч}}} + C_{\text{тсм}} + C_{\text{з}} + C_{\text{всп}}, \text{ руб/га} \quad (1)$$

где $C_{\text{р}}$ – затраты на реновацию на один час работы; $C_{\text{р,то,хр}}$ – затраты на ремонт, обслуживание и хранение; $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность МТА; $C_{\text{тсм}}$, $C_{\text{з}}$, $C_{\text{всп}}$ – затраты на ТСМ, оплату труда и вспомогательные материалы.

Затраты труда на единицу работы

$$H = t_{\text{см}} \cdot n / W_{\text{см}}, \text{ чел-ч/га}, \quad (2)$$

где $t_{\text{см}}$ – время смены в часах; n – количество исполнителей работы на агрегате; $W_{\text{см}}$ – сменная производительность в гектарах.

Для обеспечения индустриальной технологии производства требуется создать и сохранить структуру почвы, обеспечивающую комбайновую уборку. При этом целесообразно выполнить качественное рыхление до посадки и исключить уплотнение клубненесущего слоя ходовым аппаратом агрегатов при обработках посадок. Первое условие может обеспечить фрезерование

почвы, второе – исключение уплотнения КНС ходовым аппаратом агрегатов при уходе за посадками.

В связи с тем, что на Среднем Урале почвы представлены во многом суглинками и глинистыми объем трудозатрат в большей степени связан с уборкой картофеля.

Посадка выполняется существующими сажалками в основном с шириной междурядий 70 см. При этом применение комбайнов ограничено за счет уплотненной почвы в области краев гребней, по междурядьям которых проходят колеса трактора и СХМ при обработке посадок.

Проведены опыты по уширению междурядий (сближение гребней попарное) для исключения уплотнения КНС при возделывании картофеля на гребнях после посадки с междурядьями 70 см. Первую обработку гряд можно выполнить культиватором КОР-4,2-02 или КОН-2,8, оборудованных рабочими органами для уширения междурядий для прохода колес агрегата.

Результаты формирования приведены на рисунке 1.

В результате попарного сближения рядков при исходном расстоянии между рядками клубней 70 см, среднее расстояние между сближенными рядками составило 64 см (глубина раскладки 13 см), 55 см (глубина 10 см) и 44 см (глубина 7 см.).

Среднее расстояние между клубнями в рядке изменилось с 17,9 (глубина посадки 10 см) до 17,5 см (глубина посадки 13 см) при коэффициенте вариации 0,24. Средняя глубина положения клубней составила 6 см при глубине раскладки 7 см (коэффициент вариации 0,32).

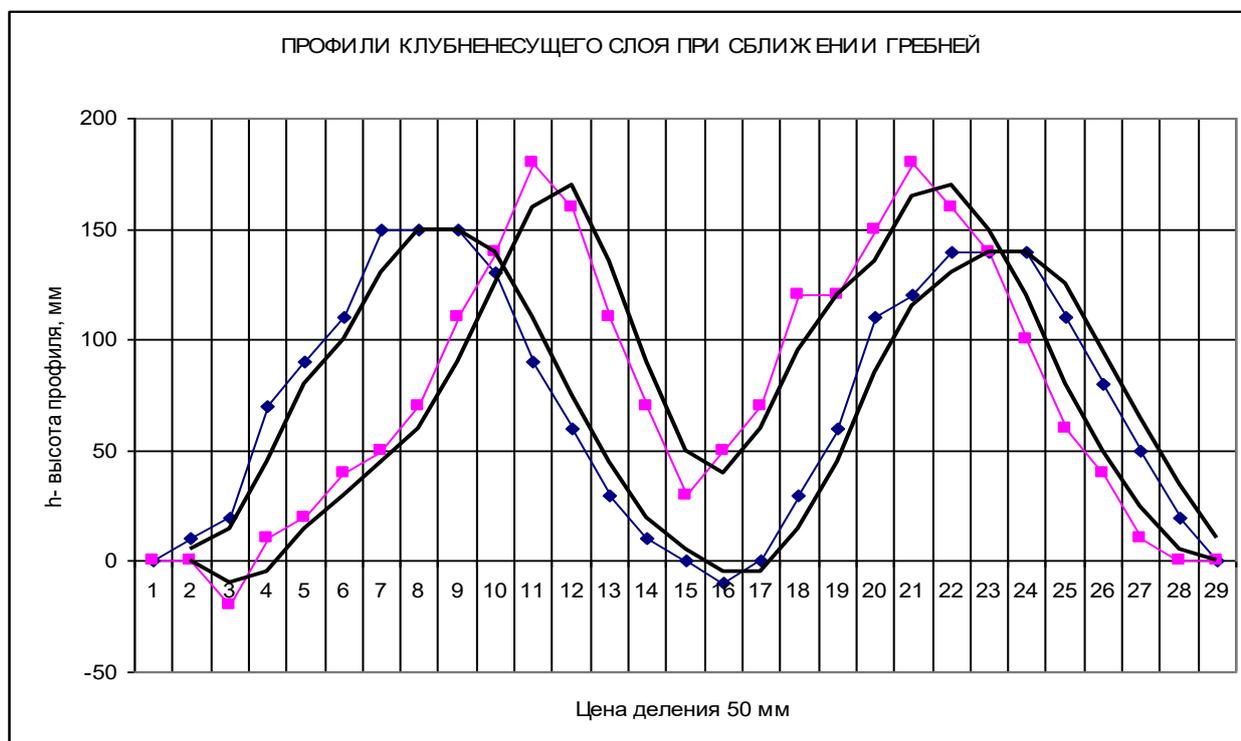


Рисунок 1 - Результаты формирования профиля гребневого КНС с расширением междурядий для ходового аппарата МТА (попарное сближение)

Борьба с сорняками и болезнями должна проводиться по мере необходимости (по срокам, количеству обработок и применяемым препаратам). Для обеспечения такой технологии целесообразно использовать тракторы классов 1,4 ... 2,0.

Перечень операций при этом выглядит следующим образом:

- обработка перед посадкой на глубину пахотного слоя – (преимущественно фрезерование);
- нарезка гребней;
- посадка картофеля;
- обработка посадок с расширением междурядий для прохода колес;
- необходимые обработки по уходу за посадками;
- подготовка к уборке и уборка.

Урожайность при этом зависит от технологической дисциплины выполнения указанных операций, сорта картофеля, норм внесения органических и минеральных удобрений, влажности почвы в период вегетации.

Проведенный анализ оценки эффективности применения машин по формированию КНС позволяет сделать следующие выводы:

- для оценки производства работ имеет место ряд критериев;
- виды и набор критериев должны соответствовать задачам, поставленным для реализации цели (тематики) исследований с учетом условий производства;
- критерии и их число должны обеспечивать объективность оценки и не приводить к излишним затратам при их применении;
- предложенный вариант формирования КНС позволяет обеспечить комбайновую уборку картофеля и тем самым снизить затраты ручного труда и себестоимость работ.

Результаты исследований определили приоритетность работ по совершенствованию средств производства для возделывания и уборки картофеля в зональных условиях.

Список литературы

1. Елизаров В.П., Бейлис В.М. Проблемы создания инновационной системы технологий и машин для растениеводства. Ж. «Тракторы и СХМ», №10,, 2014. (46-50)
2. Коцарь Ю.А., Плужников С.В., Мавзовин В.С., Харитонов А.Ю., Кадухин А.И. Анализ эксплуатационных факторов, определяющих топливно-экономическую эффективность машинно-тракторного агрегата. Ж. «Тракторы и СХМ», №9,, 2015. (46-49)
3. Лысенко Ю. Н., Лысенко Н. Ю., Баршикова Е. Г. Передовую технологию – населению. Ж. Картофель и овощи №6, 2015 г.
4. Охотников Б.Л. Обоснование модернизации базовых технологий и средств механизации производства растениеводческой продукции (на примере возделывания картофеля). // Вестник ЧГАУ. Том 42. – 2004. – С. 100-103.

5.Охотников Б.Л., Андреев В.А. Определение основных параметров агрегата для обработки посадок картофеля и формированию клубненесущего слоя // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. №8. – С. 8-9.

Bibliography

1. Elizarov V.P., Beilis V.M. Problems of creating an innovative system of technologies and machines for crop production. J. “Tractors and Agricultural Machinery”, No. 10 ,, 2014. (46-50)
2. Kotsar Yu.A., Pluzhnikov S.V., Mavzovin V.S., Kharitonov A.Yu., Kadukhin A.I. Analysis of operational factors that determine the fuel and economic efficiency of the machine-tractor unit. J. “Tractors and Agricultural Machinery”, No. 9 ,, 2015. (46-49)
3. Lysenko, Yu. N., Lysenko, N. Yu., Barshikova, E. G. Advanced technology for the population. G. Potatoes and vegetables №6, 2015
4. B.L. The rationale for the modernization of basic technologies and means of mechanization of crop production (for example, the cultivation of potatoes). // Bulletin of ChSAU. Volume 42. - 2004. - p. 100-103.
5. Okhotnikov, B.L., Andreev, V.A. Determination of the main parameters of the unit for processing of planting potatoes and the formation of the tuber-bearing layer // Mechanization and electrification of agriculture. 2006. №8. - p. 8-9.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА С МЕМБРАННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Роман Евгеньевич Лескин, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 904-177-5509, E-mail: roman11-95@mail.ru)

Рецензент: Л. А. Новопашин кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Ключевые слова. Технология, дизельное топливо, ТНВД, мембранный фильтр, мембрана, водонепроницаемая мембрана, топливные фильтры тонкой очистки.

Аннотация.

В нынешнее время нефтеперерабатывающие заводы обеспечивают тщательную очистку топлива. Но в связи с тем что перепродажа, перевозка топлива происходит несколько раз, топливо загрязняется. Вода и примеси могут попадать в топливо при перевозке топлива из – за плохой промывки цистерны от других нефтепродуктов и при заправке цистерны во время осадков. Также вода может попасть в топливо, в виде конденсата в топливных баках и резервуарах, в которых оно храниться. Из-за длинной цепочки передвижения нефтепродукта от завода до потребителя и несоблюдения норм перевозок, потребитель получает топливо не наилучшего качества. Современные системы питания автомобилей и тракторов, не допускают существования в топливе воды и мелких примесей. В связи с этим данной статье рассмотрена проблема обводненного дизельного топлива. Дана оценка влияния обводнённого топлива на топливную аппаратуру и работу двигателя. Приведены данные по содержанию воды в топливе. Рассмотрено насыщенность рынка фильтров позволяющих отделить воду и мелкие частицы от топлива. Рассмотрены плюсы и минусы каждого существующего фильтра, проведено сравнение с предлагаемым нами фильтром с мембранным напылением. Авторами, представлена технология позволяющая отделять воду и мелкие примеси из дизельного топлива, путем установки дополнительного фильтра тонкой очистки в систему питания трактора. Изучен процесс производства керамического основания фильтра и нанесения на него мембранного слоя. Представлена схема фильтрующего элемента и кольца с мембранным напылением. Приложена схема модернизации отчистки топлива. Представлены расчеты и результаты эксперимента по фильтрации топлива через предложенную нами схему питания и фильтрующий элемент с мембранным напылением.

A STUDY OF THE FILTER ELEMENT WITH MEMBRANE COATING

R. E. Leskin, student department - transport technology machines and service. Ural State Agrarian University.
(Sverdlovsk region, 620075, g. Ekaterinburg, Karla Libknekhta, d. 42 phone: +7 904-177-5509, E-mail: roman11-95@mail.ru)

Reviewer: L.A Novopashin candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University
(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33 - 63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Key words. Diesel fuel, injection pump, membrane filter, membrane, waterproof membrane, fuel filters furnace cleaning.

Annotation.

At the present time, the oil refineries provide a thorough cleaning of the fuel. But due to the fact that the resale, transportation of fuel occurs several times, the fuel is polluted. Water and impurities can enter the fuel during transportation of fuel due to poor washing of the tank from other oil products and when refueling the tank during precipitation. Also, water can get into the fuel in the form of condensate in the fuel tanks and tanks in which it is stored. Due to the long chain of movement of oil products from the plant to the consumer and non-compliance with transportation standards, the consumer receives fuel of poor quality. Modern power systems of cars and tractors, do not allow the existence of water and small impurities in the fuel. In this regard, this article deals with the problem of watered diesel fuel. Estimation of flooded fuel in fuel system and engine. The data on the water content in the fuel are presented. The saturation of the market of filters allowing to separate water and small particles from fuel is considered. The pros and cons of each existing filter are considered, and a comparison with the proposed membrane-coated filter is made. The authors present a technology that allows separating water and small impurities from diesel fuel by installing an additional fine filter in the power supply system of the tractor. The process of production of the ceramic base of the filter and applying a membrane layer on it is studied. The scheme of the filter element and the ring with membrane sputtering is presented. The scheme of modernization of cleaning of fuel is applied. Calculations and results of the experiment on fuel filtration through the proposed power supply scheme and filter element with membrane deposition are presented.

Актуальность и постановка задачи. Для обеспечения функционирования любого агропредприятия необходимо авто и тракторно-хозяйство, которое обеспечивает различные работы, связанные с рабочим процессом. От качества топлива в значительной степени зависит эффективная и долговечная работа топливной аппаратуры двигателей автомобилей, тракторов и других сельскохозяйственных машин. Учитывая современные экологические тенденции, за последние годы в сфере производства и применения дизельного топлива в двигателях внутреннего сгорания, очевидно, что одна из наиболее важных задач – это улучшение фильтрации топлива.[3]

Для надежной работы техники большое значение имеет качество топлива. На сельскохозяйственных предприятиях топливо хранится в подземных резервуарах, бочках, автоцистернах. При таком виде хранения из-за разницы температур не исключено попадание воды в виде конденсата в топливо.[1]

Материалы и методы исследования.

Наличие воды отрицательно влияет на испаряемость топлива в камере сгорания, уменьшая температуру и снижая давление паров топлива. Обводненное топливо способствует образованию шламов, что приводит к засорению топливопроводов и фильтров, ухудшая запуск двигателя, затрудняют подачу в него топлива и заклинивают плунжеры ТНВД. Наличие воды резко снижает смазывающие свойства топлива по отношению к прецизионным парам, что повышает их износ. [8] Работа на обводненном топливе может вызвать коррозию топливной аппаратуры, так как если в топливе имеется вода, то содержащиеся в нем активные в коррозионном отношении вещества (кислоты, щелочи, сернистые соединения, перекиси) диссоциируют в водном растворе, образуя электролиты, вызывающие электрохимическую коррозию. При работе на обводненном топливе может уменьшиться прочность фильтрующих перегородок что приводит к их разрушению. [2]

При написании статьи были рассмотрены существующие водоотводящие фильтры, способ производства керамических оснований для фильтра. Предложена схема конструкции фильтра.

Существующие фильтры

- 1)Фильтр-водоотделитель BENZA,[4]
- 2)фильтр-водоотделитель FG-100, [5]
- 3)фильтр-сепаратор FV-5, [6]
- 4)фильтр-сепаратор Separ 2000 [7]

Предназначены для установки на топливопровод и используются для оснащения спецтехники. В первых трех используется бумажный фильтрующий элемент который не может гарантировать 100% отвод воды, требует замены картриджа. У четвертого фильтра сложная конструкция. Стоимость фильтров и их последующее обслуживание значительно дороже представленного нами.

Производство фильтрующего элемента.

В качестве основы фильтра используется пористая керамика. Основные компоненты размещаются до получения формовочной консистенции. И пропускается через пресс для получения нужной формы фильтра.

Спрессованные образцы обжигаются для удаления источников порообразования при температуре 800°C в течение одного часа, затем спекается при температурах 1250-1400°C. Производят выбраковку получившихся образцов с изъянами. Мембранный слой наносится путем погружения керамических образцов. Затем образцы высушивают на воздухе при комнатной температуре в течение 24 часов.[3]

Представлена схема фильтрующего элемента в основе которого пористая керамика и нанесена мембрана пропускающая топлива но задерживающая воду (Рисунок 1).

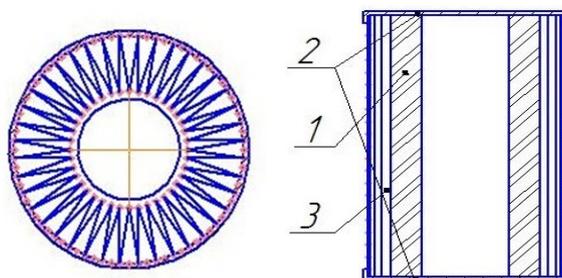


Рисунок 1- Фильтрующий элемент

- 1) Керамическая основа фильтра, 2) Металлические крышки, 3) Мембранный слой.

Конструкция фильтра.

Чтобы предотвратить попадание топлива в сливной стакан. Установлено кольцо с мембранным напылением которое имеет обратное действие. Вода проходит через мембранный слой, а топливо задерживается (Рисунок 2).

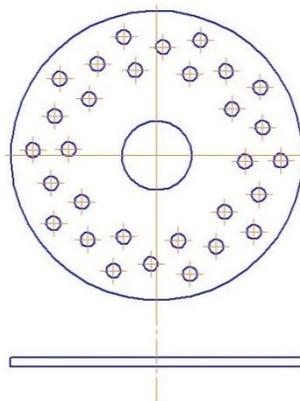


Рисунок 2 -Кольцо с мембранным напылением.

Данная конструкция состоит из алюминиевой крышки с кронштейном, в алюминиевую крышку вкручивается полая трубка (2) на которую насаживается фильтр(1) с мембранным слоем(3,4) с резиновыми уплотнениями, между корпусом и крышкой уплотнительная прокладка. К

корпусу резьбовым соединением закрепляется стакан из конструкционного стекла с резиновым кольцом(5).

Топливо от фильтра тонкой очистки проходит через керамический фильтр с мембранным слоем и по полой трубке отводится в ТНВД, а вода задерживается мембраной и оседает на дне стакана (Рисунок 3).

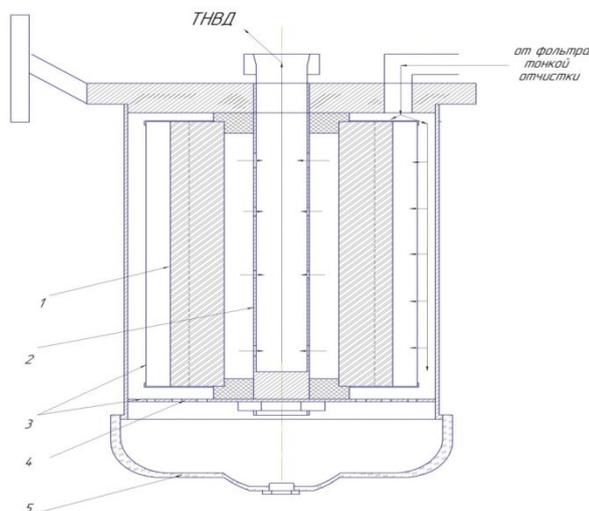


Рисунок 3 – Схема фильтрации

1) Керамический фильтр, 2) Полая трубка, 3) Мембранный слой, 4) Кольцо с мембранным напылением, 5) Стакан для отведенной воды.

Предлагаемое решение проблемы. Чтобы исключить попадание обводненного топлива в двигатель. Мы предлагаем использовать новый водоотводящий фильтр. Изменив систему фильтрации. На примере трактора Беларус 82.1 видно: Обводненное топливо на заправочной станции попадает в бак (1) проходя через фильтр грубой отчистки (2) топливо отчищается от крупных частиц, после пройдя через помпу (3) попадает в фильтр тонкой отчистки (4), после проходит через мембранный фильтр(6) где вода отделяется от топлива, и затем отчищенное топливо попадает в ТНВД (7). (Рис.4)

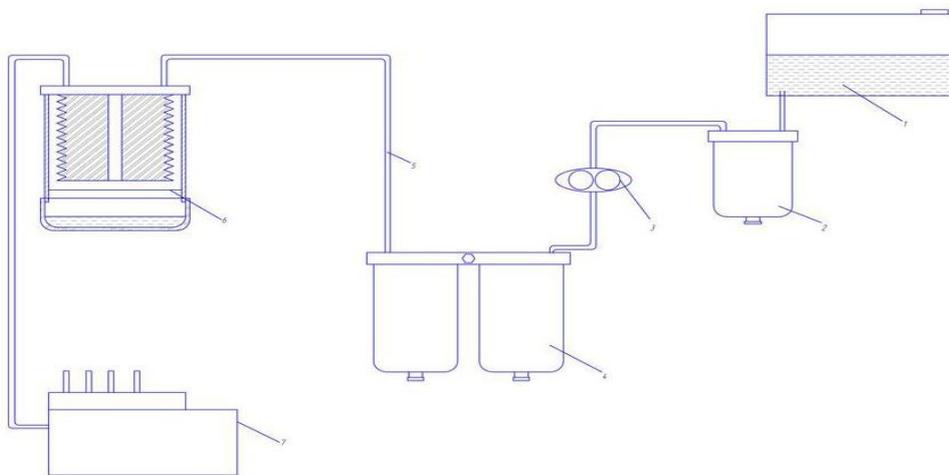


Рисунок 4 - Схема питания дизеля

- 1) Бак. 2) Фильтр грубой очистки. 3) Помпа. 4) Фильтр тонкой очистки. 5) Трубопровод.
- 6) Мембранный фильтр. 7) ТНВД.

Результаты испытания.

1. В процессе испытаний топливо пропускали через мембранный слой, нанесенный на бумагу. Топливо проходило под давлением собственного веса.

Пропустили 10 мл. топлива за 10 мин. 44 сек.

Площадь боковой поверхности воронки.

$$S = \pi r l$$

где r - радиус, мм.;

l - длина поверхности, мм.;

$$S = 3.14 * 3 * 4.5 = 42.4 \text{ см}^2 = 0,00424 \text{ м}^2$$

Пропускная способность.

$$X = \frac{10 * 10^{-3}}{42,4 * 10^{-4} * 0,178} = \frac{10^{-2}}{7,6 * 10^{-4}} = \frac{100}{7,6} = 13 \frac{\text{л}}{\text{м}^2 * \text{ч}}$$

Пропускная способность мембранного слоя составила $13 \frac{\text{л}}{\text{м}^2 * \text{ч}}$

2. Испытания проводились в Учебно-опытном хозяйстве Уральский ГАУ на топливной аппаратуре трактора Беларус 82.1 оснащенным двигателем Д – 243.

Пропускная способность мембранного слоя составила $45 \frac{\text{л}}{\text{м}^2 * \text{ч}}$

3. В результате исследований воды в дизельном топливе не обнаружено.

Вывод. Подводя итоги, можно сказать, что основными недостатками нашего дизтоплива являются, большая массовая доля серы и присутствие воды.[8] Загрязнения в дизельном топливе влияют на работу топливной аппаратуры и двигателя тем самым снижая ее надежность и ресурс работы. Частицы загрязненного топлива попадая в цилиндры двигателя, становятся причиной износа деталей цилиндропоршневой группы аппаратуры двигателей. Использование дополнительного мембранного фильтра позволит продлить работоспособность топливной аппаратуры, тем самым позволит сэкономить на ремонте техники. Результаты испытаний показали что для обеспечения бесперебойной подачи топлива в камеру сгорания в конструкции предусматриваем 2 фильтрующих элемента.

Литература.

1. Тимкин В.А., Лазарев В.А. Применение отечественных керамических мембран // Молочная река. 2015. № 2 (58). С. 57.
2. Григоров А. Б., Мордупенко А. А., Шевченко К. В. Адсорбционная очистка дизельных топлив от серосодержащих соединений // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2014. №1 (119). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adsorbtsionnaya-ochistka-dizelnyh-topliv-ot-serosoderzhaschih-soedineniy> (дата обращения: 28.02.2019).
3. BENZA [Электронный ресурс] – URL: <http://99-t.ru/filtr-vodootdelitel-benza> (дата обращения: 25.02.2019)
4. Фильтр-водоотделитель для ДТ и бензина [Электронный ресурс] – URL: https://www.ampika.ru/oborudovanie.html?razdel=97&type=685&utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=gespasa&utm_content=2829371946&utm_term=%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%20fg%20100&yclid=828719470890212558 (дата обращения: 24.02.2019)
5. Фильтры для топлива F и FV (с запасным картриджом) [Электронный ресурс] – URL: <https://els-ekb.ru/filters/fuel/542-fv-5/> (дата обращения: 25.02.2019)
6. Фильтр-сепаратор Separ 2000 [Электронный ресурс] – URL: <https://separ-filter.ru/> (дата обращения: 25.02.2019)
7. Новопашин Л.А., Котлюба Ю.Б., Садов А.А. Использование устройства для обезвоживания дизельного топлива и дизельного смесового топлива в системе питания дизельных двигателей. // Вестник биотехнологии. Номер: 2 (16) Год: 2018 Страница: 9
8. [Электронный ресурс] – URL: <http://dostavka-toplivo.ru/chem-otechestvennoe-diztoplivo-otlichaetsya-ot-evropejskogo/> (дата обращения 14.03.2019)

Literature.

1. Timkin V. A., Lazarev V. A. The use of domestic ceramic membranes // Milk river. 2015. № 2 (58). P. 57.
2. Grigorov A. B., Mordovenko A. A., Shevchenko K. V. Adsorption purification of diesel fuel from sulphur-containing compounds]. Energy. Energy audit. 2014. №1 (119). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adsorbtsionnaya-ochistka-dizelnyh-topliv-ot-serosoderzhaschih-soedineniy> (date accessed: 28.02.2019).
3. The BENZ [Electronic resource] – URL: <http://99-t.ru/filtr-vodootdelitel-benza> (date accessed: 25.02.2019)
4. Filter-water separator for DT and gasoline [Electronic resource] - URL: https://www.ampika.ru/oborudovanie.html?razdel=97&type=685&utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=gespasa&utm_content=2829371946&utm_term=%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%20fg%20100&yclid=828719470890212558

%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%20fg%20100&yclid=828719470890212558 (date of application: 24.02.2009)

5. The fuel filter F and FV (with spare cartridge) [Electronic resource] – URL: <https://els-ekb.ru/filters/fuel/542-fv-5/> (accessed: 25.02.2019)
6. The filter-separator Separ 2000 [Electronic resource] – URL: <https://separ-filter.ru/> (accessed: 25.02.2019)
7. Novopashin L. A., Katluba Y. B., Sadov A. A. Device for dewatering diesel fuel and diesel mixed fuel supply system of diesel engines. // bulletin of biotechnology. Number: 2 (16) Year: 2018 Page: 9
8. [Electronic resource] - URL: <http://dostavka-toplivo.ru/chem-otechestvennoe-diztoplivo-otlichaetsya-ot-evropejskogo/> (accessed 14.03.2009)

ПРОЕКТ РОТОРНОЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ПРОЦЕССОМ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР

Садов Артем Александрович, аспирант кафедры технологических и транспортных машин
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731,
E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Носков Алексей Иванович студент направления – 35.03.06 агроинженерия, - профиль
Технические системы в агробизнесе. Кафедра – транспортно-технологических машин и сервиса.
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620200 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Июльская 20. Уральский аграрный
государственный университет, тел. 8-902-261-54-39, E-mail: alNos98@yandex.ru)

Рецензент: **Юсупов М.Л.** – декан факультета транспортно-технологических машин и
сервиса кандидат экономических наук, доцент. Почетный работник высшего профессионального
образования РФ. ФГБОУ ВО Уральский ГАУ. (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул.
Карла Либкнехта д.42, тел. 8 (343) 221-41-02 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Аннотация: Благодаря обзору научной литературы рассматривается использование гидропоники для выращивания зеленых культур в современных условиях урбанизации, и связанные с этим проблемы как в эксплуатации самих систем, так и сложности в цепочке «производитель-потребитель». В связи с большим количеством недостатков, как способ решения и минимизации недостатков в выращивании растений рассматривается применение роторной гидропонной системы, которое дает возможность на меньшей площади покрытия получить большую площадь посадочных мест, чем при вертикальном методе выращивания. Уменьшить количество применяемого человеческого труда путем автоматизации выращивания растений за счет применения программно-аппаратных модулей.

Ключевые слова: гидропоника, сельское хозяйство, энергосбережение, ротор, автоматизация, урбанизация.

PROJECT OF ROTARY HYDROPONIC INSTALLATION WITH AUTOMATED CULTURE GROWING PROCESS

A.A. Sadov, graduate student of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University
(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

A.I. Noskov the student of 1 course in the direction of 35.03.06 agro engineering, profile of Technical systems in agribusiness. Department-transport and technological machines and service. Of the Ural SAU

(620200 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Iyulskaya street 20. The Ural state agrarian University, phone 8-902-261-54-39, E-mail: alNos98@yandex.ru)

Reviewer: **Yusupov M.L.** - Dean of the Faculty of Transport and Technological Machines and Service, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor. Honorary Worker of Higher Professional Education of Russia. Ural State Agrarian University. (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht str. 42, tel. 8 (343) 221-41-02, E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Annotation: A review of the scientific literature examines the use of hydroponics for growing green crops in the current urban environment and the associated challenges in both the operation of the systems themselves and the complexity of the producer-consumer chain. Due to the large number of shortcomings, as a way to solve and minimize the shortcomings in the cultivation of plants, the use of a rotary hydroponic system is considered, which makes it possible to obtain a larger area of seats on a smaller area of coverage than with the vertical method of cultivation. Reduce the amount of human labor used by automating the cultivation of the plant through the use of software and hardware modules.

Keywords: hydroponics, agriculture, energy saving, rotor, automation, urbanization.

Увеличение численности населения Земли, рост количества людей проживающих в городах, а также рост самих городов ведет к увеличению потребления пищи, усложнению ее распределения и увеличению расстояния между производителем и потребителем. Также существует проблема чистой, пригодной для питья и полива растений воды. В связи с этим встаёт вопрос об максимально возможной экономии площади при возделывании культур, рациональном использовании водных, минеральных, органических и тепловых ресурсов, и получении при этом достаточного количества сельскохозяйственной продукции. При этом не должно пострадать качество производимой пищи, что очень сложно сделать при большим расстоянии между

производителем и потребителем, т. к. доставка до потребителя занимает большое количество ресурсов, тем самым увеличивая итоговую стоимость. Также зелень может потерять товарный вид, ведь она занимает большой объём площади при малой массе, и её легко повредить.

Для решения данных проблем возможно применить метод гидропонного выращивания. Выращивание растений на основе питательных растворов растворенных солей — не новый метод. Он имеет свои существенные недостатки: требуются большие площади закрытого грунта и существенный расход энергии на освещение. Для разрешения данных проблем нужно найти новые методы выращивания.

Принцип работы метода роторной гидропоники основан на вращении растений вокруг источника света. При этом питательный раствор растения получают из резервуара, в который периодически окунается пористая среда для корней растений. Применение технологии роторной гидропоники даёт возможность получить экономию посадочного места: растения располагаются не на плоскости, как в вертикальной гидропонике, а вокруг источника света, что позволит экономить на освещении.

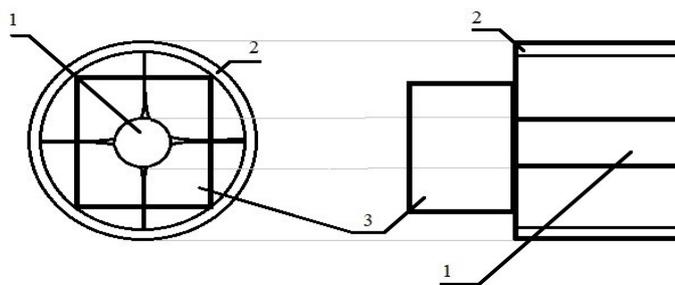


Рисунок 1 - Принципиальная схема роторной гидропонной установки. Цифрами обозначены: 1 — лампа, 2 — влагопористая среда для растений, 3 — электронный блок

Так вертикальной гидропонной системе для покрытия площади растительности микрозелени, занимающей 1 м^2 закрытой площади необходима равная ей площадь, при применении роторной гидропоники же посадочная площадь рассчитывается как площадь цилиндра $S = 2\pi r b$. Так, при использовании площади 1 м в диаметре, 1 в длину, и площадь увеличивается на значение π , что дает роторной установке примерно в 3,14 раза больше площади посадки на одинаковое количество закрытого грунта.

Потребление энергии на освещение растений снижается за счет выравнивания расстояния от источника света до посадочной площади всех растений и уменьшения рассеивания света и тепла по площади, где оно не несет влияния на культуры, так как теперь полезная площадь возделывания находится на 360° вокруг источника света.

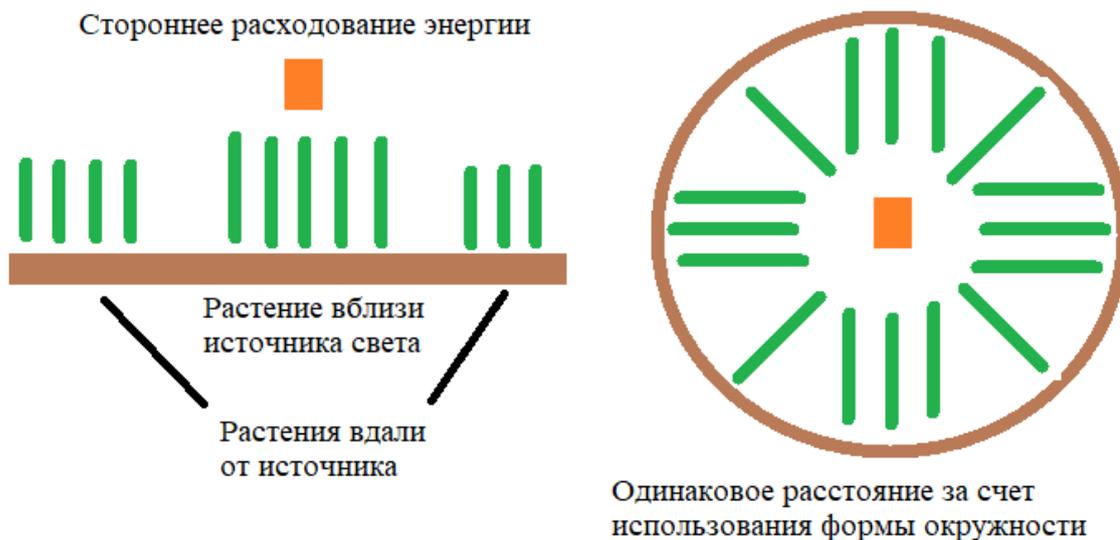


Рисунок 2 - Графическое сравнение полезного действия освещения в вертикальной и роторной гидропонной системе. Большое влияние на развитие растений оказывает количество падающего на него света, находящееся в прямой зависимости от расстояния до источника света.

Для своего развития растение нуждается в макро-, микроэлементах, освещении, соблюдении определенной температуры, влажности и состава окружающего воздуха, в поддержании других факторах окружающей среды. Постоянное наблюдение и поддержание их человеком требует больших затрат человеческого ресурса. Автоматизация процесса выращивания растений в помещении должно сократить эти затраты и многократно увеличить объёмы производства.

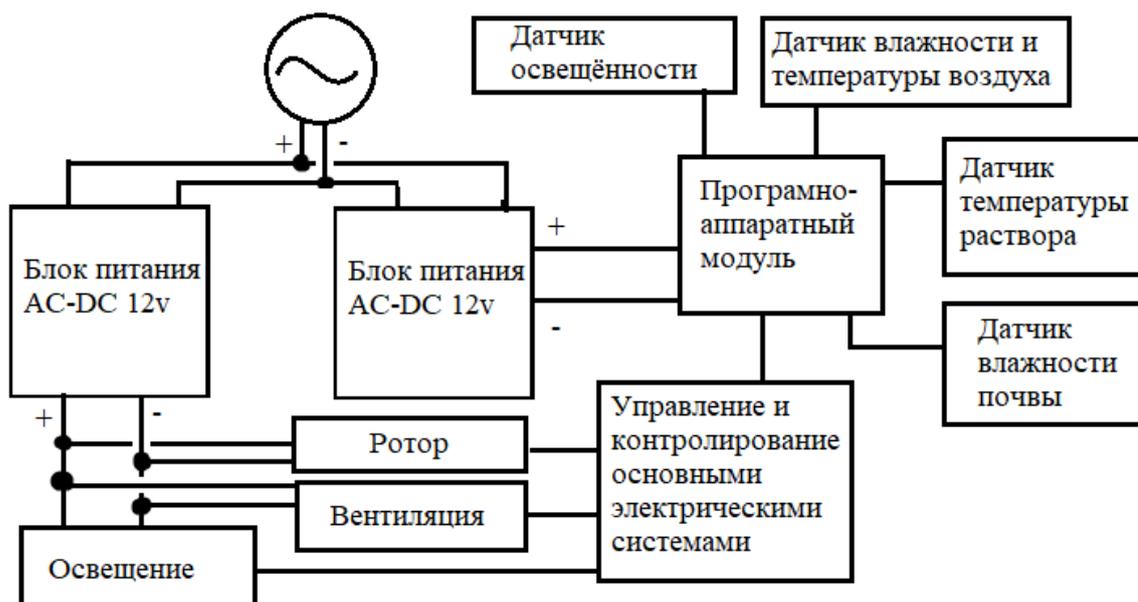


Рисунок 3 - Принципиальная схема электрической цепи системы роторной гидропоники

Для автоматизации развития растений рассматривается применение программно-аппаратных модулей на базе платы ARDUINO и иных микропроцессоров различных семейств. Данные с датчиков сообщаются в программно-аппаратный модуль, где считываются и по заданному программному обеспечению выполняется программа, соответствующая действиям при данных показателях, плата сама сможет регулировать и управлять процессами, происходящими в гидропонной установке, требуя минимальных трудовых затрат.

На сегодняшний день существует успешно созданный прототип фито картины, так же ведется создание гидропонной системы для выращивания микрозелени в рамках «Молодежного инновационного центра» на базе Уральского государственного аграрного университета, был собран прототип гидропонной системы с автоматическим управлением. На прототипе установлены датчики для замеров показателей влажности и температуры воздуха, влажности во влагопористой среде, световой поток на уровне влагопористой среды, температуру раствора, и другие важные для роста растений показатели.

Вывод:

Опираясь на имеющуюся информацию использование систем роторной гидропоники в современных условиях уменьшения площади возделывания и высокой урбанизации может стать альтернативным способом получения зелёных культур в городской среде, при этом занимая небольшую площадь и эффективно расходуя энергию. Автоматизированность процесса роста растений в перспективе уменьшит людские трудовые затраты.

Библиографический список:

1. Комарова А.О., Карпухин М. Ю., Выращивание томатов на малообъёмной гидропонике// Молодёжь и наука. 2018. - №7. - С. 6.
2. Болтовский С.Н., Баймухамбетов С.Р., Демчук Е.В., Плюсы и минусы гидропоники// Новая наука: современное состояние и пути развития 2016. - №12-4. - С. 46-48.
3. Бондаренко Е.В., Выращивание некоторых видов культур в малообъёмной гидропонике// Молодой исследователь Дона. 2018. №4(13). - С. 18-23.
4. Руткин Н.М., Лагуткина Л.Ю., Лагуткин О.Ю., Урбанизированное агропроизводство (сити-фермерство) как перспективное направление развития мирового агропроизводства и способ повышения продовольственной безопасности городов// Вестник Астраханского государственного технического университета. 2017. Сер.: рыбное хозяйство №4. С. 95-108.
5. Абиян Мария Вачагановна, Гиш Руслан Айдамирович, Подушин Юрий Викторович Влияние периода искусственного освещения на формирование рассады салата // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. 2014. №101. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-perioda-iskusstvennogo-osvescheniya-na-formirovanie->

- rassady-salata (дата обращения: 13.03.2019).
6. Балашова И.Т., Сирота С.М., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Технологии будущего в овощеводстве защищённого грунта: многоярусная узкостеллажная гидропоника // Вестник ОрелГАУ. 2017. №3 (66). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-buduschego-v-ovoshevodstve-zaschisyonnogo-grunta-mnogoyarusnaya-uzkostellazhnaya-gidroponika> (дата обращения: 13.03.2019).
 7. А.В. Ковригин, А.П. Хохлова, Н.А. Маслова Изучение эффективности эксплуатации автоматизированной аквапонной установки в зависимости от режимов ее работы // Вестник КрасГАУ. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-effektivnosti-ekspluatatsii-avtomatizirovannoy-akvaponnoy-ustanovki-v-zavisimosti-ot-rezhimov-ee-raboty> (дата обращения: 13.03.2019).
 8. Руткин Натан Михайлович, Лагуткина Лина Юрьевна, Лагуткин Олег Юрьевич Урбанизированное агропроизводство (сити-фермерство) как перспективное направление развития мирового агропроизводства и способ повышения продовольственной безопасности городов // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urbanizirovannoe-agroproduzvodstvo-siti-fermerstvo-kak-perspektivnoe-napravlenie-razvitiya-mirovogo-agroproduzvodstva-i-sposob> (дата обращения: 13.03.2019).

Bibliographic list

1. Komarova A.O., Karpukhin M. Y., Growing Tomatoes on a Low-Volume Hydroponics // Youth and Science. 2018. - №7. - С. 6.
2. Boltovsky S.N., Baymukhambetov S.R., Demchuk E.V., Pros and cons of hydroponics // New science: current state and ways of development 2016. - №12-4. - pp. 46-48.
3. Bondarenko E.V., Cultivation of some types of crops in low-volume hydroponics // Young Researcher Don. 2018. No.4 (13). - p. 18-23.
4. Rutkin N.M., Lagutkina L.Y., Lagutkin O.Y., Urbanized agricultural production (city farming) as a promising direction for the development of global agricultural production and a way to improve the food security of cities // Bulletin of Astrakhan State Technical University. 2017. Ser .: fish farm №4. Pp. 95-108.
5. Abiyan Maria Vachaganovna, Gish Ruslan Aidamirovich, Podushin Yury Viktorovich Influence of the period of artificial lighting on the formation of seedlings of lettuce // Scientific journal KubGAU - Scientific Journal of KubSAU. 2014. №101. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-perioda-iskusstvennogo-osvescheniya-na-formirovanie-rassady-salata> (access date: 13.03.2019).
6. Balashova I.T., Syrota S.M., Kozar E.G., Pinchuk E.V. Future technologies in greenhouse

- vegetable farming: multi-tiered narrow-slice hydroponics // Vestnik OrelGAU. 2017. № 3 (66). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-buduschego-v-ovoschevodstve-zaschischyonogo-grunta-mnogoyarusnaya-uzkostellazhnaya-gidroponika> (appeal date: 03/13/2019).
7. A.V. Kovrigin, A.P. Khokhlova, N.A. Maslova Studying the efficiency of operation of an automated aqua installation depending on the modes of its operation. // Vestnik KrasGAU. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-effektivnosti-ekspluatatsii-avtomatizirovannoy-akvaponnoy-ustanovki-v-zavisimosti-ot-rezhimov-ee-raboty> (appeal date: 03/13/2019).
8. Rutkin Natan Mikhailovich, Lagutkina Lina Yuryevna, Lagutkin Oleg Yuryevich Urbanized agricultural production (city farming) as a promising direction for the development of global agricultural production and a way to improve the food security of cities // Vestnik AGTU. Series: Fisheries. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urbanizirovannoe-agroproduktstvo-siti-fermerstvo-kak-perspektivnoe-napravlenie-razvitiya-mirovogo-agroproduktstva-i-sposob> (appeal date: 13.03.2019).food security of cities// Bulletin of the Astrakhan state technical University. 2017. Ser.: fisheries № 4. C. 95-108.

РАЗРАБОТКА НАНОБИОМЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННОГО РАСТВОРА ЛАКТОЗЫ

Тимкин Виктор Андреевич, кандидат технических наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 912 240 70 50; ,
E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

Новопашин Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Рецензент **Л.А. Минухин**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии аграрного производства ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-10)

Ключевые слова: *молочная сыворотка, лактоза, нанофильтрация, ультрафильтрация, концентрат, пермеат.*

Аннотация. Проблема получения лактозы в виде промышленного продукта – молочного сахара изучается во всем мире. Международная молочная федерация (ММФ) уделяет постоянное внимание лактозе в плане рационального использования лактозосодержащего сырья (ЛСС) – молочной сыворотки. Получение молочного сахара из вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности реализует концепцию безотходного производства, исключает загрязнение окружающей среды и дает ценнейший углевод и его производные для обогащения продуктов питания, напитков, медицинских препаратов, кормовых средств и для технических целей.

DEVELOPMENT OF NANO BIO MEMBRANE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF CONCENTRATED SOLUTION OF LACTOSE

V. A. Timkin, candidate of technical sciences, associate professor, professor, Ural state agrarian University
(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. +7 912 240 70 50; E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University
(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Reviewer **L.A. Minukhin**, doctor of technical sciences, professor, professor of food engineering of agrarian production, Ural State Agrarian University
(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. +7 (343) 221-41-10)

Key words: *whey, lactose, nanofiltration, ultrafiltration, concentrate, permeate.*

Annotation

The problem of obtaining lactose in the form of an industrial product – milk sugar is being studied all over the world. The international dairy Federation (MMF) pays constant attention to lactose in terms of the rational use of lactose-containing raw materials (LSS) – whey. Obtaining milk sugar from secondary raw materials of the dairy industry implements the concept of waste-free production, eliminates environmental pollution and provides valuable carbohydrate and its derivatives for the enrichment of food, beverages, medicines, feed and for technical purposes.

В России лактоза в настоящее время в основном импортируется из-за рубежа, что ставит отечественные предприятия в зависимость от поставщиков – импортеров. С целью обеспечения продовольственной безопасности региона целесообразно разработать безотходные технологии переработки молочной сыворотки и на ее основе производство высококачественной лактозы.

В Свердловской области объемы производства молока, а соответственно и молочной сыворотки, постоянно увеличиваются. В соответствии с государственной целевой программой по развитию сельского хозяйства и регулированию рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы объемы производства молока к 2016 году должны возрасти на 11,8 процента, а к 2020 году на 30 процентов [1, 2]. Одним из пунктов Плана основных мероприятий по обеспечению продовольственной безопасности населения Свердловской области является совершенствование инновационной деятельности предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности [3].

Известно, что проблема переработки молочной сыворотки является актуальной задачей для многих молочных предприятий – производителей сыра и творога [4]. Отношение к сыворотке как к отходу производства, сброс ее в канализацию, или того хуже – непосредственно в водные или другие природные объекты, говорит о низкой культуре производства на данном предприятии, нехозяйственном подходе как к окружающей среде, так и к собственным материальным ресурсам. Организация комплексной переработки молочной сыворотки не под силу многим предприятиям, так как требует больших финансовых вложений. Известные способы получения лактозы, конечным продуктом которых является кристаллическая лактоза, обладают такими недостатками, как длинная технологическая цепочка, большие энергетические затраты, необходимость предварительной подготовки молочной сыворотки [5, 6, 7]. Однако, как показывает практика, в таких отраслях промышленности как молочная, кондитерская, хлебобулочная, микробиологическая использование лактозы в виде концентрированного водного раствора является более выгодным, так как раствор лактозы дешевле кристаллической лактозы, значительно проще технологическое и аппаратное оформление переработки молочной сыворотки.

В настоящее время предпочтительными для разделения молочной сыворотки с целью выделения лактозы являются баромембранные технологии [8]. Ультрафильтрация и нанофильтрация позволяют получать качественный продукт, процесс протекает без нагрева сыворотки, минимальны затраты энергии по сравнению с выпариванием и сушкой. На рынке мембранного оборудования, на сегодняшний день, лидируют зарубежные фирмы - GEA, APV, TetraPak, AlfaLaval. Их продукция имеет высокое качество, интересный дизайн, высокий уровень автоматизации и, как следствие, высокие цены.

Как показывает практика, существенной проблемой при переработке молочной сыворотки баромембранными методами, является необходимость ее тщательной подготовки перед подачей в мембранный блок. Подготовка заключается в осветлении сыворотки (отделение остатков жира и казеина) на центробежном сепараторе-сливкоотделителе или сепараторе – очистителе, пастеризации осветленной сыворотки (подавление заквасочных культур), выдержке пастеризованной сыворотки с целью осаждения фосфата кальция и других технологических операциях. Это обусловлено конструкцией мембранных элементов рулонного или спирального типа, применяемых зарубежными и отечественными разработчиками мембранного оборудования. Эти мембранные элементы очень чувствительны к механическим включениям в перерабатываемом продукте, а также содержанию в нем жира, особенно растительного происхождения. Недостаточно полная подготовка молочной сыворотки, связанная с нарушением технологии ее проведения или изменением состава исходной сыворотки, приводит к существенному снижению технических характеристик мембранных установок, а также к необходимости частой замены мембранных элементов.

Занимаясь решением задачи, связанной с необходимостью подготовки молочной сыворотки, мы пришли к выводу, что процесс переработки должен состоять из двух стадий – ультрафильтрации на первом этапе и нанофильтрации (диафильтрации) на заключительном этапе. Причем, процесс ультрафильтрации необходимо осуществлять с применением керамических мембран, которые не требуют подготовки сыворотки. При этом срок эксплуатации керамических мембран в 3 – 5 раз больше по сравнению с полимерными мембранами, керамические мембраны значительно проще регенерируются.

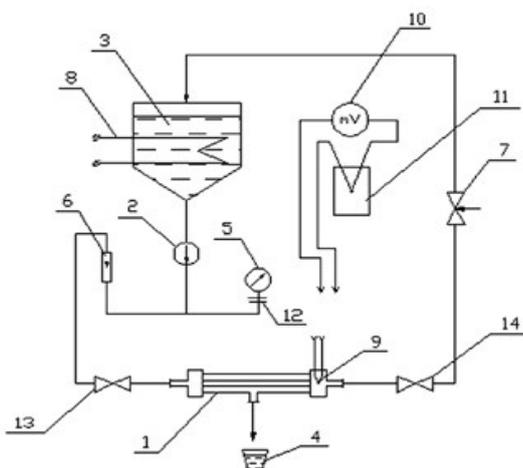
Ниже приведены результаты исследований переработки подсырной и творожной сыворотки (табл. 1) с целью получения водного раствора лактозы. Исследования проводились в лабораторных условиях (УрГЭУ) на лабораторной установке (рис.1). Были использованы керамические ультрафильтрационные мембраны производства ООО «НПО «Керамикфильтр» (Россия, Москва) и нанофильтрационные мембраны DOW NF245 (США).

Таблица 1. Состав молочной сыворотки (средние значения)

Параметры	Сыворотка творожная	Сыворотка подсырная
Белок общий, %	0,93	0,71
Лактоза, %	4,27	4,93
Жир, %	0,35	0,12
Минеральные вещества, %	0,65	0,61
СВ, %	6,20	6,37

Молочная сыворотка подавалась на ультрафильтрацию без какой-либо подготовки.

Параметры процесса ультрафильтрации: давление 0,3 МПа,



1 - мембранная ячейка; 2- насос; 3 - циркуляционный бак; 4 — бак для пермеата; 5 — манометр; 6 — ротаметр; 7 — вентиль регулировочный; 8 — охладитель; 9 —термомпара; 10 — милливольтметр; 11 — сосуд Дьюара; 12 — разделитель; 13, 14 – вентили;

Рисунок 1 - Схема лабораторной мембранной установки

температура 15⁰С, степень концентрирования 10. Получаемый в процессе разделения белковый концентрат (альбумин) представлял собой раствор сливочной структуры, с содержанием сухих растворенных веществ около 15% СВ. Пермеат (лактозно-солевой водный раствор) представлял собой прозрачную жидкость со слабым по окраске желто-зеленым цветом. Основным компонентом пермеата является лактоза. Показатели исходного и конечного продуктов после ультрафильтрации приведены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели исходного и конечного продуктов после ультрафильтрации (средние значения)

Параметры	Сыворотка творожная		Сыворотка подсырная	
	концентрат	пермеат	концентрат	пермеат
Белок общий, %	8,45	0,01	6,82	0,01
Лактоза, %	4,27	4,25	4,92	4,95
Жир, %	3,30	0,00	1,04	0,00
Минеральные в-ва, %	0,70	0,65	0,67	0,61
СВ, %	16,72	4,91	13,45	5,57

Лактозно-солевой водный раствор (пермеат) подавался на нанофильтрацию без какой-либо подготовки. Параметры процесса нанофильтрации: давление 2,7 МПа, температура 15⁰С, степень концентрирования 4. Получаемый в процессе разделения концентрат представлял собой прозрачный раствор с интенсивным по окраске желто-зеленым цветом, с содержанием сухих растворенных веществ около 20%СВ. Пермеат, представлял собой практически чистую воду, с небольшим количеством солей. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля нанофильтрации приведены в табл. 3.

Далее решался вопрос деминерализации полученного концентрата. Как показали эксперименты, эффективно удалить соли можно в процессе

Таблица 3. Показатели исходного и конечного продуктов после нанофильтрации (средние значения)

Параметры	Сыворотка творожная		Сыворотка подсырная	
	концентрат	пермеат	концентрат	пермеат
Белок общий, %	0,04	0,00	0,04	0,01
Лактоза, %	16,77	0,10	19,75	0,10
Жир, %	0,00	0,00	0,00	0,00
Минеральные в-ва, %	0,70	0,60	0,67	0,55
СВ, %	17,51	0,70	20,46	0,66

диафильтрации – повторной нанофильтрации с предварительным разбавлением концентрата дистиллированной водой. Степень разбавления 1:4, параметры процесса нанофильтрации не

изменялись. В результате трехкратного проведения процесса диафльтрации был получен продукт – водный раствор лактозы (табл. 4).

Таблица 4. Показатели водного раствора лактозы после диафльтрации (средние значения)

Параметры	Водный раствор лактозы (сыворотка творожная)	Водный раствор лактозы (сыворотка подсырная)
Белок общий, %	0,04	0,04
Лактоза, %	17,25	20,35
Жир, %	0,00	0,00
Минеральные в-ва, %	0,01	0,01
СВ, %	17,30	20,40

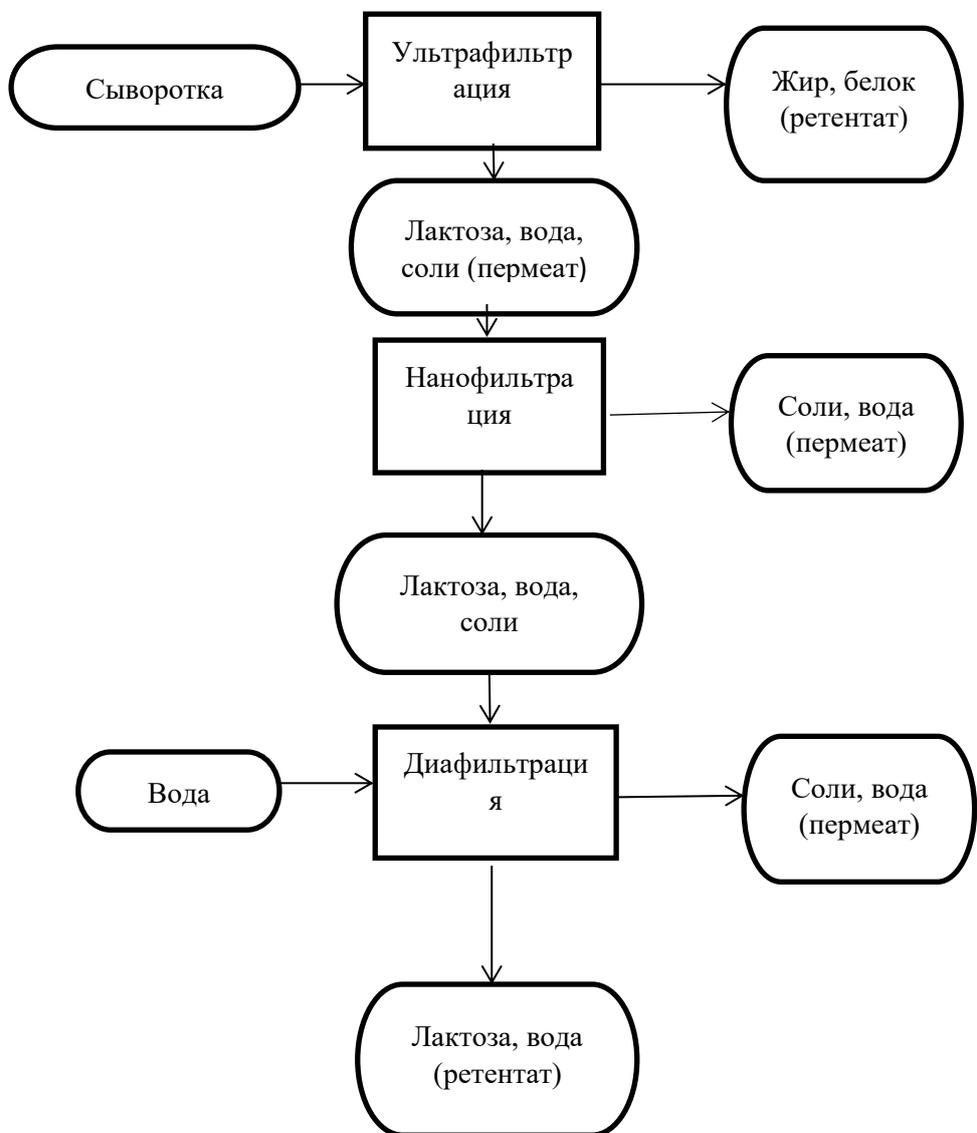


Рисунок 2 - Схема получения концентрированного раствора лактозы

Разработанная технология получения концентрированного водного раствора лактозы с содержанием сухих веществ порядка 20%СВ приведена на рис.2. Концентрированный водный раствор лактозы может использоваться как полуфабрикат в молочной промышленности или упаковываться и применяться в других отраслях промышленности. Использование предложенной технологии позволит: сократить время производства концентрированного раствора лактозы; упростить технологический процесс; снизить энергетические затраты.

Полученные результаты позволяют, на наш взгляд, внедрять инновационную технологию и высокотехнологичное, конкурентоспособное оборудование для производства концентрированного водного раствора лактозы как на крупных молочных предприятиях так и на предприятиях небольшой мощности.

Предлагаемая технология производства лактозы позволит обеспечить продовольственную безопасность региона, исключив зависимость от зарубежных поставщиков.

Литература

1. Синельников Б.М., Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Серов А.В. Лактоза и ее производные. – СПб: Профессия, 2007.
2. Тимкин В.А. Баромембранные процессы в молочной промышленности // Аграрный вестник Урала. 2017. № 6 (160). С. 10.
3. Тимкин В.А., Лазарев В.А. Производство концентрата молочной сыворотки баромембранными методами // Переработка молока. 2014. № 5 (175). С. 32-34.
4. Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Безотходная переработка молочного сырья.- М.; КолосС, 2008,- 200 с.
5. Тимкин В.А., Лазарев В.А. Определение осмотического давления многокомпонентных растворов пищевой промышленности // Мембраны и мембранные технологии, 2015, том 5, № 1, с. 48–56.
6. Тимкин В.А., Горбунова Ю.А., Лазарев В.А. Применение отечественных керамических мембран // Молочная река. 2015. № 2 (58). С. 56-58.
7. Патент 2474622 РФ, С1, С13К5/00. Способ производства молочного сахара/ Топал О.И., Башанов О.С. (Россия). Заявлено 07.07.2011. Опубликовано 10.02.2013.
8. Тимкин В.А. Баромембранные процессы в производстве концентрированных плодовоовощных соков и других жидких пищевых сред. Автореферат канд. дисс. М. ВГЗИПП, 1997.

Literature

1. Sinelnikov V. M., Hramtsov A. G., Evdokimov I. A., Ryabtsev S. A., Serov A. V. Lactose and its derivatives. – SPb: Profession, 2007.
2. Timkin V. A. Baromembrane processes in the dairy industry // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. № 6 (160). P. 10.

3. Timkin V. A., Lazarev V. A. Production of whey concentrate by baromembrane methods // milk Processing. 2014. № 5 (175). P. 32-34.
4. Khramtsov A. G., Nesterenko p. G. Waste-free processing of raw milk.- M.: Colossus, 2008,- 200 p.
5. Timkin V. A., Lazarev V. A. Determination of osmotic pressure of multicomponent solutions of food industry // Membranes and membrane technologies, 2015, volume 5, № 1, pp. 48-56.
6. Timkin V. A., Gorbunov, Y. A., Lazarev V. A. the Use of domestic ceramic membranes // Milk river. 2015. № 2 (58). P. 56-58.
7. Patent 2474622 RF, S1, S13K5/00. Method of production of milk sugar/ Topal O. I., Bashanov O. S. (Russia). Announced 07.07.2011. Published on 10.02.2013.
8. Timkin V. A. Baromembrane processes in the production of concentrated fruit and vegetable juices and other liquid food media. Abstract of Cand. Diss. WGSIP M., 1997.

ВИБРОГЕНЕРАТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ АВТОПОДНАЛАДЧИКОВ

Тромпет Герман Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-40, e-mail: german.trompet@gmail.com)

Александров Виктор Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-44, e-mail: alexandrov_vikt@mail.ru)

Рецензент **М.Б. Носырев**, доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: виброгенераторный преобразователь, активный контроль, автоподналадчик, станочное оборудование, колебательная система.

Аннотация. В работе представлены результаты разработки конструктивных элементов виброгенераторного преобразователя станочного оборудования активного контроля, устанавливаемого, в частности, на бесцентрово-шлифовальных станках, и экспериментальной проверки теоретических выводов при сопоставлении с работой реальной системы активного контроля.

VIBRATORY GENERATOR CONVERTERS OF THE MACHINE TOOL EQUIPMENT OF THE ACTIVE CONTROL FOR AUTO-ADJUSTERS

Trompet G.M., candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075, Yekaterinburg, K.Libknecht str., 42 tel.: +7(343)221-41-40, e-mail: german.trompet@gmail.com)

Aleksandrov V.A., candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075, Yekaterinburg, K.Libknecht str., 42 tel.: +7(343)221-41-44, e-mail: alexandrov_vikt@mail.ru)

Reviewer **M.B. Nosyrev**, doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Key words: vibrogenerator converter, active control, auto-adjuster, machine equipment, vibrating system.

Abstract. The paper presents the results of development of structural elements of the vibro generator transducer of the machine tool equipment of active control, installed, in particular, on centerless grinding machines, and experimental verification of theoretical conclusions when compared with the work of the real system of active control.

Постановка задачи. Разработка приборов для активного контроля деталей непосредственно после их обработки на различных станках представляет сложную техническую задачу. Это объясняется малым промежутком времени цикла обработки, затрудненным доступом к контролируемой поверхности детали, сложным движением детали при обработке [1], поэтому работа над конструктивными элементами систем управляющего контроля виброконтрастного принципа измерения, устанавливаемых непосредственно после обработки деталей, вызывает необходимость создания теоретических основ их расчёта, и прежде всего первичного измерительного элемента, состоящего из двух взаимосвязанных узлов [2,3]:

- вибратор (раскачивающий электромагнит – колебательная система);
- виброгенератор (колебательная система – постоянный магнит – катушка индуктивности).

Вопросом теории электромагнитных вибраторов посвящено большое количество работ [4]. Вместе с тем, виброконтрастный преобразователь имеет ряд особенностей [5]:

- работа в резонансном режиме;
- влияние постоянных магнитов вибратора на колебательную систему;
- влияние катушки индуктивности генератора на колебательную систему.

При выборе конструктивных элементов необходимо учитывать комплексное влияние вибратора на колебательную систему и на виброгенератор и наоборот – влияние виброгенератора на колебательную систему и на вибратор в режиме резонансных колебаний при особенностях бесцентрового шлифования:

- высокой динамичности процесса перемещения контролируемых деталей;
- удары кромок контролируемых деталей об измерительный наконечник;
- прерывистости измеряемых поверхностей в процессе технологического перемещения деталей;
- необходимость малого измерительного усилия;
- создание малогабаритных преобразователей, встраиваемых в измерительную оснастку [8].

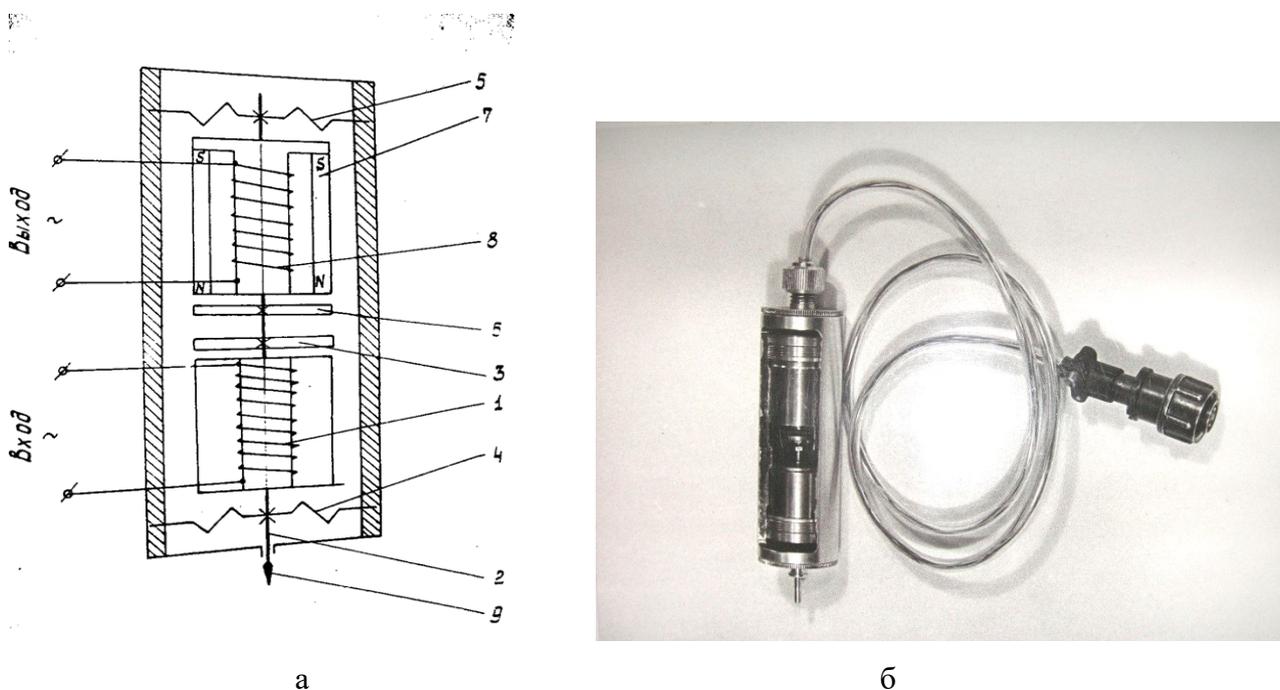
В процессе проектирования конструкций преобразователей виброконтakтного принципа измерения возникает необходимость формализованного описания процесса, в построении математической модели, где бы можно было определить все особенности формирования выходного управляющего сигнала, конкретно влияющего на метрологические и технологические возможности преобразователей различных конструкций [6,7].

Формирование сигнала в виброгенераторных преобразователях для автоподналадчиков.

Целью данной работы является получение математической связи между всеми конструктивными элементами электромеханического вибропреобразователя и экспериментальная проверка её при сопоставлении с работой реального прибора.

Проведённый анализ [9] результатов применения различных по принципу действия первичных преобразователей в системах управляющего контроля - автоподналадчиков [8,10,11], исследования условий использования приборов управляющего контроля при влиянии охлаждающей жидкости, содержащей абразив и стружку показали целесообразность применения виброконтakтных преобразователей с подведённой системой (измерительного наконечника), работающей в режиме возвратно-поступательных колебаний.

Рассмотрим конструкцию преобразователя, широко используемую в системах управляющего контроля [3]. Малогабаритный электромагнитный вибропреобразователь типа ВГП [2] разработан с учётом использования в различных контрольных системах и, прежде всего, для приборов активного контроля на бесцентрово-шлифовальных станках. Принцип действия такого преобразователя заключается в следующем (рис.1).



а – схема прибора; б – общий вид

Рисунок 1 - Электромагнитный преобразователь типа ВГП:

При подаче питающего напряжения на электромагнит 1 измерительный шток 2, жёстко связанный с якорем 3 электромагнита и подвешенный на пластинчатых пружинах 4 и 5, приводится в колебательное возвратно-поступательное движение. Колебания жёстко связанного со штоком якоря 6 виброгенератора перераспределяют магнитный поток постоянного магнита 7, вследствие чего в катушке 8 виброгенератора наводится ЭДС. Измерительный шток снабжён наконечником 9, который контактирует с обрабатываемой и измеряемой поверхностью. Сигнал, снимаемый с катушки 8, регистрируется в отсчётно-командном блоке. Электромагнитный вибропреобразователь устанавливается в таком положении, чтобы колебания измерительного наконечника ограничивались поверхностью контролируемой детали. С изменением положения измеряемой поверхности будет изменяться амплитуда колебаний штока, вследствие чего изменится величина перераспределения магнитного потока, пропорционально изменится и выходная ЭДС. Совершая 100 колебаний в секунду, наконечник производит такое же количество измерений в разных точках движущейся детали. Сигнал, полученный в результате каждого измерения, будет преобразован в соответствующую амплитудную величину переменного тока, поступающего с датчика в отсчётно-командное устройство. Колебания наконечника позволяют легко преодолевать уступы на поверхности деталей и неровности при высокой скорости движения деталей, имеющих разрывы и малую площадь контролируемой поверхности. Упругая подвеска вибрирующего штока демпфирует случайные механические удары и предохраняет датчик от преждевременного выхода из строя.

Процесс измерения в общем случае является стохастическим. Для его исследования необходимо рассмотреть формирования сигнала в преобразователе и описать его математически. Виброконттактный преобразователь можно представить как совокупность двух связанных между собой узлов. В первый из них (вибратор) входят раскачивающий электромагнит, состоящий из катушки 1 и якоря 3 и измерительный наконечник 2 (колебательная система) с якорями 2 и 6; во второй (виброгенератор) – колебательная система (измерительный шток и два якоря), постоянный магнит 7, катушка индуктивности 8 и якорь 6.

Используя второй закон Кирхгофа, можно после соответствующих преобразований записать уравнение цепи электромагнита

$$i_3 r = V_0 \sin \omega t - W_3 \frac{d\Phi_3}{dt}, \quad (1)$$

где i_3 - ток в обмотке электромагнита; r - активное электрическое сопротивление обмотки;

$V_0 \sin \omega t$ - питающее напряжение с амплитудой V_0 и частотой ω ; W_3 - число витков

обмотки; Φ_3 - магнитный поток в данной цепи; $\frac{d\Phi_3}{dt}$ - скорость его изменения.

Дифференциальное уравнение движения колебательной системы с одной степенью свободы представим в виде [12]

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = P \sin \omega t, \quad (2)$$

где x - величина перемещения измерительного штока; m - масса измерительного штока с якорями; h - коэффициент демпфирования; k - коэффициент упругости (жёсткости); P - возмущающая сила электромагнита; ω - частота возмущающей силы; t - текущее время.

Выразим возмущающую силу P через магнитный поток $\Phi_{\text{э}}$ и уравнение (2) примет вид

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = \frac{\Phi_{\text{э}}^2}{2m_0 S_{\text{э}}} \sin \omega t,$$

где μ - магнитная проницаемость воздуха; $S_{\text{э}}$ - площадь кольца магнитопровода катушки электромагнита.

По опыту проектирования преобразователей виброконтактного принципа измерения [6] возмущающие силы от постоянного магнита и действия внешних сил на два порядка меньше силы притяжения якоря электромагнита, поэтому уравнение движения измерительного штока совместно с якорями электромагнита и виброгенератора будет выглядеть при максимальном значении силы притяжения якоря электромагнита

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = \frac{1}{2m_0 S_{\text{э}}} \Phi_{\text{э}}^2. \quad (3)$$

Уравнение виброгенератора представим в следующем виде

$$E = -W_{\Gamma} \frac{d\Phi_M}{dt} = L \frac{di_{\Gamma}}{dt} + i_{\Gamma} r_{\Sigma}, \quad (4)$$

где E - Э.Д.С.; W_{Γ} - число витков обмотки генератора; Φ_M - магнитный поток постоянного магнита; L - индуктивность обмотки генератора; i_{Γ} - ток в обмотке генератора; r_{Σ} - суммарное электрическое сопротивление обмотки генератора, проводов и нагрузки. Индуктивность обмотки можно определить по формуле

$$L = m_0 S_{\Gamma} W_{\Gamma}^2 / (\delta - x), \quad \text{где } \delta - \text{воздушный}$$

зазор между якорем и магнитопроводом виброгенератора; x - величина перемещения якоря генератора. Подставив в выражение (4) получим уравнение виброгенератора

$$-W_{\Gamma} \frac{d\Phi_M}{dt} = \frac{m_0 S_{\Gamma} W_{\Gamma}^2}{\delta - x} \cdot \frac{di_{\Gamma}}{dt} + i_{\Gamma} r_{\Sigma}. \quad (5)$$

Полученные уравнения (1), (3), (5) описывают работу электромагнитного вибропреобразователя типа ВГП (рис.2) и формирование сигнала поступающего на отсчётное устройство и по величине которого выдаются управляющие команды на получение необходимого размера изготавливаемых деталей. По полученной системе уравнений рассчитываем выходные параметры по заданным входным условиям (в частности, рассеивание размеров после выхода деталей из-под шлифовальных кругов бесцентрового шлифования), исследуем зоны устойчивой работы резонансного виброконтактного механизма преобразователя, влияние стохастического процесса измерения размеров обрабатываемых и контролируемых деталей на метрологические показатели всей измерительно-управляющей системы.

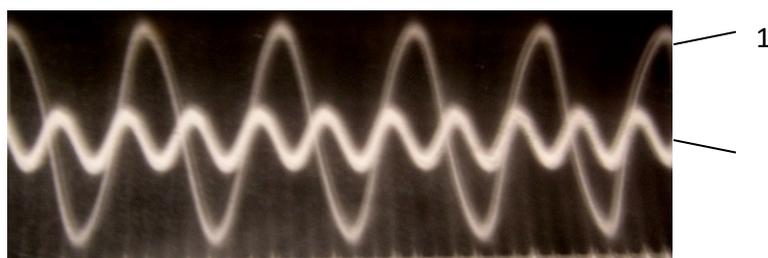
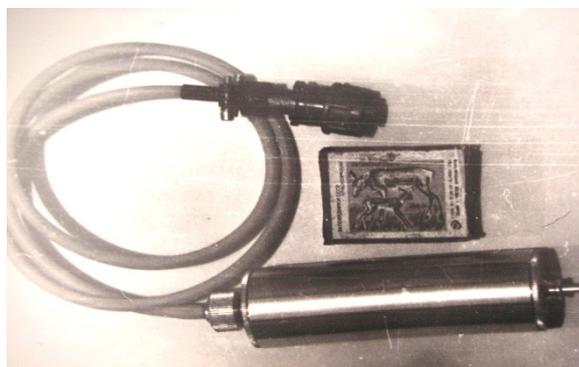
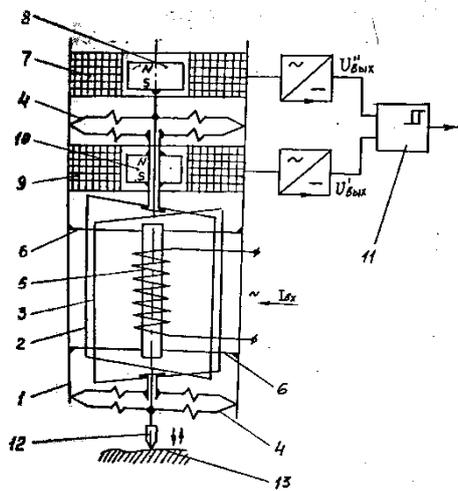


Рисунок 2 - Формирование сигнала при входной величине (1) и выходном сигнале (2)

Эксплуатация приведённых виброконтактных преобразователей привела к созданию датчика с двухсторонним действием силы притяжения якоря электромагнита [3] (рис.3).



а

б

а – схема прибора; б – общий вид

Рисунок 3 - Виброконтактное измерительное устройство:

Принцип действия такого преобразователя заключается в следующем. При подключении обмотки электромагнита 5 к источнику питания переменного тока $I_{вх}$ возникают противофазные колебания рамок 2 и 3, подвешенных на пружинах 4 в корпусе 1. Амплитуда колебаний этих

рамок устанавливается такой, чтобы измерительный наконечник (щуп) 12, жёстко соединённый с рамкой 2, приводился в соприкосновение с поверхностью контролируемой детали 13. Обе рамки 2 и 3 приводятся в движение от одного электромагнита 5, возбуждающая сила F которого равна

$$F = \frac{m_0 S W^2}{(\delta - x)^2} \cdot I_{\text{ex}}^2,$$

где m_0 - коэффициент магнитной проницаемости; S - поперечное сечение провода катушки; W - число витков в катушке электромагнита; δ - статический зазор; x - величина перемещения рамок; I_{ex} - ток в обмотке электромагнита.

Исходя из уравнения движения колеблющейся массы с одной степенью свободы

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F, \quad (6)$$

где m - масса колеблющегося тела; h - коэффициент сопротивления; k - коэффициент жёсткости; x - величина перемещения рамок; F - возмущающая сила.

Величина перемещения рамок будет одинаковой $x_1 = x_2$. Отсюда и на выходе измерительного устройства будут одинаковые по величине сигналы $V_{\text{вых}}^I = V_{\text{вых}}^{II}$, которые вырабатываются виброгенераторами, состоящими из постоянных магнитов 8, 10 и катушек 7, 9, уравнение которых имеет вид по аналогии с (4)

$$E = -W_r \frac{d\Phi_M}{dt} = L \frac{dI_{\text{вых}}}{dt} + I_{\text{вых}} r_{\Sigma}. \quad (7)$$

При отклонении контролируемой поверхности, в процессе измерения будет изменяться амплитуда колебаний рамки 2, так как движение щупа 12 этой рамки будет ограничено поверхностью контролируемой детали 13. Возмущающая сила постоянна $F = \text{const}$, то вторая рамка 3 будет совершать колебания с первоначальной амплитудой и, следовательно, сигнал $V_{\text{вых}}^{II}$ будет постоянным $V_{\text{вых}}^{II} = \text{const}$, который является опорным сигналом, а сигнал $V_{\text{вых}}^I$ будет изменяться пропорционально амплитуде колебаний рамки 2, соединённой со щупом 12. Эти оба сигнала $V_{\text{вых}}^I, V_{\text{вых}}^{II}$ поступают в компаратор 11, вырабатывающий сигнал рассогласования, по которому судят о результате контроля.

Электромагнитный поток Φ_3 , создаваемый электромагнитом 5 и представленный выражением

$$rI_0 = U_0 \sin \omega t - W_3 \frac{d\Phi_3}{dt}, \quad (8)$$

будет замыкаться в основном на элементах А и Б (рис.4), представляют якоря вибратора.

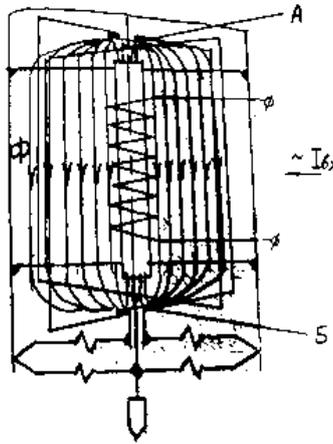


Рисунок 4. Распределение электромагнитных потоков в вибраторе

В каждый полупериод тяговое усилие F (возмущающая сила [18]) будет притягивать элемент А вниз, а элемент Б вверх, отсюда – движение рамок в противоположные стороны. При такой конструктивной схеме электромагнитный поток Φ_3 , создаваемый электромагнитом 5, будет направлен параллельно рамкам. Стойки 6 являются направляющими электромагнитного потока.

Уравнения (6), (7), (8) описывают работу виброконтактного преобразователя с двухсторонним действием электромагнита и формирование сигнала двух виброгенераторов $V_{\text{вых}}^I$ и $V_{\text{вых}}^{II}$, притом $V_{\text{вых}}^I = \text{const}$, а $V_{\text{вых}}^{II}$ меняется в зависимости от изменения положения поверхности 13 (см. рис.3).

На последних системах управляющего контроля для бесцентрово-шлифовальных станков (рис.5) установлены магнитодинамические преобразователи виброконтактного принципа измерения.

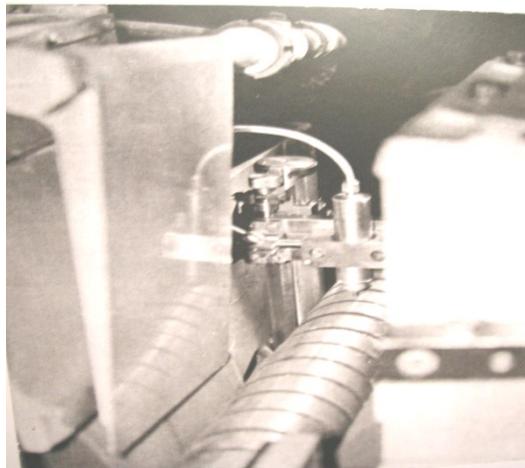


Рис.5. Процесс измерения деталей при использовании магнитодинамического преобразователя

Высокая динамичность процесса при технологическом движении контролируемых деталей вызвало создание механизма более жёсткой конструкции колебательной системы (измерительного наконечника). Для достижения этой цели наконечник, якорь электромагнита возбуждения вибратора и сердечник катушки индуктивности блока измерения амплитуды виброколебаний жёстко соединены между собой, образуя измерительный шток, прикреплённый к корпусу посредством упругих подвесок [3].

Измерительный шток, объединяя в единое целое составляющие колебательной системы, увеличивает её жёсткость, обеспечивая высокую чувствительность устройства при прикреплении измерительного штока к корпусу посредством упругих подвесок. При такой жёсткой колебательной системе не возникают поперечные колебания её элементов, что повышает точность измерений. Отсутствие этих колебаний и демпфирование измерительного штока упругими подвесками и массой самого штока способствуют повышению точности измерения при ударах наконечника о кромки деталей в процессе их технологического движения.

Виброконтактное измерительное устройство содержит корпус, расположенный в нём вибратор в виде электромагнита возбуждения, включающего катушку и якорь, блок измерения виброколебаний с сердечником и катушкой индуктивности, связанный кабелем с регистратором, наконечник и две упругие подвески (рис.6).



Рисунок 6 - Магнитодинамический преобразователь

Каждая упругая подвеска выполнена в виде горизонтально расположенной мембраны с двумя радиальными вырезами, противоположно расположенными относительно измерительного штока. Мембрана прикреплена к корпусу между наконечником и электромагнитом возбуждения вибратора, охватывая стержень измерительного штока, соединяющий наконечник и якорь. Мембрана прикреплена к корпусу между сердечником и торцом корпуса, охватывая соответствующий участок измерительного штока. Стержень измерительного штока,

соединяющий наконечник и якорь, расположен в центральном отверстии магнитопровода электромагнита возбуждения вибратора. Катушки индуктивности имеет две, расположенные друг над другом обмотки с противоположными намотками, а сердечник расположен вдоль этих обмоток.

Электродинамический вибропреобразователь работает так. При подаче питающего напряжения на катушку электромагнита возбуждения вибратора приводятся в колебательное возвратно-поступательное движение стержень с наконечником и якорь с сердечником. В катушке индуктивности блока измерения виброколебаний индуцируется ЭДС, пропорциональная изменению скорости магнитного потока, создаваемого сердечником.

В процессе измерений размеров обрабатываемых деталей наконечник измерительного штока контактирует с контролируемой поверхностью. При этом в зависимости от измерения размеров деталей изменяется амплитуда колебаний штока, в том числе сердечника. Изменение амплитуды колебаний сердечника приводит к изменению ЭДС, что по кабелю передаётся регистратору сигналов с последующей выдачей показаний измерений в удобочитаемой форме.

Для рассмотрения формирования этих сигналов последовательно опишем работу всех узлов вибропреобразователя, начиная с электромагнита

$$i_{\text{э}} r = V_0 \sin \omega t - W_{\text{э}} \frac{d\Phi_{\text{э}}}{dt}. \quad (9)$$

Дифференциальное уравнение движения колебательной системы, состоящей из штока с наконечником, якоря и сердечника, представим по аналогии с (3) в виде

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = \frac{1}{m_0 S_{\text{э}}} \Phi_{\text{э}}^2. \quad (10)$$

Движение колебательной системы, с которой жёстко связан сердечник виброгенератора, приводит к появлению ЭДС

$$E = -W_{\text{г}} \frac{d\Phi_{\text{м}}}{dt} = L \frac{di_{\text{г}}}{dt} + i_{\text{г}} r_{\Sigma}, \quad (11)$$

где E - ЭДС; $W_{\text{г}}$ - число витков обмотки генератора; $\Phi_{\text{э}}$ - магнитный поток постоянного магнита; L - индуктивность обмотки генератора; $i_{\text{г}}$ - ток в обмотке генератора; r_{Σ} - суммарное электрическое сопротивление обмотки генератора, проводов и нагрузки.

Полученные уравнения (9), (10), (11) описывают работу магнитодинамического вибропреобразователя и формирование сигнала [13] (рис.7), поступающего на отсчетно – командное устройство которое выдаёт команды на управление работой бесцентрово-шлифовальным станком.

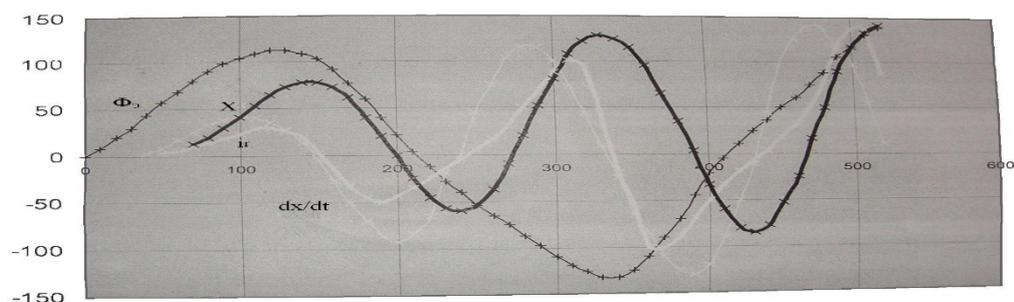


Рис.7. Графическое решение системы уравнений, где $\Phi_{\text{э}}$ – электромагнитный поток; X – величина перемещения измерительного штока (колебательной системы); dx/dt – скорость перемещения измерительного штока; $i_{\text{г}}$ – выходной ток генератора (измерительной системы)

Полученные зависимости используются для расчёта выходных параметров по заданным входным условиям, использования зоны устойчивой работы виброконтактной системы измерения и влияния стохастического процесса контроля размеров обрабатываемых деталей [14].

Практическая реализация станочного оборудование активного контроля с виброгенераторными преобразователями

В настоящее время (2019 год) станочное оборудование активного контроля, разработанное на кафедре «Технология металлов и ремонт машин» УрГАУ, устанавливается для производственного использования в цеховых условиях на экспериментальном производственном комбинате Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н.Ельцина.

Список использованных источников

1. Приборы для автоматического контроля в машиностроении/С.С. Волосов, Е.И. Педь. М.: Издательство стандартов.1990.310 с.
2. Пат.№66514 РФ G01B7/12 Виброконтактное измерительное устройство/Тромпет Г.М., Колка И.А., Тромпет Л.В.; опубл. 10.09.2007 Бюл.№25.
3. Пат.№59236 РФ G01B7/12 Виброконтактное измерительное устройство/Тромпет Г.М., Колка И.А.; опубл. 10.09.2006. Бюл.№34.
4. Агаронянц Р.А. Динамика, синтез и расчет электромагнитов. М.: Наука. 1987. 308 с.
5. Тромпет Г.М., Александров В.А. Разработка систем управляющего контроля с использованием виброконтактных приборов // Вестник РГАЗУ.2007.№2(7). С.71-73.
6. Trompet G.M., Butakov S.V., Kazantseva N.K., Aleksandrov V.A., Bubkin A. [Dynamic characteristics of an active vibrocontact monitoring system for multipurpose machine tools](#) // [Russian Engineering Research](#). 2018. Т. 38. № 11. P. 876-878.

7. Aleksandrov V.A., Vilkov A.N., Vilkova Yu.V., Trompet G.M. [Active monitoring systems in the machining of discontinuous surfaces](#) // [Russian Engineering Research](#). 2016. Т. 36. № 11. P. 926-929.
8. Приборы автоматического управления обработкой на металлорежущих станках/ А.В. Высоцкий, И.Б. Карпович, М.П. Соболев, М.И. Этингф. М.: Машиностроение. 1995. 328 с.
9. Соболев М.П., Этингф М.И. Автоматический размерный контроль на металлорежущих станках. Смоленск: «Ойкумена». 2014. 300 с.
10. Активный контроль в машиностроении: справочное пособие; под ред. Е.И. Педя. М.: Машиностроение. 1971. 360 с.
11. Высоцкий А.В., Соболев М.П., Этингф М.И. Активный контроль в металлообработке. М.: Издательство стандартов. 1979. 175 с.
12. Бабенков И.М. Теория колебаний. М.: Наука. 1986. 256 с.
13. Тромпет Г.М. Формирование сигнала в виброконтактных системах управляющего контроля // Технология производства машин: межвузовский сборник научных трудов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ УПИ. 2003. Вып. 1. С. 43-48.
14. Тромпет Г.М., Красильников А.Я. Оценка динамических характеристик виброконтактной системы управляющего контроля // *Машиностроитель*. -2006.-№8.-С.21-23.

List of sources used

1. Devices for automatic control in mechanical engineering / S.S. Volosov, E.I. Ped. Moscow: Publishing standards. 1990. 310 p.
2. Pat. №66514 RU G01B7/12 Vibrocontact measuring device/Trompet G.M., Kolka I.A., Trompet L.V.; 10.09.2007 Bull. №25.
3. Pat. №59236 RU G01B7/12 Vibrocontact measuring device/Trompet G.M., Kolka I.A.; 10.09.2006. Bull. №34.
4. Agaronyanets R.A. Dynamics, synthesis and calculation of electromagnets. M.: Science. 1987. 308 p.
5. Trompet, G.M.; Aleksandrov, V.A. Development of the control control systems with the use of the vibration-contact devices // *Vestnik RGAZU*. 2007. №2(7). P. 71-73.
6. Trompet G.M., Butakov S.V., Kazantseva N.K., Aleksandrov V.A., Bubkin A. [Dynamic characteristics of an active vibrocontact monitoring system for multipurpose machine tools](#) // [Russian Engineering Research](#). 2018. Т. 38. № 11. P. 876-878.
7. Aleksandrov V.A., Vilkov A.N., Vilkova Yu.V., Trompet G.M. [Active monitoring systems in the machining of discontinuous surfaces](#) // [Russian Engineering Research](#). 2016. Т. 36. № 11. P. 926-929.
8. Devices for the automatic control of the machining on the metal-cutting machine tools / A.V. Vysotsky, I.B. Karpovich, M.P. Sobolev, M.I. Etingof. Moscow: Engineering. 1995. 328 p.

9. Sobolev, M.P.; Etingof, M.I. Automatic dimensional control on the metal-cutting machines. Smolensk: "Oikumena". 2014. 300 p.
10. Active Control in Mechanical Engineering: Reference Manual; edited by E.I. Pedyu. Moscow: Engineering. 1971. 360 p.
11. Vysotsky A.V., Sobolev M.P., Etingof M.I. Active control in metalworking. Moscow: Publishing standards. 1979. 175 p.
12. Babenkov, I.M. Oscillation theory. Moscow: Nauka.1986.256 p.
13. Trompet, G.M. Signal formation in the vibrocontact control systems // Machine manufacturing technology: interuniversity collection of scientific papers. Yekaterinburg: State Educational Institution of Higher Professional Education of UPI. 2003. Issue. 1. pp. 43-48.
14. Trompet, G.M.; Krasilnikov, A.Ya. Evaluation of the dynamic characteristics of the vibration-contact control system // Machine Builder. -2006.-№8.-pp.21-23.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Вырова Ольга Михайловна, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371 -33-63, E-mail:olgavirova@rambler.ru)

Выров Роман Михайлович, магистр направления «Агроинженерия», ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371 -33-63, E-mail:virov76@mail.ru)

Рецензент: **А.Н. Зеленин**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 9089282546, E-mail: agron@mail.ru)

Ключевые слова:

Пеллеты, биотопливо, древесные пеллеты, подстилка, наполнитель, гранулы, сельское хозяйство, производство, зольность, экологичность.

Аннотация

В статье приведен анализ пеллет из различного вида сырья, рассмотрены их основные характеристики, технология производства, требования к качеству производимых пеллет, рассмотрены области применения пеллет, сделан вывод о целесообразности производства и гранул различного вида в зависимости от их назначения.

ANALYSIS OF PELLET PRODUCTION, THEIR USE

O. M. Vyrova, Senior lecturer of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel.+7 (343) 371 -33-63, E-mail:olgavirova@rambler.ru)

R. M. Vyrov, student of direction "agro engineering", chair of the Ural state agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel.+7 (343) 371 -33-63, E-mail: virov76@mail.ru)

Reviewer: **A. N. Zelenin**, candidate of technical sciences, associate professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 9089282546, E-mail: agron@mail.ru)

Keyword: Pellets, biofuels, wood pellets, litter, filler, pellets, agriculture, production, ash content, environmental friendliness.

Annotation. The article presents the analysis of pellets from different types of raw materials, their main characteristics, production technology, requirements for the quality of pellets, considered the application of pellets, concluded the feasibility of production and granules of different types depending on their purpose.

Пеллеты (гранулы, мини-брикеты, pellets) – цилиндрические изделия длиной 10-50 мм и 6-12 мм в диаметре, спрессованные из измельченного и высушенного сырья. [1,2,5]

Существует несколько видов пеллет: **древесные, растительные, из торфа, из куриного помета.**

Древесные пеллеты получают в результате переработки древесных отходов (горбыль, опил, щепа, кора, некачественная древесина, и т.д). Древесные пеллеты подразделяют на: индустриальные, или промышленные (серые) гранулы и бытовые (белые) гранулы.

Серые гранулы коричневого, зеленоватого или сероватого цвета, самых разнообразных оттенков — от светлого до темного насыщенного, так как сырье достаточно долго лежало до процесса производства пеллет. В серых гранулах повышенный — более 0,8% уровень зольности, и несколько сниженная теплота сгорания.

Светлые гранулы имеют кремовый цвет, производятся из свежего, не лежалого опила, либо из свежего сырья, зачищенного от коры. Уровень зольности светлых гранул не превышает 0,5%, и более высокая, чем серая гранула, теплота сгорания высокого уровня калорийности и теплотой сгорания. [4,7]

Древесные пеллеты используются:

- Для отопления жилых, производственных помещений и промышленных котлов;
- В походах для костра, шашлыка;
- Абсорбент в химических производствах, для биотуалета домашних животных
- Подстилка для конюшен и птичников.[3]

Растительные пеллеты производят из отходов сельскохозяйственной переработки (солома, лузга подсолнух, шелуха и лузга других сель хозяйственных культур, отходы крупяного производства и т.д.).

В основном конечный продукт получается темного цвета. По теплоотдаче, данные гранулы ничем не уступают древесным, если говорить о пеллетах из шелухи подсолнечника, кукурузы и гречки, так как пеллеты из соломы уступают в этом показателе древесным пеллетам. Но в то же время у соломенных гранул есть свои преимущества: большое количество сырья и низкая стоимость. У растительных пеллет зольность гораздо выше (до 3%), чем у древесных, поэтому

котел нужно будет чистить чаще. Данный вид предназначен для использования в промышленных целях, так как при сгорании выделяется большее количество золы.

Соломенные пеллеты используются в птичниках в качестве подстилки, так как значительно дешевле, чем из дерева и торфа, поглощают в 2 раза больше жидкости, чем древесные, мягче чем древесные гранулы. [6]

Пеллеты из торфа имеют темный цвет. Использование пеллет из торфа необычайно широко:

- популярны среди промышленных предприятий, так как обладают высокими калорийными, экономическими и экологическими качествами. Но в связи с повышенной зольностью не пользуются спросом у частных потребителей, так как котел после использования торфяных гранул нужно будет очень часто чистить.
- для хранения овощей и фруктов;
- в качестве ускорения действия минеральных удобрений;
- для производства активированных углей;
- абсорбент в промышленных фильтрах;
- для производства теплоизолирующих строительных материалов;
- для сбора и удаления нефтепродуктов с поверхности земли и акваторий при их разливе;
- в качестве искусственного грунта в странах с повышенной ветровой эрозией почвы.

Пеллеты из куриного помета являются высококачественным органическим удобрением, и содержат все необходимые для питания растений элементы, причем в оптимальном количестве и сочетании, а также применяются в качестве топлива для местного использования в котельных газовых установках.

Основные требования к качеству топливных пеллет:

- Гранула должна быть ровной и гладкой, плотно спрессована;
- Процент влажности готовых гранул не более 15%;
- Желателен один размер гранул (в основном производители изготавливают топливные гранулы длиной от 5 мм до 70 мм, а в диаметре от 6 мм до 10 мм) независимо от вида топливного пеллета;
- Отсутствие примесей (пыль и песок) в готовой продукции, снижающих качество пеллет;
- Отсутствие грибка и плесени на пеллетах;
- Отсутствие химикатов.

Требования к сырью для изготовления пеллет:

1. Сырье не должно иметь никаких примесей (камней, пыли, песка, металлического мусора, листвы).

2. Минимальное содержание природных склеивающих веществ (лингина, смол и других клейких веществ), что ускоряет процесс изготовления и качество готовой продукции.

3. Сырьевые материалы не должны быть слишком влажными, что замедляет производственный процесс и влияет на удорожание продукции, так как тратится дополнительное время и ресурсы на сушку.

Технология производства. Основными технологическими этапами производства топливных пеллетов являются:

1. Крупное дробление сырья. Дробилкой измельчаются крупные сырьевые материалы до нужных размеров (длина до 25 мм, диаметр до 2-4 мм) для упрощения работы пресс-гранулятора, так как чем меньше материал, тем качественнее и быстрее формируются гранулы.

Дробление производится до момента достижения необходимой фракции материала. Далее по скребковому транспортеру измельченное сырье поступает в смеситель, а затем в сушильный барабан.

2. Сушка обработанного сырья- является одним из главных этапов и протекает в сушильном барабане, куда из котла по рукавам подается горячий воздух, который высушивает влагу из обработанных щепок. Высушенные щепки должны иметь влажность от 8% -12 % .

При сушке отработанный воздух под действием разряжения дымососа захватывается вместе с мелкими фракциями, которые осаждаются вниз в циклон для дальнейшего мелкого дробления, а отработанный воздух удаляется в атмосферу. При этом часть мельчайших фракций по воздушным транспортерам попадает в котел. [8]

3. Мелкое дробление. Данный этап необходим для еще большего измельчения щепы и опилок (длина до 4 мм, диаметр до 1,5 мм), чтобы обеспечить более эффективную работу пресс-гранулятора. Мелкое дробление происходит с помощью дробильной мельницы. В нее сырье подается из циклона.

В дробилке сырьевой материал измельчается до состояния муки, которая по воздушным транспортерам попадает в циклоны (1-й циклон для первичного отделения муки из древесины от воздуха, 2-й циклон – для вторичного, заключительного отделения), а после отделения воздуха, древесная мука подается в начале на прямой, а затем на наклонный шнековый транспортер и в бункер пресс-гранулятора, в котором установлен смеситель.

4. Корректирование влажности очень важно, потому что если сырье будет очень сухим (влажность меньше 8%), то склеивание сырья в пресс-грануляторе будет проходить некачественно. Данный процесс проходит в специальном устройстве – смесителе. При необходимости он по своим каналам будет подавать пар или воду и на выходе получится древесная пыль с правильной влажностью.

5. Грануляция и прессование происходит в специальном пресс-грануляторе. После того как влажность сырья откорректировалась в смесителе, они поступают в гранулятор. В нем под

высоким давлением пресса и высокой температурой (250-300 °С) сырье продавливается через специальную матрицу, проходя через которую, древесная пыль склеивается в гранулы цилиндрической формы.

Содержащиеся смолы и лингин в измельченной древесине являются склеивающим природным материалом, которые высоким давлением и температурой качественно склеивают частички сырья в гранулы. В грануляторе установлен неподвижный нож, который режет выдавливаемый из матрицы готовый материал в гранулы нужного размера (длина 10...30 мм, ширина 6...10 мм). Далее гранулы подаются в охладитель.

6. Охлаждение пеллетов. Готовые гранулы, которые только вышли из пресс-гранулятора очень горячие, поэтому их необходимо остудить с помощью охладителя. Поступившие в охладительную колонку пеллеты продуваются воздухом из вентилятора, который «высасывает» горячий воздух из гранул и захватывает негранулированную древесную муку. [7]

Горячий воздух удаляется в атмосферу, а мука – в циклон. Физико-химические свойства топливных гранул изменяются во время охлаждения, и благодаря этому они приобретают правильный уровень содержания влаги, твердости и температуры (70-90°С). Далее гранулы отправляются на расфасовку.

7. Расфасовывание готовой продукции- является конечным этапом производства топливных гранул. Из охладительной колонки по ленточному либо скребковому транспортеру готовые гранулы поступают в бункер для готовой продукции. Бункер оборудован весами, чтобы точно знать массу упакованного пеллетами мешка. Здесь осуществляется упаковка гранулированных пеллетов в мешки (10 кг, 25 кг, 50 кг) и в большие мешки (250 кг, 500 кг, 1000 кг). Вот собственно и весь процесс производства.

Конечным отходом при сгорании топливных пеллет является зола. Ее утилизация состоит в том, чтобы почистить ящик для золы в котле. Зола можно использовать для удобрения почвы на вашем огороде, в саду, в цветочных клумбах, так как она является отличным удобрением. [7]

Выводы:

Производство, так и использование пеллет является экологически чистым и безотходным (отходам можно найти полезное применение).

Все рассмотренные виды пеллет исходя из своих свойств, нашли каждый свое применение. Древесные пеллеты незаменимы для отопления жилых, производственных помещений и промышленных котлов; являются отличным абсорбентом в химических производствах и биотуалетах домашних животных; подстилка для конюшен и птичников.

Растительные пеллеты за счет высокой зольности более подходят для использования отопления промышленных помещений. Соломенные пеллеты за счет мягкости, низкой себестоимости и высокой поглощаемости жидкости используются в птичниках в качестве подстилки.

Пеллеты из торфа используются в качестве отопления промышленных предприятий, так как обладают высокими калорийными, экономическими и экологическими качествами; незаменимы при хранении овощей и фруктов; в качестве ускорения действия минеральных удобрений; для производства активированных углей; абсорбент в промышленных фильтрах; для производства теплоизолирующих строительных материалов; для сбора и удаления нефтепродуктов с поверхности земли и акваторий при их разливе; в качестве искусственного грунта в странах с повышенной ветровой эрозией почвы.

Пеллеты из куриного помета являются высококачественным органическим удобрением, а также применяются в качестве топлива для местного использования в котельных газовых установках.

Библиографический список

1. К вопросу об изготовлении пеллет из отходов сельскохозяйственного производства. Попов А.Е. В сборнике: Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Гулевского. 2018. С. 40-44.

2. О вопросе сравнительного анализа пеллет из различного вида сырья. Попов А.Е., Шацкий В.П., Попова А.Ю., Бирючинская Т.Я. В сборнике: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ материалы международной научной конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Департамент научно-технологической политики и образования; ФГБОУ ВО "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I"; Под общей редакцией: В. И. Орбинского, В. Г. Козлова. 2016. С. 285-289.

3. Пеллеты: широкий спектр использования [Электронный ресурс] <http://www.lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3587>

4. Производство пеллет. [Электронный ресурс] <https://proizvodstvo-pellet.ru/pellety-cto-eto-takoe/>

5. Производство пеллет из отходов сельского хозяйства. Попов А.Е., Кобзарь В.М. В сборнике: Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I; Редакционная коллегия: Василенко В.В., Гиевский А.М., Казаров К.Р., Солнцев В.Н., Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Шатохин И.В.; Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Орбинского, И.В. Баскакова. 2015. С. 327-332.

6. Технология применения пеллет в качестве подстилки при содержании индоуток. Вырова

О.М., Выров Р.М. Молодежь и наука. 2018. № 2. С. 62.

7. Технология производства и применение пеллет [Электронный ресурс] <https://slarkenergy.ru/bio/pelley-proizvodstvo.html>

8. Что такое пеллеты: разновидности, особенности производства и использования [Электронный ресурс] <http://blog.flexyheat.ru/chto-takoe-pelley-raznovidnosti-osobennosti-proizvodstva-i-ispolzovaniya/>

Bibliographic list

1. On the issue of the manufacture of pellets from agricultural waste. Popov A. E. In the collection: energy Efficiency and energy saving in modern production and society Materials of the international scientific and practical conference. Under the General editorship of V. A. Gulevsky. 2018. P. 40-44.

2. On the issue of comparative analysis of pellets from different types of raw materials. Popov A. E., Shatsky V. P., Popov A. Yu., Borucinska T. Y. In journal: SCIENCE AND EDUCATION IN MODERN CONDITIONS, the materials of the international scientific conference. Ministry of agriculture of the Russian Federation; Department of scientific and technological policy and education; VORONEZH state agrarian University named after Emperor Peter I; Edited by V. I. Orobinsky, V. G. Kozlov. 2016. P. 285-289.

3. Pellets: a wide range of uses [Electronic resource] <http://www.lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3587>

4. Production of pellets. [Electronic resource] <https://proizvodstvo-pellet.ru/pelley-chto-eto-takoe/>

5. Production of pellets from agricultural waste. Popov A. E., Kobzar V. M. In the collection: Innovative directions of development of technologies and technical means of mechanization of agriculture materials of the international scientific and practical conference devoted to the 100th anniversary of the Department of agricultural machines of Agroengineering faculty of the Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter I. Voronezh state agrarian University. Peter; Editorial Board: Vladimir Vasilenko, Gievskaya A. M., Kazarian, K. R., Solntsev V. N., Tarasenko A. P., Chernyshev A.V., Shatokhin I. V.; Under the General editorship of N. And. Program, V. I. Robinsova, I. V. Baskakov. 2015. P. 327-332.

6. Technology wood pellets as bedding when the content indotec. Varova O. M., R. M. Vyryv Youth and science. 2018. No. 2. P. 62.

7. The technology of production and use of pellets [Electronic resource] <https://slarkenergy.ru/bio/pelley-proizvodstvo.html>

8. What are pellets: varieties, features of production and use [Electronic resource] <http://blog.flexyheat.ru/chto-takoe-pelley-raznovidnosti-osobennosti-proizvodstva-i-ispolzovaniya/>

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

О.Н. Незамаева, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет; (620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42 (тел.+7 912 201 41 24), ola-nez@mail.ru.)

Н.Н.Эльяш кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет; (620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42; (тел.+7 912 275 98 92), vasilisa4kota@yandex.ru)

Рецензент: Л. А. Новопашин кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Ключевые слова: Лабораторная работа, геометрия зубчатых колес, сочетание традиционных и современных технологий, компьютерная программа, анализ результатов, оптимизация параметров, коррекция профиля зубьев.

Аннотация: Подготовка специалистов, соответствующих действующим образовательным стандартам, обуславливает потребность во внедрении современных информационных технологий в те или иные виды учебной работы. При этом эффективные методы традиционного обучения не должны потерять своей значимости.

В данной статье рассматривается возможность и целесообразность реализации оптимального сочетания теоретических расчетов, выполняемых при помощи компьютерных программ, с практическими действиями, предусмотренными лабораторным практикумом. Предлагаемая методика рассмотрена на примере выполнения лабораторного практикума по изучению геометрических параметров зубчатых передач. Практическая часть работы предусматривает имитацию нарезания зубчатых колес без смещения инструментальной рейки и со смещением её относительно заготовки. Посредством перебора вариантов с последующим анализом результатов студент получает оптимальные значения коэффициента смещения и абсолютного сдвига инструментальной рейки, исключая подрез ножки зуба. Автоматизация расчетов позволяет исключить большой объем математических вычислений, а при изменении исходных данных устанавливается их взаимосвязь с получаемыми результатами. Это способствует формированию аналитических способностей обучающихся, а также закрепляет знания, полученные при изучении информатики.

Данная методика сочетания традиционных и современных информационных технологий способствует формированию мотивации обучающихся к дальнейшему непрерывному образованию и научно-исследовательской деятельности. Использование информационных технологий наряду с наглядностью традиционных практических действий способствует формированию компетенций, которые предполагают способность анализировать результаты, осознанно влиять на них, а также применять полученные знания для решения конкретных практических задач.

THE PERFORMANCE OF LABORATORY WORKSHOP ON TECHNICAL MECHANICS WITH THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY

O. N. Nezamieva, senior lecturer of the Department of technological and transport machines of the Ural state agrarian University (tel.+7 912 201 41 24),

N.N. Elyash candidate of technical Sciences, associate Professor, associate Professor of technological and transport machines, Ural state agrarian University

(620075, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42; tel.+7 912 275 98 92).

Reviewer: L.A Novopashin candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33 - 63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Keywords: Laboratory work, geometry of gears, combination of traditional and modern technologies, computer program, analysis of results, optimization of parameters, correction of tooth profile.

Abstract: the Training of specialists, corresponding to the current educational standards, determines the need for the introduction of modern information technologies in certain types of educational work. At the same time, effective methods of traditional education should not lose their importance.

This article discusses the possibility and feasibility of the optimal combination of theoretical calculations performed with the help of computer programs, with practical actions provided by the laboratory workshop. The proposed method is considered on the example of the laboratory workshop on the study of geometric parameters of gears. The practical part of the work involves the simulation of cutting gears without shifting the tool rail and with its displacement relative to the workpiece. Through the selection of options, followed by the analysis of the results, the student receives the optimal values of the displacement coefficient and the absolute shift of the tool rail, excluding the undercut of the tooth leg. Automation of calculations makes it possible to exclude a large amount of mathematical calculations, and when changing the source data, their relationship with the results is established. This contributes to the

formation of analytical skills of students, as well as strengthens the knowledge gained in the study of computer science.

This method of combining traditional and modern information technologies contributes to the formation of motivation of students to further continuing education and research activities. The use of information technologies along with the visibility of traditional practical actions contributes to the formation of competencies that involve the ability to analyze the results, consciously influence them, as well as apply the knowledge to solve specific practical problems.

Цель исследований заключается в разработке методики выполнения лабораторного практикума на основе синергической модели, сочетающей традиционные и современные информационные технологии.

В современных условиях, когда основной задачей дидактики является повышение качества образования, встает вопрос о совершенствовании отдельных видов учебных работ. Подготовка специалистов в соответствии с образовательными стандартами требует применения современных информационно-коммуникационных технологий на основе создания новых методических разработок. При этом традиционные методы развития инженерного мышления не должны потерять своей значимости, поскольку компетентностные стандарты образования предполагают способность применять знания, умения и навыки в реальных практических ситуациях. Для формирования предусмотренных стандартами компетенций обучаемый, помимо приобретения профессиональных знаний, должен развивать личностные, коммуникационные, деятельностно-ориентированные качества.

В настоящее время создан ряд компьютерных программ, позволяющих избежать большого объема математических вычислений, стоит лишь ввести исходные данные и тут же получить результат [1, 2]. Чрезмерная формализация выполнения практических заданий с применением компьютерных программ приводит к тому, что студенты утрачивают смысл решаемых задач, не могут анализировать и прогнозировать получаемые результаты. Подобные затруднения не способствуют формированию исследовательских навыков; сам процесс лабораторного практикума лишен наглядности, которая может быть обеспечена графическими построениями с помощью традиционных методов.

Суть рационального сочетания традиционных методов выполнения практических задач с компьютерными технологиями состоит в том, что студенты не тратят время на громоздкие вычисления; при получении неудовлетворительных результатов они имеют возможность изменить один или несколько параметров и проанализировать функциональные зависимости, понять взаимосвязи явлений. Традиционные методы выполнения лабораторной работы с использованием прибора для имитации процесса нарезания зубчатого колеса обеспечивают при этом максимальную наглядность, которой лишены аналитические методы.

В курсе «Техническая механика» изучается тема «Проектирование зубчатых передач», которая является основной при изучении раздела «Механические передачи». По данной теме студенты выполняют лабораторный практикум «Изучение геометрических параметров зубчатых передач», который состоит из двух частей – расчетной и практической.

Расчетная часть лабораторного практикума по данной теме состоит в определении основных геометрических параметров зубчатых колес путем подстановки исходных данных в аналитические формулы [3]. Процесс этот - трудоемкий, однообразный, не несущий в себе развивающей компоненты обучения. При этом зачастую студенты не воспринимают зависимость получаемых результатов от изменения исходных параметров; сложные вычисления, выполняемые вручную, занимают большую часть времени и отвлекают от содержания и цели данной работы.

Предлагаемая методика выполнения лабораторного практикума с использованием компьютерных программ заключается в оптимальном сочетании традиционного обучения и современных информационных технологий, как инструмента формирования инженерных умений и навыков.

Для выполнения трудоемких вычислений разработаны две программы расчета геометрических параметров зубчатых колес: для колес, нарезаемых без смещения исходного производящего контура и для скорректированных колес с положительным смещением. Исходные данные содержат как постоянные, так и переменные величины, посредством варьирования которых можно получить оптимальные значения геометрических параметров зубчатых колес.

Выполняя работу, студент вводит в таблицу, представленную на экране, заданное значение модуля зацепления, а также числа зубьев шестерни и колеса, как показано на приведенном рисунке 1. Если в результате расчета при заданном числе зубьев Z_1 на шестерне образуется подрез ножки, то программа автоматически определяет коэффициент относительного смещения, абсолютный сдвиг инструментальной рейки и выполняет коррекцию профиля зубьев. Результаты расчета печатаются в виде таблицы геометрических параметров зубчатых колес, а также вычисляется коэффициент перекрытия для данной пары колес.

The screenshot shows a software interface with two main sections: 'Исходные данные' (Initial data) and 'Полученные данные' (Obtained data). The 'Исходные данные' section contains several input fields with numerical values: Profile angle (20), Module (10), Addendum coefficient (1.0), Radial clearance coefficient (0.25), Number of teeth on gear (15), Number of teeth on wheel (60), and Minimum number of teeth on wheel (17). A 'Расчет параметров колес' (Calculate gear parameters) button is located at the bottom of this section. The 'Полученные данные' section displays a table of calculated parameters for the gear meshing with the initial profile.

Параметр	Шестерня	Колесо
Пересчитанный угол зацепления (α_w)	20.0000	20.0000
Радиус делительной окружности (r)	75.0000	300.0000
Радиус основной окружности (r_b)	70.4769	281.9078
Радиус начальной окружности (r_w)	75.0000	300.0000
Радиус окружности вершин (r_a)	86.1765	308.8235
Радиус окружности впадин (r_f)	63.6765	286.3235
Толщина зубьев по делительной окружности (S)	16.5644	14.8516
Толщина зубьев по начальной окружности (S_w)	16.5644	14.8516
Окружной модуль по начальной окружности (m_w)	10.0000	10.0000
Коэффициент перекрытия (ϵ)	5.9512	5.9512

Рисунок 1 - Результаты автоматизированного расчета.

Практическая часть работы состоит в имитации нарезания профиля зуба на заготовке в виде бумажного круга с помощью прибора ТММ-42, воспроизводящего процесс нарезания зубьев – эвольвентографа. Нарезание профиля зубчатого колеса производится по принципу огибания, при котором средняя прямая инструментальной рейки перекачивается по делительной окружности нарезаемого колеса [4, с.49-53]. Прибор дает возможность нарезания нулевых и корригированных колес, благодаря чему студенты получают наглядное представление о способах изготовления зубчатых колес.

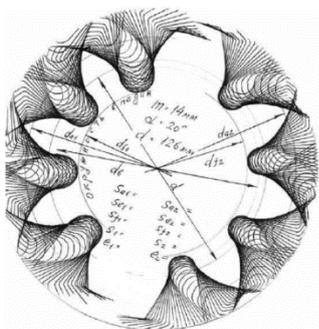


Рисунок 2 - Круг с вычерченными профилями зубьев колёс.

Изменение геометрических параметров колес при положительной коррекции профиля (подрез ножки зуба, заострение вершин зубьев, толщина зуба и ширина впадины и т.д.) наглядно проиллюстрированы на бумажной заготовке (рис.2).

Практический этап работы заключается в том, что студент, используя полученные результаты автоматизированного расчета, производит смещение рейки от центра бумажной заготовки, повторяет процесс нарезания зубьев, получая при этом корригированный профиль зубьев [5, с. 124-127].

После выполнения практической части работы производится анализ основных геометрических параметров колес, нарезанных без смещения или со смещением, и результаты практических измерений сравниваются с данными, полученными путем расчета по предлагаемой программе.

Если анализ полученных данных показывает неудовлетворительный результат с точки зрения качественных характеристик, то студент имеет возможность исследовать влияние переменных исходных данных на результаты расчета, изменить их и получить оптимальные геометрические параметры и максимально возможный коэффициент перекрытия.

Использование данной методики обеспечивает сочетание элементов традиционных способов изучения дисциплины «Техническая механика», развивающих логику инженерного мышления, с достоинствами автоматизированного расчета; закрепляет практические навыки, полученные студентами при изучении информатики, и в то же время позволяет избежать чрезмерной формализации при изучении данного курса.

Раздел «Проектирование зубчатых передач» является одним из основных в составе дисциплин «Техническая механика», «Теория механизмов и машин» и служит базой для изучения последующих дисциплин. Полученные при выполнении лабораторного практикума навыки и умения могут использоваться студентами на дальнейших этапах обучения, в том числе при

разработке курсового проекта по дисциплине «Детали машин и основы конструирования», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

В результате исследований можно отметить, что оптимальное сочетание практических работ с одновременным использованием компьютерных программ позволяет снизить либо совсем исключить большой объем рутинных математических вычислений в пользу развития аналитических способностей обучающихся. При этом помимо формирования требуемых компетенций у студента появляется мотивация на использование полученных навыков в процессе дальнейшего образования, в том числе исследовательской деятельности.

Литература

1. С.А. Попов, Г.А. Тимофеев Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин: учеб. пособие для втузов /Под ред. К.В. Фролова.- Москва «Высшая школа» 2002 – 411 с.
2. А.С. Коломейченко, Информационные технологии [Электронный ресурс] :учебное пособие / А.С. Коломейченко, Н.В. Польшакова, О.В. Чеха. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 228 с. – Режим доступа [http// e.lanbook.com /101862](http://e.lanbook.com/101862).
3. О.Н. Незамаева, Н.Н. Эльяш Техническая механика. Учебное пособие. Часть 3. Детали машин:/ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет». Екатеринбург, 2018, 56с.
4. Б. А. Беляев Теория механизмов и машин : учеб. пособие к лабор. работам / Б. А. Беляев, А. П. Шевченко, А. А. Рязанов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2016 –107 с.
5. Ю.Ф. Лачуга, А.Н. Воскресенский, М.Ю. Чернов Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет.- КолосС, 2008.- 304 с.: ил.

Literature

1. S. A. Popov, G. A. Timofeev Course design on the theory of mechanisms and mechanics of machines: studies. the allowance for high schools /Under the editorship of K. V. Frolov.- Moscow "Higher school" 2002 - 411 p .
2. A. S. Kolomiychenko, Information technologies [Electronic resource]: textbook / A. S. Kolomiychenko, N. In. Bolshakova, O. V. Czech. - St. Petersburg: LAN, 2018. - 228 p. - [http// access Mode e.lanbook.com / 101862](http://accessMode.e.lanbook.com/101862).
3. O. N. Nizamieva, N. N. Eliash Engineering mechanics. Textbook. Part 3. Machine details: / FGBOU IN "Ural state agrarian University". Yekaterinburg, 2018, 56с.
4. B. A. Belyaev, Theory of mechanisms and machines : textbook. manual to labor. works / B. A. Belyaev, A. P. Shevchenko, A. A. Ryazanov ; Vladim. GOS. Univ.im. A. G. and N. G. Stoletovs. – Vladimir : publishing house of the Volga, 2016 -107 C.

5. Yu. F. Shack, A. N. Voskresensky, M. Yu. Chernov Theory of mechanisms and machines. Kinematics, dynamics and calculation.- Colossus, 2008.- 304 p.: Il.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЛЬТРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА С МЕМБРАННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Л. А. Новопашин, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33- 63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Р. Е. Лескин, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 904-177-5509, E-mail: roman11-95@mail.ru)

Рецензент: В.А.Тимкин, кандидат технических наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 912 240 70 50; , E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

Ключевые слова. Технология, дизельное топливо, ТНВД, мембранный фильтр, мембрана, водонепроницаемая мембрана, топливные фильтры тонкой очистки.

Аннотация.

В представленной статье рассмотрены требования к чистоте дизельного топлива, используемого сельскохозяйственными транспортными средствами, оснащённых дизельными двигателями[1]. Современные системы питания автомобилей и тракторов, не допускают существования в топливе воды и мелких примесей. В связи с этим данной статье рассмотрена проблема обводненного дизельного топлива. Рассмотрены и проанализированы состояния, в которых вода может находиться в дизельном топливе. Выявлено, что вода, находящаяся в дизельном топливе, приводит к преждевременному выходу из строя прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры. При этом при поставке дизельного топлива к потребителю значительно повышается его обводнённость вследствие воздействия на него различных факторов. Выявлено, что используемые в настоящее время при эксплуатации сельскохозяйственной техники средства очистки дизельного топлива не в полной мере обеспечивают чистоту дизельного топлива.[1] Для улучшения качества используемого дизельного топлива предложена новая схема питания дизеля с установкой дополнительного водоотводящего фильтра. Приведены результаты исследований по массовому содержанию воды и серы в топливе.

RESULTS OF STUDIES OF THE FILTER ELEMENT WITH MEMBRANE SPUTTERING.

L. Novopashin, candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33 - 63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

R. E. Leskin, the Urals state agrarian University

(Sverdlovsk region, 620075, g. Ekaterinburg, Karla Libknekhta, d. 42 phone: +7 904-177-5509, E-mail: roman11-95@mail.ru)

Reviewer: V. A. Timkin, candidate of technical sciences, associate professor, professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. +7 912 240 70 50;, E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

Key words. Diesel fuel, injection pump, membrane filter, membrane, waterproof membrane, fuel filters furnace cleaning.

Annotation.

The article describes the requirements for the purity of diesel fuel used by agricultural vehicles equipped with diesel engines[1]. Modern power systems of cars and tractors, do not allow the existence of water and small impurities in the fuel. The States in which water can be in diesel fuel are considered and analyzed. In this regard, this article deals with the problem of watered diesel fuel. It is revealed that water in diesel fuel leads to premature failure of precision parts of diesel fuel equipment. At the same time, the supply of diesel fuel to the consumer significantly increases its water content due to the impact of various factors on it. It is revealed that currently used in the operation of agricultural machinery means of cleaning diesel fuel does not fully ensure the purity of diesel fuel.[1] To improve the quality of the diesel fuel used, a new diesel power supply scheme with the installation of an additional drainage filter is proposed. The results of studies on the mass content of water and sulfur in the fuel are presented.

Актуальность и постановка задачи.

Основным потребителем дизельного топлива является сельское хозяйство. Это связано с тем, что основная часть мобильных машин сельскохозяйственного назначения оснащены дизельными двигателями. Основным условием бесперебойной работы техники с новыми дизельными двигателями является повышенная требовательность к качеству используемого дизельного топлива, от которого напрямую зависит их надёжность.[1] . Топливная аппаратура выполняет весьма точные настройки в обеспечении нормальной работы дизеля. Точность настройки топливных насосов высокого давления влияет на технико-экономические параметры

дизеля, надежность его работы.[6] Также учитывая современные экологические тенденции, за последние годы в сфере производства и применения дизельного топлива в двигателях внутреннего сгорания, очевидно, что одна из наиболее важных задач – это улучшение фильтрации топлива.

По ГОСТ 305-2013 массовая доля серы не должна превышать 0.2%, Содержание воды не более 0,02%[2]. Следовательно, разработка мероприятий по предотвращению попадания загрязнений в топливный бак и создание высокоэффективного средства очистки топлива в системе питания дизеля являются научными и практическими задачами, весьма актуальными для сельского хозяйства и других отраслей, в которых эксплуатируются дизельные двигатели[3].

Обводненное топливо способствует образованию шламов, что приводит к засорению топливопроводов и фильтров, ухудшая запуск двигателя, затрудняют подачу в него топлива и заклинивают плунжеры ТНВД и иглу в распылителе форсунки. Наличие воды резко снижает смазывающие свойства топлива по отношению к прецизионным парам, что повышает их износ.[8]

Растворённая (гигроскопическая) вода находится в топливе в молекулярном состоянии и визуально не обнаруживается. Содержание её в топливе зависит от атмосферных условий. Растворённая вода обладает большой поверхностной энергией и вследствие этого собирает мелкодисперсные механические примеси, находящиеся в топливе, в более крупные частицы (агломераты), что способствует улучшению очистки дизельного топлива от механических примесей. При этом присутствие даже незначительного количества растворённой воды в топливе приводит к разрушению топливной плёнки на сопрягаемых поверхностях прецизионных пар топливной аппаратуры дизелей, что приводит к задирам на поверхностях деталей, зависанию плунжеров и заклиниванию иглы распылителя.

Эмульсионная вода представляет собой микрокапли размером до 30 мкм, находящиеся в топливе во взвешенном состоянии и вызывающие видимое глазом его помутнение, образует с нефтепродуктом водотопливную эмульсию. При отрицательных температурах из эмульсионной воды образуются кристаллы льда.

При выпадении свободной воды в отстой она образует слой, имеющий четкую границу с нефтепродуктом и название «подтоварная вода». Часть воды из топлива испаряется в над топливное пространство баков. От конденсации паров воды, находящихся в над топливном пространстве, на холодных стенках баков образуется конденсат. При отрицательных температурах на стенках баков появляется иней. При этом свободная вода может частично переходить в растворённую и эмульсионную воду. Также накопившаяся в баке свободная вода может замерзнуть в трубопроводах и препятствовать поступлению топлива к топливному насосу.

Таким образом, при изменении условий окружающей среды в процессе эксплуатации вода переходит из одного состояния в другое и происходит её накопление в баках транспортных средств[1].

Для исключения воды из топлива применяются микрофильтрационные фторопластовые композиционные мембраны ВЛАДИПОР. Представляет собой пористый полимерный пленочный материал на основе фторопласта Ф42Л на подложке из нетканых материалов (полипропилен, лавсан] с размером пор 0,05; 0,15; 0,25; 0,45; 0,65 мкм и общей пористостью 80 - 85%.

Технические особенности:

- поддаются гофрированию;
- устойчивы к действию сильных и слабых кислот;
- выдерживают стерилизацию автоклавированием и у-облучением;
- при фильтрации водных растворов необходимо обрабатывать алифатическими спиртами или их водными растворами;
- выпускаются на подложках различного типа, в виде ленты шириной до 600 мм или в виде дисков различного диаметра(22, 35, 47, 90, 142, 293 мм), в виде пластин различных размеров;

Условия эксплуатации: максимальная температура - 80°C, диапазон рН - от 1 до 13[4].

Чтобы минимизировать попадание обводненного топлива в двигатель, предложена конструкция дополнительного встраиваемого устройства, обезвреживающего дизельное топливо и смесевое топливо, размещённого в топливной системе тракторов после фильтров грубой и тонкой очистки, перед ТНВД. При этом в корпусе устройства установлены два фильтрующих элемента, причем основной фильтрующий элемент выполнен в виде вертикального пористого керамического картриджа с нанесенной на поверхность гидрофобной мембраной (сложно-композиционным нанонапылением) и топливосборным каналом в центре, переходящим в выпускной патрубков, а второй – горизонтальный фильтрующий элемент, выполнен в виде плоского диска из нетканых материалов с нанесенной гидрофильной мембраной и установлен под основным картриджем, а корпус ниже гидрофильной мембраны закрыт съемным полимерным прозрачным колпаком, служащим для сбора отделенной влаги[5].

Проводились испытания мембранного слоя, результаты таковы:

1. В процессе испытаний топливо пропускали через мембранный слой, нанесенный на нетканый материал. Топливо проходило под давлением собственного веса.

Пропустили 10 мл. топлива за 10 мин. 44 сек.

Площадь боковой поверхности воронки.

$$S = \pi r l$$

где r - радиус, мм.;

l - длина поверхности, мм.;

$$S = 3.14 * 3 * 4.5 = 42.4 \text{ см}^2 = 0,00424\text{м}^2$$

Пропускная способность.

$$X = \frac{10 * 10^{-3}}{42,4 * 10^{-4} * 0,178} = \frac{10^{-2}}{7,6 * 10^{-4}} = \frac{100}{7,6} = 13 \frac{\text{л}}{\text{м}^2 * \text{ч}}$$

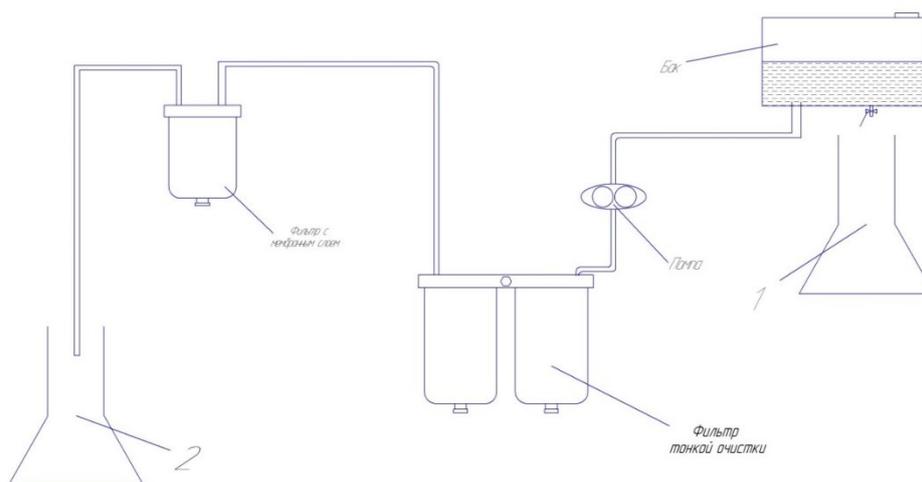
Пропускная способность мембранного слоя составила $13 \frac{\text{л}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}$

2. Испытания проводились в Учебно-опытном хозяйстве Уральский ГАУ на топливной аппаратуре трактора Беларусь 82.1 оснащенным двигателем Д – 243.

Пропускная способность мембранного слоя составила $45 \frac{\text{л}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}$

3. В результате исследований воды в дизельном топливе не обнаружено.

Проводились испытания с внедрением фильтрующего слоя в топливную аппаратуру трактора Беларусь 82.1(Рисунок 1)



1) Проба до фильтрации. 2) Проба после фильтрации.

Рисунок 1- Новая схема питания дизеля.

Топливо из емкости, помпой перекачивалось в фильтр тонкой очистки. Из фильтра тонкой очистки топливо попадало в разработанный нами мембранный фильтр. Мы брали пробы топлива из емкости до фильтрации (проба 1) и пробу топлива прошедшее через мембранный фильтр (проба 2).

Испытания на содержание воды в топливе дали следующие результаты.

Анализ на массовое содержание воды проводился в лаборатории, имеется официальное заключение. Рисунок 2,3.

- В пробе топлива до фильтрации массовое содержание воды было 9.9% из 3.5 л. топлива.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №933/4 от 04.04.2019 г.
ИНФОРМАЦИЯ О ДАННЫХ ОБРАЗЦА, ПРЕДОСТАВЛЕННАЯ ЗАКАЗЧИКОМ

УРЦ ТЭНД
 г. Екатеринбург, ул. Монтажников, 4
 Тел: 8(800)100-73-99
 E-mail: info@urcstad.ru Сайт: www.urcstad.ru

Лабораторный номер: 933/1 от 02.04.2019 г.
 Номер пробы Заказчика: 1
 Наименование Заказчика: Лескин Роман Евгеньевич
 Дата отбора пробы: 02.04.2019
 По акту отбора: -
 Дата получения пробы: 02.04.2019 15:08
 Объект испытаний: Дизельное топливо

Проверьте подлинность протокола и данных по ссылке
 через мобильный телефон по номеру 8(800)100-73-99
 или по адресу: http://www.urcstad.ru/qr/9447441-42
 8647441-8000-22-0419a23c2

Наименование показателя	Ед. изм.	Метод испытания	Результаты анализа пробы
Массовая доля воды	%	ГОСТ 2477	9,9
Код чистоты		ISO 4406	20/18/16

*Ответственность за отбор пробы несет непосредственно Заказчик

Начальник лаборатории: Исаченко Н. А.

Рисунок 2 - Результат по воде до фильтрации.

- В пробе топлива после фильтрации массовое содержание воды составило 0.1%

Сертификат соответствия ГОСТ Р ИСО 9001-2015 № РОСС RU ГА45 К00272 от 20.07.2017г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №933/5 от 04.04.2019 г.
ИНФОРМАЦИЯ О ДАННЫХ ОБРАЗЦА, ПРЕДОСТАВЛЕННАЯ ЗАКАЗЧИКОМ

УРЦ ТЭНД
 г. Екатеринбург, ул. Монтажников, 4
 Тел: 8(800)100-73-99
 E-mail: info@urcstad.ru Сайт: www.urcstad.ru

Лабораторный номер: 933/2 от 02.04.2019 г.
 Номер пробы Заказчика: 2
 Наименование Заказчика: Лескин Роман Евгеньевич
 Дата отбора пробы: 02.04.2019
 По акту отбора: -
 Дата получения пробы: 02.04.2019 15:08
 Объект испытаний: Дизельное топливо

Проверьте подлинность протокола и данных по ссылке
 через мобильный телефон по номеру 8(800)100-73-99
 или по адресу: http://www.urcstad.ru/qr/1a35289-7
 8714489-909a-217a007183a

Наименование показателя	Ед. изм.	Метод испытания	Результаты анализа пробы
Массовая доля воды	%	ГОСТ 2477	0,1
Код чистоты		ISO 4406	22/21/18

*Ответственность за отбор пробы несет непосредственно Заказчик

Начальник лаборатории: Исаченко Н. А.

Рисунок 3 - Результат по воде после фильтрации.

Вывод: Вода и мельчайшие частицы примесей были задержаны мембранным слоем на 99%.

Испытания на содержание серы дали следующие результаты. Рисунок 4,5.

По данным ГОСТ 305-2013 массовая доля серы не должна превышать 0,2%[2]

- В пробе топлива до фильтрации массовая доля серы 0,115%

Испытательный центр
Общества с ограниченной ответственностью
«Уральский региональный центр «Технической экспертизы и диагностики»
Сертификат соответствия ГОСТ Р ИСО 9001-2015 № РОСС RU.ГА45.К00272 от 20.07.2017г.

УРЦ ТЭиД
620030, г. Екатеринбург, ул. Мухоморова, 4
тел. 8(343)22-77-399, 8(800)100-73-99
E-mail: info@urc-td.ru, uoies@tdk.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №715/1 от 14.03.2019 г.

ИНФОРМАЦИЯ О ДАННЫХ ОБРАЗЦА, ПРЕДОСТАВЛЕННАЯ ЗАКАЗЧИКОМ			
Лабораторный номер	715/1 от 14.03.2019 г.		
Номер пробы Заказчика	1		
Наименование Заказчика	Лескин Роман Евгеньевич		
Дата отбора пробы	Проба отобрана заказчиком*		
По акту отбора	-		
Дата получения пробы	14.03.2019 17:09		
Объект испытаний	-		

Наименование показателя, ед.изм.	Метод испытания	Результаты анализа пробы	Погрешность результата
Массовая доля серы, %	ГОСТ Р 51947	0,1150	0,0147

* Ответственность за отбор пробы несет непосредственно Заказчик

Инженер-химик Мансуров И. А.

Рисунок 4 - Результат по сере до фильтрации.

- В пробе топлива после фильтрации массовое доля серы 0.113%

Испытательный центр
Общества с ограниченной ответственностью
«Уральский региональный центр «Технической экспертизы и диагностики»
Сертификат соответствия ГОСТ Р ИСО 9001-2015 № РОСС RU.ГА45.К00272 от 20.07.2017г.

УРЦ ТЭиД
620030, г. Екатеринбург, ул. Мухоморова, 4
тел. 8(343)22-77-399, 8(800)100-73-99
E-mail: info@urc-td.ru, uoies@tdk.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №715/3 от 14.03.2019 г.

ИНФОРМАЦИЯ О ДАННЫХ ОБРАЗЦА, ПРЕДОСТАВЛЕННАЯ ЗАКАЗЧИКОМ			
Лабораторный номер	715/3 от 14.03.2019 г.		
Номер пробы Заказчика	3		
Наименование Заказчика	Лескин Роман Евгеньевич		
Дата отбора пробы	Проба отобрана заказчиком*		
По акту отбора	-		
Дата получения пробы	14.03.2019 17:09		
Объект испытаний	-		

Наименование показателя, ед.изм.	Метод испытания	Результаты анализа пробы	Погрешность результата
Массовая доля серы, %	ГОСТ Р 51947	0,113	0,0145

* Ответственность за отбор пробы несет непосредственно Заказчик

Инженер-химик Мансуров И. А.

Рисунок 3 - Результат по сере после фильтрации.

Вывод.

Проводя испытания фильтра с мембранным напылением можно сделать следующие выводы. Результаты испытаний по сере. До фильтрации массовая доля серы была 0,115% от всего объёма, после фильтрации 0,113% от объёма. Показатели серы изменились на 0,002%. Изменения не значительны, значения в пределах допуска по ГОСТ 305-2013. Результаты испытаний по воде. До фильтрации массовая доля воды составила 9,9% от всего объёма, после фильтрации 0,1% от объёма. Показатели изменились на 9,8%. Вода была задержана мембранным слоем на 99%. Для трактора Беларус 82.1 с двигателем Д – 243, для обеспечения бесперебойной подачи топлива в камеру сгорания в конструкции предусматриваем 2 фильтрующих элемента. Получено положительное решение на выдачу патента на полезную модель (Заявка № 2018103526/05(005149) и дата 26,02,2019. Авторы: Новопашин Л. А., Котлюба Ю. Б, Тимкин В. А. Лескин Р. Е.)

Заключение.

Загрязнения в дизельном топливе негативно влияют на работу топливной аппаратуры и двигателя тем самым снижая ее надежность и ресурс работы. Представленный нами фильтр и система питания предлагается для использования на автомобилях, тракторах и спецтехнике. Использование предлагаемой установки для обезвоживания дизельного топлива позволит предотвратить преждевременный выход из строя агрегатов дизельной топливной аппаратуры, вследствие повышенной обводнённости дизельного топлива. При этом даже вследствие увеличения обводнённости дизельного топлива при его хранении, хозяйства смогут своими силами обеспечить требуемое качество используемого дизельного топлива[1]. Использование дополнительного мембранного фильтра позволит продлить работоспособность топливной аппаратуры, тем самым позволит сэкономить на ремонте техники

Литература.

1. Загородских Б.П., Абрамов С.В., Маяков Д.С. Снижение обводнённости дизельного топлива при эксплуатации автотракторной техники // Известия НВ АУК. 2016. №3 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-obvodnyonnosti-dizelnogo-topliva-pri-ekspluatatsii-avtotraktornoy-tehniki> (дата обращения: 18.04.2019).
2. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200107826> (дата обращения: 18.04.2019).
3. Диссертационная работа: Воробьев А. Н. Совершенствование очистки дизельного топлива в процессе эксплуатации двигателей сельскохозяйственных и транспортных машин: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.03 / Воробьев Андрей Николаевич; [Место защиты: ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»].- Москва, 2012.- 20 с. <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/502969.html> (дата обращения: 20.04.2019).
4. Мембраны, фильтрующие элементы, мембранные технологии. [Электронный ресурс] – URL: <http://xn--80aajzhcnfck0a.xn--p1ai/PublicDocuments/0713514.pdf> (дата обращения: 20.04.2019).
5. Новопащин Л.А., Котлюба Ю.Б., Садов А.А. Использование устройства для обезвоживания дизельного топлива и дизельного смесового топлива в системе питания дизельных двигателей. // Вестник биотехнологии. Номер: 2 (16) Год: 2018 Страница: 9
6. Мальков В.Н., Каратаев А.А., Садов А.А., Новопащин Л.А. Совершенствование организации ремонта автотракторной топливной аппаратуры. // Молодежь и наука. Номер: 3 Год: 2017 Страниц: 121

Literature.

1. Zagorodsky B. P., Abramov S. V., D. S. Reduction of water content of diesel fuel when operating automotive vehicles // proceedings of the HB AUC. 2016. №3 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-obvodnyonnosti-dizelnogo-topliva-pri-ekspluatatsii-avtotraktoroy-tehniki> (date accessed: 18.04.2019).
2. GOST 305-2013 diesel Fuel. Specifications [Electronic resource] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200107826> (date accessed: 18.04.2019).
3. Thesis: Vorobiev A. N. Improvement of diesel fuel cleaning in the process of operation of engines of agricultural and transport vehicles: autoreferat dis. ... candidate of technical Sciences: 05.20.03 / Vorobyov, Andrey Nikolaevich;[a protection Place: FGBOU VPO "Moscow state Agroengineering University named after V. P. Goryachkin"].- Moscow, 2012.- 20 C. <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/502969.html> (date accessed: 20.04.2019).
4. Membranes, filter elements, membrane technologies. [Electronic resource] – URL: <http://xn--80aajzhcnfck0a.xn--p1ai/PublicDocuments/0713514.pdf> (accessed 20.04.2009).
5. Novopashin L. A., Matluba Y. B., Sadov A. A. a device for dewatering diesel fuel and diesel mixed fuel supply system of diesel engines. // Journal of biotechnology. Number: 2 (16) Year: 2018 Page: 9
6. Malkov V. N., Karataev A. A., Sedov A. A., Novopashin L. A. improving the organization of repair of automotive fuel systems. // Youth and science. Issue: 3 Year: 2017 Pages: 121

ПРОИЗВОДСТВО КОНЦЕНТРАТА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ БАРОМЕМБРАННЫМИ МЕТОДАМИ

В.А.Тимкин, кандидат технических наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 912 240 70 50; ,
E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

Л.А. Новопашин, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Рецензент **Л.В. Денежко**, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

Ключевые слова: *молочная сыворотка, лактоза, нанофильтрация, ультрафильтрация, концентрат, пермеат.*

Аннотация:

В данной статье рассмотрены вопросы утилизации молочной сыворотки. Показано, что даже такая не сложная переработка как концентрирование молочной сыворотки может привести к быстрой окупаемости вложений и получению прибыли предприятием. При решении задачи, связанной с необходимостью подготовки молочной сыворотки, сделан вывод, что процесс концентрирования должен состоять как минимум из двух стадий – ультрафильтрации на первом этапе и нанофильтрации (обратном осмосе) на заключительном этапе. При этом, процесс ультрафильтрации необходимо осуществлять с применением керамических мембран, которые не требуют подготовки сыворотки. Приведены результаты исследований концентрирования подсырной сыворотки в лабораторных и промышленных условиях.

THE PRODUCTION OF WHEY PROTEIN CONCENTRATE BAROMEMBRANE METHODS

V. A. Timkin, candidate of technical sciences, associate professor, professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. +7 912 240 70 50; E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Reviewer **L.V. Denezhko**, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denezhko@yandex.ru)

Key words: *whey, lactose, nanofiltration, ultrafiltration, concentrate, permeate.*

Annotation

This article discusses the disposal of whey. It is shown that even such a simple processing as the concentration of whey can lead to a rapid return on investment and profit enterprise. In solving the problem associated with the need for the preparation of whey, it is concluded that the concentration process should consist of at least two stages – ultrafiltration at the first stage and nanofiltration (reverse osmosis) at the final stage. At the same time, the process of ultrafiltration should be carried out using ceramic membranes, which do not require the preparation of serum. The results of studies of the concentration of cheese whey in laboratory and industrial conditions.

Известно, что проблема утилизации сыворотки является актуальной задачей для многих молочных предприятий – производителей сыра и творога [1, 2]. Отношение к сыворотке как к отходу производства, сброс ее в канализацию, или того хуже – непосредственно в водные или другие природные объекты, говорит о низкой культуре производства на данном предприятии, нехозяйственном подходе как к окружающей среде, так и к собственным материальным ресурсам.

Так как молочная сыворотка богата многими ценными компонентами [3], то во всем цивилизованном мире принято ее перерабатывать, организуя безотходное производство. При этом, комплексная переработка сыворотки позволяет получать уникальные и дорогие продукты – чистую лактозу, сухую деминерализованную молочную сыворотку, концентраты сывороточных белков и т.д. Организация такого производства не под силу многим предприятиям, так как требует больших финансовых вложений. Однако практика показывает, что даже такая не сложная переработка как концентрирование молочной сыворотки может привести к быстрой окупаемости

вложений и получению прибыли предприятием. Сывороточный концентрат, с содержанием 20% и более сухих растворенных веществ, может использоваться как самостоятельный продукт во многих отраслях пищевой промышленности [3, 4], а также непосредственно на молокоперерабатывающем предприятии. Из него можно получить сухую сыворотку, организовав процесс сушки у себя, или отправляя концентрат на централизованную сушку.

В настоящее время для концентрирования молочной сыворотки предпочтительными являются баромембранные технологии [3 - 6]. Обратный осмос, нанофильтрация и ультрафильтрация позволяют получать качественный продукт. При этом, в концентрате остаются в нативном состоянии все белковые вещества, так как процесс протекает без нагрева сыворотки. Минимальны и затраты энергии по сравнению с концентрированием методом выпаривания. На рынке мембранного оборудования, на сегодняшний день, лидируют зарубежные фирмы GEA, APV, Tetra Pak, Alfa Laval. Их продукция имеет высокое качество, интересный дизайн, высокий уровень автоматизации и, как следствие, высокие цены.

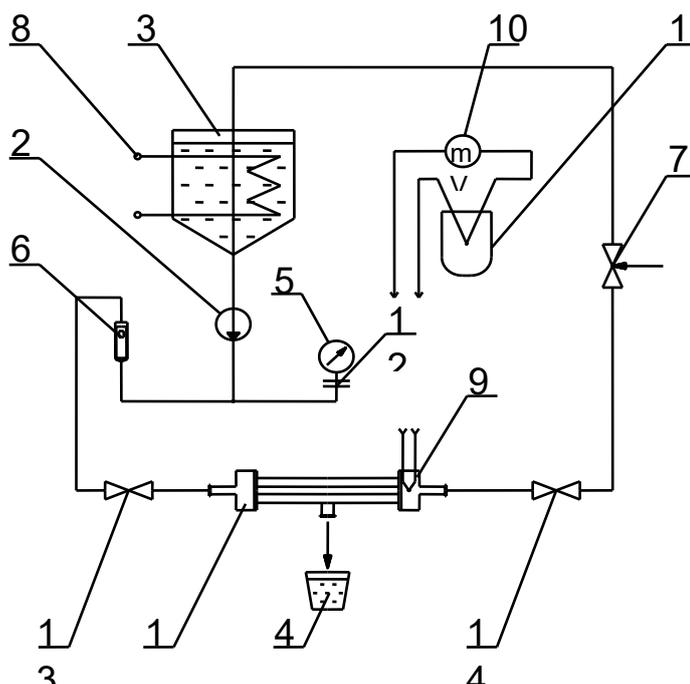
Как показывает практика, существенной проблемой при переработке молочной сыворотки баромембранными методами, является необходимость ее тщательной подготовки перед подачей в мембранный блок. Подготовка заключается в осветлении сыворотки (отделение остатков жира и казеина) на центробежном сепараторе-сливкоотделителе или сепараторе – очистителе, пастеризации осветленной сыворотки (подавление заквасочных культур), выдержке пастеризованной сыворотки с целью осаждения фосфата кальция и других технологических операциях. Это обусловлено конструкцией мембранных элементов рулонного или спирального типа, применяемых зарубежными и отечественными разработчиками мембранного оборудования. Эти мембранные элементы очень чувствительны к механическим включениям в перерабатываемом продукте, а также содержанию в нем жира, особенно растительного происхождения. Недостаточно полная подготовка молочной сыворотки, связанная с нарушением технологии ее проведения или изменением состава исходной сыворотки, приводит к существенному снижению технических характеристик мембранных установок, а также к необходимости частой замены мембранных элементов.

Занимаясь решением задачи, связанной с необходимостью подготовки молочной сыворотки, мы пришли к выводу, что процесс концентрирования должен состоять как минимум из двух стадий – ультрафильтрации на первом этапе и нанофильтрации (обратном осмосе) на заключительном этапе. Причем, процесс ультрафильтрации необходимо осуществлять с применением керамических мембран, которые не требуют подготовки сыворотки [7, 8]. При этом срок эксплуатации керамических мембран в 3 – 5 раз больше по сравнению с полимерными мембранами, керамические мембраны значительно проще регенерируются.

Ниже приведены результаты исследований концентрирования подсырной сыворотки. Сыворотка по своим характеристикам соответствовала ГОСТ Р 53438 – 2009. Исследования

проводились в лабораторных условиях (УрГАУ) и в условиях производства (ООО «Юговской комбинат молочных продуктов, ООО «РостАгроКомплекс»).

На лабораторной установке (рис.1) были определены основные параметры оптимального режима процесса ультрафильтрации молочной сыворотки. В качестве исследуемых мембран были использованы керамические ультрафильтрационные мембраны производства ООО «НПО «Керамикфильтр». Как видно из графика (рис.2), при допустимой проницаемости мембран, равной $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, оптимальная скорость сыворотки над мембраной составила 1,5 - 2 м/с. Кроме того, было определено оптимальное давление при допустимой проницаемости мембран, которое составило 0,3 МПа (рис.3).



- 1-мембранная ячейка; 2- насос; 3 - циркуляционный бак; 4 — бак для пермеата;
 5 — манометр; 6 — ротаметр; 7 — вентиль регулировочный; 8 — охладитель;
 9 —термопара; 10 — милливольтметр; 11 — сосуд Дьюара; 12 — разделитель;
 13, 14 – вентили.

Рисунок 1 - Схема лабораторной мембранной установки

В производственных условиях работа осуществлялась на пилотной установке, изготовленной совместно с ООО «Молмашстрой» (Екатеринбург), (рис. 4). Установка состоит из ультрафильтрационного и нанофильтрационного модулей. В ультрафильтрационном модуле применялись мембраны КУФЭ – 19(0,02) НПО Керамикфильтр (Россия, Москва). В нанофильтрационном модуле применялись мембраны DOW NF245 (США).

Ультрафильтрационный модуль предназначен для разделения сыворотки путем ультрафильтрации на белковый концентрат (альбумин) и пермеат (лактозно-солевой водный раствор). Сыворотка подавалась в ультрафильтрационный модуль из сыроизготовителя, без какой либо подготовки. Получаемый в процессе разделения

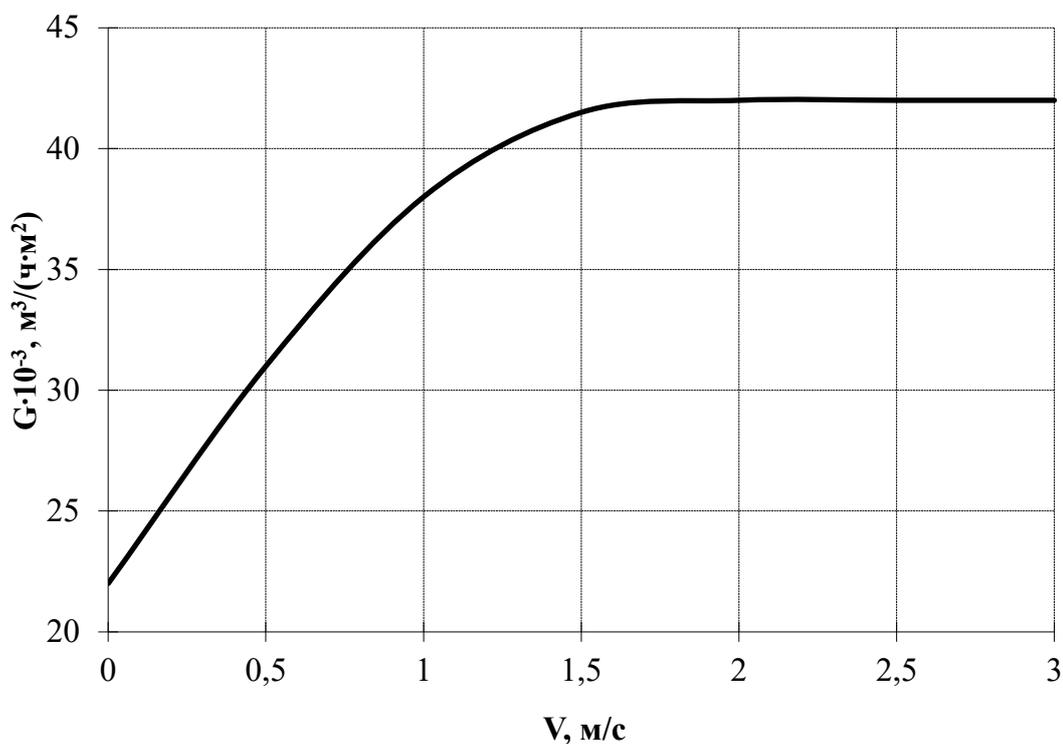


Рисунок 2 - Зависимость проницаемости от скорости течения сыворотки над мембраной

концентрат представлял собой раствор сливочной структуры, с содержанием сухих растворенных веществ около 20%. Пермеат представлял собой прозрачный раствор со слабым по окраске желто-зеленым цветом. Основным компонентом пермеата является лактоза. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля ультрафильтрации приведены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля ультрафильтрации

Параметры	Сыворотка	Концентрат	Пермеат
Белок общий, %	0,71	6,82	0,01
Лактоза, %	4,93	4,92	4,95
Жир, %	0,12	1,04	0,00
Минеральные в-а, %	0,61	0,67	0,61
СВ, %	6,37	13,45	5,57

Нанофильтрационный модуль предназначен для разделения лактозно-солевого водного раствора на концентрат лактозы и пермеат. Раствор подавался в нанофильтрационный модуль без какой либо подготовки. Получаемый в процессе разделения концентрат представлял собой прозрачный раствор с интенсивным по окраске желто-зеленым цветом, с содержанием сухих растворенных веществ более 20%. Пермеат, представлял собой практически чистую воду, с небольшим количеством солей. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля нанофильтрации приведены в табл. 2.

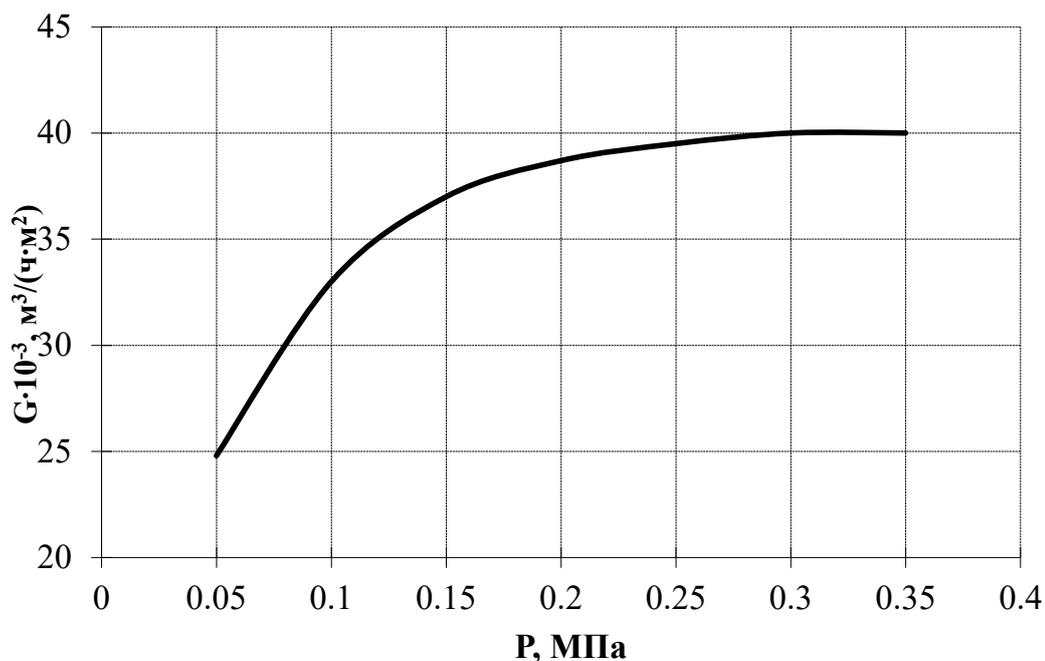


Рисунок 3 – Зависимость проницаемости мембран от давления внутри контура

Таблица 2. Показатели исходного и конечного продуктов после модуля нанофильтрации

Параметры	Лактозно-солевой раствор	Концентрат	Пермеат
Белок общий, %	0,01	0,04	0,00
Лактоза, %	4,95	19,75	0,10
Жир, %	0,00	0,00	0,00
Минеральные в-а, %	0,61	0,67	0,55
СВ, %	5,57	20,46	0,66

Концентрат из обоих модулей смешивался в смесителе, в результате получился продукт (концентрат), имеющий сливочную структуру, содержание сухих веществ более 17%, в том числе около 2% белка (табл. 3).

Таблица 3. Показатели конечного продукта

Параметры	Продукт
Белок общий, %	2,15
Лактоза, %	14,95
Жир, %	0,20
Минеральные в-а, %	0,67
СВ, %	17,97
Кислотность, °Т	19,5



Рисунок 4 – Пилотная установка

Таким образом, проведенные исследования дали возможность разработать технологию и оборудование для переработки молочной сыворотки мембранными методами. Полученные результаты позволяют, на наш взгляд, внедрять высокотехнологичное, конкурентоспособное оборудование для переработки молочной сыворотки как на крупных молочных предприятиях так и на предприятиях небольшой мощности.

Литература

1. Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Безотходная переработка молочного сырья. – М. КолосС, 2008.
2. Тимкин В.А. Баромембранные процессы в молочной промышленности // Аграрный вестник Урала. 2017. № 6 (160). С. 10.
3. Ожгихина Н.Н., Волкова Т.А. Рациональная переработка молочной сыворотки// Переработка молока. - 2012.-№ 9.
4. Тимкин В.А., Лазарев В.А. Производство концентрата молочной сыворотки баромембранными методами // Переработка молока. 2014. № 5 (175). С. 32-34.
5. Евдокимов И.А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки // Переработка молока. - 2011.-№ 9.
6. Тимкин В.А., Лазарев В.А. Определение осмотического давления многокомпонентных растворов пищевой промышленности // Мембраны и мембранные технологии, 2015, том 5, № 1, с. 48–56.
7. Тимкин В.А., Горбунова Ю.А., Лазарев В.А. Применение отечественных керамических мембран // Молочная река. 2015. № 2 (58). С. 56-58.
8. Тимкин В.А. Баромембранные процессы в производстве концентрированных плодоовощных соков и других жидких пищевых сред. Автореферат канд. дисс. М. ВГЗИП, 1997.

Literature

1. Khramtsov A. G., Nesterenko p. G. Waste-free processing of raw milk. – M. Colossus, 2008.
2. Timkin V. A. Baromembrane processes in the dairy industry // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. № 6 (160). P. 10.
3. Azhgikhina N. N., Volkova T. A. Rational processing of whey// Processing of milk. - 2012.-№ 9.
4. Timkin V. A., Lazarev V. A. Production of whey concentrate by baromembrane methods // milk Processing. 2014. № 5 (175). P. 32-34.
5. Evdokimov I. A. Current state and prospects of whey processing // milk Processing. - 2011.-№ 9.
6. Timkin V. A., Lazarev V. A. Determination of osmotic pressure of multicomponent solutions of food industry // Membranes and membrane technologies, 2015, volume 5, № 1, pp. 48-56.
7. Timkin V. A., Gorbunov, Y. A., Lazarev V. A. the Use of domestic ceramic membranes // Milk river. 2015. № 2 (58). P. 56-58.
8. Timkin V. A. Baromembrane processes in the production of concentrated fruit and vegetable juices and other liquid food media. Abstract of Cand. Diss. WGSIP M., 1997.

УДК 662.758.2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВПРЫСКА ВОДЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Денежко Любовь Васильевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

Новопашин Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Садов Артем Александрович, аспирант кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Потетня Константин Михайлович преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: gto992@mail.ru)

Рецензент **М.Б. Носырев**, доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: водотопливная эмульсия, теоретическое исследование, дизельный двигатель, тепловой расчет, рабочий цикл.

Аннотация: Опыт использования водотопливных эмульсий (ВТЭ) и впрыска воды известен давно. Идея впрыска воды в ДВС появилась с его изобретением. Там, где происходил процесс сгорания: в топках паровозов, в котельных установках, - применяли подачу воды. В инструкциях по эксплуатации топок, турбин ТЭЦ в нормативах есть рекомендации по впрыску пара или воды. Системой впрыска воды в двигатель оснащались танки Т-34, самолеты и оснащается современная военная техника, активно применяется в автоспорте.

Исследования, проведенные на различных двигателях, показывают повышение топливной экономичности и экологической безопасности при использовании топливовоздушной смеси с добавлением воды[1,2].

THEORY RESEARCH OF INFLUENCE OF WATER INJECTION FOR INDICATORS OF DIESEL

L.V. Denezhko, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

A.A. Sadov, graduate student of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

K.M. Potetnya teacher of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: gto992@mail.ru)

Reviewer **M.B. Nosyrev**, doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of FSBEI HE Ural GAU

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Keywords: water-fuel emulsion, theoretical study, diesel engine, heat calculation, duty cycle.

Annotation: The experience of using water-fuel emulsions (VTE) and water injection has been known for a long time. The idea of water injection in the internal combustion engine came with his invention. Where the combustion process took place: in the furnaces of steam locomotives, in boiler installations, water supply was used. The instructions for use of furnaces, turbines, CHP in the standards have recommendations for the injection of steam or water.

The T-34 tanks were equipped with a water injection system for the engine, airplanes and modern military equipment were equipped, they are actively used in motor sports.

Studies conducted on various engines show an increase in fuel efficiency and environmental safety when using an air-fuel mixture with the addition of water [1, 2].

Нами были проведены теоретические исследования влияния впрыска воды на показатели дизельного двигателя для 3-х вариантов : с подачей воды 50%, 100% и 150% от цикловой дозы топлива. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Анализ расчетов показал увеличение теплоты сгорания при впрыске воды в камеру сгорания по сравнению с дизельным топливом. Причем, этот показатель повышается в среднем на 119 кДж при увеличении доли воды на каждые 10%.

Таблица 1 - Мощностные, экономические и показатели рабочего цикла дизельного двигателя при впрыске воды

№	Показатели	ДТ	ДТ + 50%Н ₂ О	ДТ + 100%Н ₂ О	ДТ + 150%Н ₂ О
1	2	3	4	5	6
1.	Теплота сгорания топлива, МДж\кг	42,564	48,503	54,442	60,382
2.	Теоретическое количество воздуха, кг\кг топлива	14.345	16,071	17,80	19,523
3.	Теплота сгорания горючей смеси МДж\кг	1.8902	1.9319	1.9654	1,9938
4.	Коэффициент молекулярного изменения	1.0413	1.08	1,11	1.139
5.	Температура сгорания, °К	2112	2064	2029,5	1938
6.	Среднее эффективное давление, МПа	0.6963	0.71314	0.7786	0.6997
7.	Эффективный КПД	0.367	0.370	0.3984	0.354
8.	Эффективный удельный расход топлива, г\кВт	230,46	200,7	166,0	168,42
9.	Эффективная мощность, кВт	43,45	44,5	48,585	43,66
10.	Изменение мощности, %	-	+2,4	+11,8	+0,5
11.	Изменение удельного расхода топлива, %	-	-12,9	-27,9	-26,92

Количество воздуха, необходимое для сгорания водо-топливной смеси, согласно расчетам, требуется больше в связи с добавлением горючего компонента - водорода в воде. При этом потребное количество воздуха требуется больше на 0,345 кг/кг или на 2,4% на каждые 10% увеличения доли впрыскиваемой воды.

Теплота сгорания горючей смеси изменяется в сторону повышения и составляет 1931,9... 1993,8 кДж/кг, т.е. на 2,2...5,5%. У дизельного топлива этот показатель равен 1890,2 кДж/кг.

Отмечено существенное снижение максимальной температуры цикла при впрыске воды в среднем на 11,6 °К на каждые 10% изменения доли воды по сравнению с дизельным топливом, что

связано с потерями тепла на испарение воды и с увеличением количества молей продуктов сгорания с 1,0413 до 1,139 в исследуемых вариантах.

Согласно расчетам наблюдается повышение индикаторного и эффективного КПД двигателя при добавке воды до 100% и его снижение при дальнейшем увеличении доли впрыскиваемой воды.

По результатам расчетов следует отметить тенденцию к увеличению мощности двигателя при впрыске воды по сравнению с традиционным топливом до 11,8% при впрыске воды в количестве 100% с последующим ее снижением.

Расход топлива снижается до 27,9% по сравнению с дизельным топливом, что сопоставимо с увеличением тепловых характеристик водо-топливных смесей. Удельный расход топлива уменьшается на 6,45 г/кВт-ч или на 2,4% в среднем при повышении содержания воды на каждые 10%.

Таким образом, согласно расчетам впрыск воды в дизельный двигатель положительно влияет на показатели рабочего цикла, повышение мощности и снижение расхода топлива.

Литература:

1. Анализ влияния управляемых факторов на топливно-энергетические и экологические показатели двигателя ВАЗ-2111 при работе на топливно-водной смеси Текст. / А. Л. Бирюков, А. П. Картошкин // Известия СПбГАУ. 2010. - № 21. - С.187 -203
2. Применение водно-топливной эмульсии в дизелях и карбюраторных двигателях [Текст] : научное издание / Д. Н. Гордеев, П. П. Гамаюнов, В. И. Цыпцын // Эффектив. исполъз. и повыш. работоспособ. тракт. техн. в с. х. - Саратов, 1995. - С. 178-179
3. Анализ влияния управляемых факторов на топливно-энергетические и экологические показатели двигателя ВАЗ-2111 при работе на топливно-водной смеси Текст. / А. Л. Бирюков, А. П. Картошкин // Известия СПбГАУ. 2010. - № 21. - С.187 -203
4. Болотов, А. К. Опыт снижения токсичности отработавших газов дизелей за счет подачи воды Текст. / А.К. Болотов, В. А. Лиханов, В. М. Попов, А.М. Сайкин // Двигателестроение 1982. - № 7 - С. 48-50.
5. Гарш, Е. И. Снижение токсичности карбюраторных двигателей при впрыске воды Текст. / Е. И. Гарш // Сб. научн. тр. ф-та механизации с.-х. ВГМХА им. Н.В. Верещагина. Выпуск 1 Вологда-Молочное, 2001 - С. 27-29.
6. Горбатенков, А. И. Снижение выбросов окислов азота с отработавшими газами тракторных дизелей путем организации рабочего процесса на во-дотопливной смеси Текст.: автореферат дисс. канд. техн. наук / Горбатенков А. И. Тверь, 1998. - 211 с.

7. Применение водно-топливной эмульсии в дизелях и карбюраторных двигателях [Текст] : научное издание / Д. Н. Гордеев, П. П. Гамаюнов, В. И. Цыпцын // Эффектив. использ. и повыш. работоспособ. тракт. техн. в с. х. - Саратов, 1995. - С. 178-179
8. Николаенко; А. В. Снижение выбросов оксидов азота тракторных дизелей путем организации рабочего процесса на водотопливной смеси Текст. / А. В. Николаенко, В. С. Шкрабак, Т. Ю. Салова [и др.] // Двигателестроение. 2000. - №1. - С.35-37.
9. Тактак, А. Улучшение рабочего процесса дизеля присадкой воды к топливу Текст. : автореф. дис. . канд. техн. наук / Тактак А. Барнаул, 2005. - 16 с.
10. Старцев А.А. Улучшение эффективных показателей работы дизельного двигателя путем подачи воды в систему рециркуляции отработавших газов (Текст) А. В. Старцев, И.И. Сторожев // «Достижения науки- агропромышленному производству»: Науч.вестник ЧВАИ.-Вып.№9.-Челябинск,2008.-С.6-9.

Literature:

1. Analysis of the influence of controlled factors on the fuel and energy and environmental performance of the engine VAZ-2111 when working on the fuel-water mixture Text. / A. L. Biryukov, A. P. Kartoshkin // Izvestia SPSAU. 2010. - № 21. - С.187 -203
2. The use of water-fuel emulsion in diesel engines and carburetor engines [Text]: scientific publication / D. N. Gordeev, P. P. Gamayunov, V. I. Cypsyn // Effective. using and higher. workable. tract. tech. in s. x - Saratov, 1995. - p. 178-179
3. Analysis of the influence of controlled factors on the fuel and energy and environmental performance of the engine VAZ-2111 when working on the fuel-water mixture Text. / A. L. Biryukov, A. P. Kartoshkin // Izvestia SPSAU. 2010. - № 21. - С.187 -203
4. Bolotov, A.K. Experience in reducing the toxicity of exhaust gases from diesel engines by supplying water Text. / A.K. Bolotov, V. A. Likhanov, V. M. Popov, A.M. Saikin // Dvigatolestroyeniye 1982. - № 7 - p. 48-50.
5. Garsh, EI. Reducing the toxicity of carburetor engines during water injection Text. / E. I. Garsh // Sat. scientific tr. f-that mechanization S.-H. VGMHA them. N.V. Vereshchagin. Issue 1 Vologda-Dairy, 2001 - p. 27-29.
6. Gorbatenko, A.I. Reduction of emissions of nitrogen oxides with exhaust gases of tractor diesel engines through the organization of the working process on water-fuel mixture Text .: abstract of thesis. Cand. tech. Sciences / Gorbatenko A.I. Tver, 1998. - 211 p.
7. The use of water-fuel emulsion in diesel engines and carburetor engines [Text]: scientific publication / D. N. Gordeev, P. P. Gamayunov, V. I. Cypsyn // Effective. using and higher. workable. tract. tech. in s. x - Saratov, 1995. - p. 178-179

8. Nikolaenko; A. V. Reducing emissions of nitrogen oxides in tractor diesel engines by organizing a working process on a water-fuel mixture Text. / A. V. Nikolaenko, V. S. Shkrabak, T. Yu. Salova [and others] // Dvigatolestroyeniye. 2000. - №1. - P.35-37.
9. Taktak, A. Improving the workflow of a diesel with water additive to fuel. Text. : Abstract. dis. . Cand. tech. Sciences / Taktak A. Barnaul, 2005. - 16 p.
10. Startsev A.A. Improving the efficient performance of a diesel engine by supplying water to the exhaust gas recirculation system (Text) A. V. Startsev, I.I. Storozhev // "Achievements of science-agro-industrial production": Scientific scientist ChVAI. Issue No. 9.-Chelyabinsk, 2008.-P.6-9.

БИОДИЗЕЛЬ КАСТОРОВОГО МАСЛА, КАК ПРОЦЕСС ЭТЕРИФИКАЦИИ

Ю.В. Панков, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: PankovV@yandex.ru)

Л.А. Новопашин, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Л.В. Денежко, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

А.А. Садов, аспирант кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Рецензент **М.Б. Носырев**, доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: биодизель, этерификация, структура, триацилглицерид, рицинолиевая кислота, касторовое масло, углеводородное топливо

Аннотация:

Биодизель – биотопливо на основе растительных масел, в форме сложных эфиров – триацилглицеридов карбоновых кислот. Карбоновые кислоты – это органические соединения, содержащие карбоксильную группу (карбоксил) и остаток любой карбоновой кислоты с общим названием «ацил». Свойства биодизеля характеризуется углеводородной группой CH_2 . В качестве добавки биодизель в концентрации 20 %...30% может добавляться к чистому дизельному топливу. Как исходное сырье биодизеля используют растительное масло, (например, $\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{O}_2)_3$ – касторовое масло, и спирта-этанола $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Для того чтобы превратиться в биодизель, растительные масла подвергаются процессу этерификации, в ходе которого превращаются в сложные эфиры жирных кислот. Смесь этих эфиров и называют биодизелем. Физико – химические свойства различных смесей дизельного топлива ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$) и биодизеля существенно зависят от структуры их строения. **Касторовое масло** – жидкость. Возможное применение касторового масла в качестве компонента биодизеля основывается на том, что структурная формула рицинолеиновой

жирной кислоты имеет мононенасыщенные цепи углеводородных групп CH₂, мононенасыщенной олеиновой жирной кислоты, насыщенные цепи пальмитиновой жирной кислоты, цепи стеариновой жирной кислоты, и полиненасыщенной линолевой жирной кислоты.

Основные физико-химические свойства касторового масла определяет рицинолеиновая кислота. Касторовое масло в воде не растворяется, хорошо растворяется (1:1) в спирте. Плохо растворяется в бензине. Обладает слабовыраженным запахом и характерным (неприятным) вкусом. На воздухе загустевает, но не покрывается пленкой - не окисляется и не высыхает, что является свойством практически.

BIO DIESEL OF CASTOR OIL AS A PROCESS OF ETERIFICATION

Y.V. Pankov, candidate of chemistry sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: PankovV@yandex.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

L.V. Denezhko, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

A.A. Sadov, graduate student of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Reviewer **M.B. Nosyrev**, doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of FSBEI HE Ural GAU

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail:

Keywords: biodiesel, esterification, structure, triacylglyceride, ricinolic acid, castor oil, hydrocarbon fuel

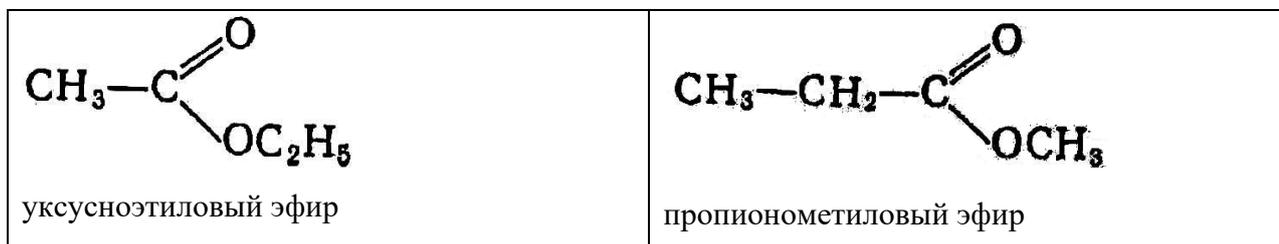
Annotation:

Biodiesel - biofuel based on vegetable oils, in the form of esters - carboxylic acid triacyl dicyrides. Carboxylic acids are organic compounds containing a carboxyl group (carboxyl) and the residue of any carboxylic acid with the common name "acyl". The properties of biodiesel are characterized by the hydrocarbon group CH₂. As an additive, biodiesel at a concentration of 20% ... 30% can be added to pure

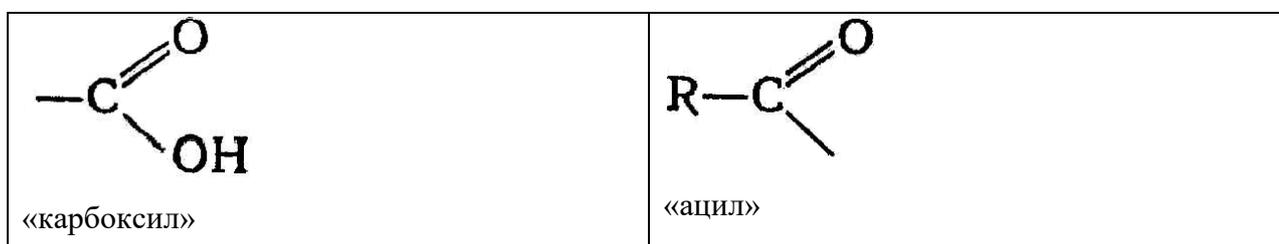
diesel fuel. As a biodiesel feedstock, vegetable oil is used, (for example, C₃H₅ (C₁₈H₃₃O₃) 3 - castor oil, and ethanol-ethanol C₂H₅OH). In order to turn into biodiesel, vegetable oils undergo an esterification process, during which they are converted into esters of fatty acids. A mixture of these esters and called biodiesel. The physicochemical properties of various mixtures of diesel fuel (C₁₆H₃₄) and biodiesel significantly depend on the structure of their structure. Castor oil is liquid. Possible use of castor oil as a component of biodiesel is based on the fact that the structural formula of ricinoleic fatty acid has monounsaturated chains of hydrocarbon groups CH₂, monounsaturated oleic fatty acid, saturated chains of palmitic fatty acid, stearic fatty acid chains, and polyunsaturated linoleic fatty acid.

The main physico-chemical properties of castor oil are determined by ricinoleic acid. Castor oil does not dissolve in water, it dissolves well (1: 1) in alcohol. It is badly dissolved in gasoline. It has a faint odor and a characteristic (unpleasant) taste. It thickens in the air, but does not become covered with a film - it does not oxidize and does not dry out, which is a practical property.

Биодизель – биотопливо на основе растительных или животных жиров (масел), в форме сложных эфиров. Важнейшим методом получения сложных эфиров является реакция этерификации.- взаимодействия спирта с кислотой. Применяется на автотранспорте в чистом виде в форме сложных эфиров и в виде различных смесей с дизельным топливом. Название сложных эфиров производятся от названий тех кислот и спиртов, которые образуют эфиры.

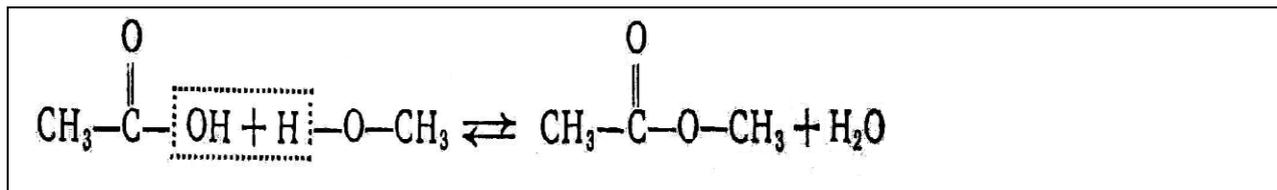


Карбоновые кислоты – это органические соединения, содержащие карбоксильную группу (карбоксил) и остаток любой карбоновой кислоты с общим названием «ацил»:



Название карбоксил произошло от двух слов: «карбонил» > C = O и «гидроксил» - OH, так как кислотную группу можно рассматривать как соединение этих двух групп. Остаток любой карбоновой кислоты носит общее название «ацил». В зависимости от кислоты каждый из этих остатков носит соответствующее название. Методами исследования доказано, что при реакции

этерификации от молекул кислоты отщепляется гидроксил (ОН), а от молекулы спирта отщепляется водород (Н).



Наряду с этерификацией протекает и обратная реакция гидролиза (омыления), при которой сложный эфир расщепляется на кислоту и спирт. В зависимости от природы и количества участвующих в реакции этерификации кислоты и спирта равновесие реакции сдвигается в ту или иную сторону. Для ускорения реакции этерификации, т.е. ускорения образования сложного эфира, необходим катализатор – водородные ионы.

По химической структуре спирты представляют собой характерным сочетанием групп CH_2 и водородной гидроксильной группы ОН. Общая формула одноатомных спиртов предельного ряда $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$:

$\text{CH}_3 - \text{OH} -$	метилвый
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} -$	этиловый
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} -$	пропиловый
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} -$	бутиловый
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} -$	амиловый

Подобно молекулам воды, молекулы низших спиртов связываются между собой водородными связями. По этой причине температура кипения спиртов выше, чем температура кипения соответствующих углеводородов. Общим свойством спиртов является подвижность водорода гидроксильной группы.

Спирты значительно легче окисляются, чем соответствующие углеводороды.

Биодизель из растительных масел по составу композиционно имеет длинные цепи из групп CH_2 – «жирные кислоты» с карбоксилатами – COOH .

Свойства масел зависят, в основном, от типа и содержания жирных кислот, входящих в состав триглицеридов. Жирные кислоты, входящие в состав природных масел (в форме триглицеридов), представляют собой либо жидкости, либо твердые вещества с низкой температурой плавления. Чистые масла бесцветны и их можно разделить на «насыщенные» и «ненасыщенные» жирные кислоты. Основность кислот определяется числом содержащихся в них карбоксильных групп. Так, например, одноосновные кислоты содержат одну карбоксильную группу; двухосновные – две карбоксильных группы и т.д. Исключительным свойством углерода, обуславливающим многообразие органических соединений растительных масел, является способность всех его атомов соединяться прочными ковалентными связями друг с другом.

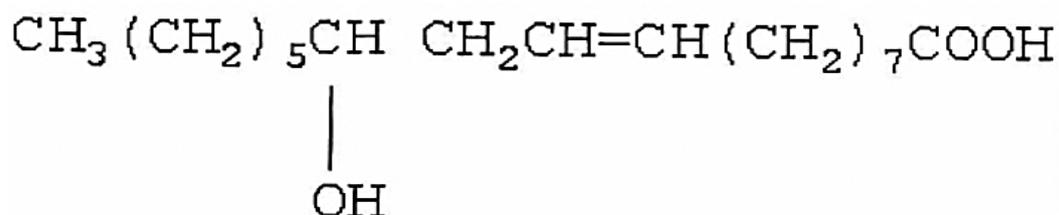
Образуя углеродные цепи практически неограниченной длины. *Растительные масла не имеют изомеров но имеют разветвленные цепи групп CH₂. Касторовое масло – жидкость с молекулами из групп CH₂ различных жирных кислот.*

В зависимости от сорта и степени очистки обладает разной густотой-вязкостью и цветом. Химический состав касторового масла представлен в таблице 1.

Таблица 1 Химический состав касторового масла в виде брутто формул:

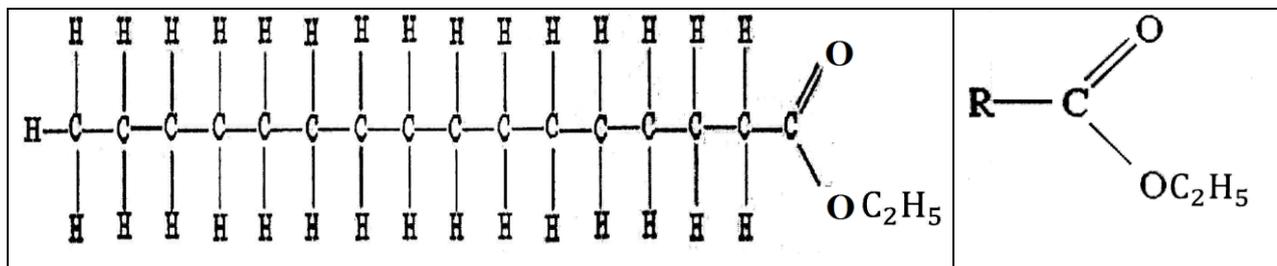
Рицинолеиновая кислота - (мононенасыщенная жирная кислота) CH ₃ (CH ₂) ₅ CH(OH)CH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	~90%
Пальмитиновая кислота (Насыщенная жирная кислота) CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CH(CH ₃)COOH	~1%
Стеариновая кислота (Насыщенная жирная кислота) CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	~1%
Олеиновая кислота (мононенасыщенная жирная кислота) CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	~3%
Линолевая кислота (полиненасыщенная жирная кислота) CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CH-CH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	~4%

Возможное применение касторового масла в качестве компонента биодизеля основывается на том, что структурная формула рицинолеиновой жирной кислоты и других жирных кислот имеют мононенасыщенные цепи углеводородных групп CH₂. Химическая формула мононенасыщенной рицинолеиновой кислоты с одной двойной связью в виде брутто-формулы (по системе Хилла) - C₁₈H₃₄O₃ представлена структурной формой строения групп CH₂:

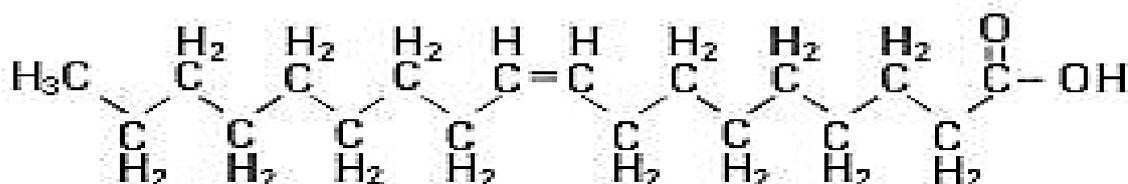


Большой набор жирных кислот (табл. 1) и одноатомных спиртов определяют структурное строение сложного эфира из касторового масла.

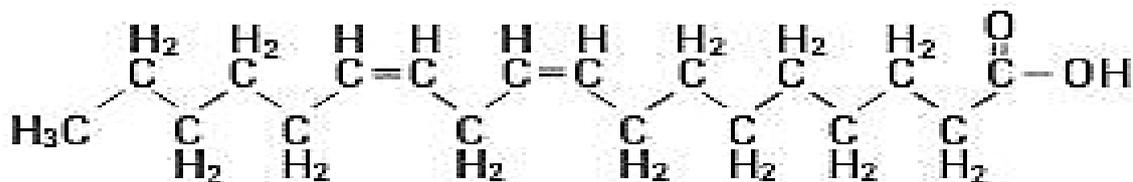
На примере строения структуры пальмитиновая кислота и структуры этилового спирта получаем строение сложного эфира методом этерификации:



Структурная формула ненасыщенных жирных кислот $C_{17}H_{33}COOH$ с одной и двумя двойными связями мононенасыщенной олеиновой жирной кислоты позволяет определять брутто формулу сложного эфира $C_{17}H_{33}COOC_2H_5$



и полиненасыщенной линолевой жирной кислоты $C_{17}H_{31}COOC_2H_5$.



насыщенные цепи пальмитиновой жирной кислоты, цепи стеариновой жирной кислоты.

Основные физико-химические свойства касторового масла определяет рицинолеиновая кислота. Положение двойной связи может меняться при нагревании и при различных химических воздействиях. Касторовое масло в воде не растворяется, хорошо растворяется (1:1) в спирте. Плохо растворяется в бензине. Обладает слабовыраженным запахом и характерным (неприятным) вкусом. На воздухе загустевает, но не покрывается пленкой - не окисляется и не высыхает, что является свойством практически. При температуре менее $-15^{\circ}C$ застывает. В смеси со спиртом температура застывания масла снижается до больших отрицательных значений. Добавка дизельного топлива и биоэтанола к рициновому маслу с предварительной подготовкой снижает вязкость, улучшает низкотемпературные свойства и делает пригодной к ее использованию с точки зрения качественного распыла [4]. В работах оцениваются энергетические возможности композиций биодизеля на основе касторового масла. С учетом структурного строения определены химические элементы исходного сырья. Расчетом получены значения теплоты сгорания углеводородных соединений исследуемых композиций. Расчетом определены изменения эффективной мощности исследуемых композиций смесей биодизеля.

Литература:

1. Химическая энциклопедия. - Т.4. - М.: Советская энциклопедия, 1995. - С. 268
2. Химический энциклопедический словарь. - Под ред. Кнунянц И.Л. - М.: Советская энциклопедия, 1983. - С. 509
3. Л.А. Новопашин, Л.В. Денежко, А.А. Садов, Е.Е. Баженов Исследование показателей работы тракторного дизеля при применении смесового топлива на основе биоэтанола и масла производимого из клещевины
4. Уханов А.П., Уханов Д.А., Адгамов И.Ф. Дизельное смесовое топливо: проблемы и инновационные разработки // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. Т. 1. № 2. С. 46-51.
5. Потапочкин В. В., Ляшков В. И. Исследование вязкости касторового масла // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 1997. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vyazkosti-kastorovogo-masla> (дата обращения: 14.02.2019).
6. Ишмуратов Г.Ю., Легостаева Ю.В., Гарифуллина Л.Р., Боцман Л.П., Насибуллина Г.В., Газетдинов Р.Р. Синтез (3R)-гидроксинанановой кислоты и ее сложноэфирных производных из касторового масла // Вестник Башкирск. ун-та. 2014. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-3r-gidroksinonanovoy-kisloty-i-ee-slozhnoefirnyh-proizvodnyh-iz-kastorovogo-masla> (дата обращения: 14.02.2019).
7. Харченко Галина Михайловна Физико-механические свойства растительных масел // Вестник АГАУ. 2008. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-mehanicheskie-svoystva-rastitelnyh-masel> (дата обращения: 14.02.2019).
8. Свиридов А. А., Шведов И. В., Овчарова Л. Р. Жирнокислотный состав масла семян коллекционных образцов клещевины // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2005. №2 (133). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhirnokislotnyy-sostav-masla-semyan-kollektsionnyh-obraztsov-klesheviny> (дата обращения: 14.02.2019).

Literature:

1. Chemical encyclopedia. - T.4. - M.: Soviet encyclopedia, 1995. - p. 268
2. Chemical encyclopedic dictionary. - Ed. Knunyants I.L. - M.: Soviet Encyclopedia, 1983. - P. 509
3. L.A. Novopashin, L.V. Denezhko, A.A. Sadov, E.E. Bazhenov Study of the performance of a tractor diesel engine when using mixed fuel based on bioethanol and oil produced from castor bean
4. Ukhanov A.P., Ukhanov D.A., Adgamov I.F. Diesel composite fuel: problems and innovative developments // News of the Samara State Agricultural Academy. 2016. V. 1. № 2. S. 46-51.

5. Potapochkin V. V., Lyashkov V. I. Study of the viscosity of castor oil // Bulletin of Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences. 1997. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vyazkosti-kastorovogo-masla> (appeal date: 02/14/2019).
6. Ishmuratov G.Yu., Legostaeva Yu.V., Garifullina L.R., Botsman L.P., Nasibullina G.V., Gazetdinov R.R. Synthesis of (3R) -hydroxynonanoic acid and its ester derivatives from castor oil // Vestnik Bashkirsk. un-that. 2014. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-3r-gidroksinonanovoy-kisloty-i-ee-slozhnoefirnyh-proizvodnyh-iz-kastorovogo-masla> (appeal date: 02/14/2019).
7. Kharchenko Galina Mikhailovna Physico-mechanical properties of vegetable oils // Vestnik AGAU. 2008. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-mehanicheskie-svoystva-rastitelnyh-masel> (appeal date: 02/14/2019).
8. Sviridov A. A., Shvedov I. V., Ovcharova L. R. Fat-acid composition of seed oil of castor collection samples // Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin VNIIMK. 2005. № 2 (133). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhirnokislotnyy-sostav-masla-semyan-kollektsionnyh-obraztsov-klesheviny> (appeal date: 02/14/2019).

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАКТОРОВ БЕЛАРУС И ТРАКТОРОВ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ.

Голдина Ирина Игоревна – старший преподаватель кафедры сервиса транспортных и технологических машин и оборудования АПК, ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ», (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-904-98-50-364, E-mail: ir.goldina@mail.ru)

Несговоров Анатолий Георгиевич - старший преподаватель кафедры сервиса транспортных и технологических машин и оборудования АПК, ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ», (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 221-41-01, E-mail: ag.nesgovorov@gmail.com)

Рецензент: Л. А. Новопашин кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Ключевые слова: Беларусь, трактор, рынок сельскохозяйственной техники, эксплуатационные свойства тракторов.

Аннотация: Рынок сельскохозяйственной техники России насыщен тракторами отечественных и зарубежных производителей. Существенный процент составляют тракторы Беларуси, которые способны конкурировать с ведущими зарубежными марками тракторов по своим эксплуатационным свойствам.

Цель статьи – проанализировать и сравнить эксплуатационные свойства тракторов Беларуси и тракторов ведущих зарубежных фирм.

Данная статья написана по материалам исследований кафедры «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК» Уральского государственного аграрного университета на тему «Оценка эксплуатационных свойств сельскохозяйственных тракторов зарубежного производства».

Для оценки эксплуатационных свойств, использован метод рейтинговой оценки. Произведены расчёты рейтинговых показателей оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 72 - 88 л.с., 91-107 л.с., 126-142 л.с., 144-165 л.с., 195-222 л.с., 284-305 л.с., 340-368 л.с. Все полученные данные представлены в таблицах. По каждой таблице сделан вывод о том, может ли конкурировать трактор Беларуси по своим эксплуатационным свойствам с зарубежными тракторами.

В результате исследования выяснилось, что, если тракторы более низкого тягового класса ещё уступают своим зарубежным аналогам, то тракторы последних разработок уже не уступают

тракторам ведущих зарубежных фирм-производителей, а иногда и превосходят их (Беларус 3022). Каждый агрегат имеет свои преимущества и слабые стороны. Если зарубежной технике свойственно использование большого количества инновационных разработок, то тракторы Беларус в основном привлекают своей ценой, более доступным техническим обслуживанием и ремонтом.

ANALYSIS AND COMPARISON OF OPERATIONAL PROPERTIES OF BELARUS TRACTORS AND TRACTORS OF LEADING FOREIGN COMPANIES.

I.I. Goldina - senior lecturer of the department of service of transport and technological machines and equipment of the agro-industrial complex, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, Karl Libknekhta St., 42 Tel. 8-904-98-50- 364, E-mail: ir.goldina@mail.ru)

A.G. Nesgovorov - senior lecturer of the department of service of transport and technological machines and equipment of the agro-industrial complex, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht st., 42 tel. 8 (343) 221-41-01, E-mail: ag.nesgovorov@gmail.com)

Reviewer: L.A Novopashin candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebkecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33 - 63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Key words: Belarus, tractor, market of agricultural machinery, operational properties of tractors.

Annotation: The market of agricultural machinery in Russia is saturated with tractors of domestic and foreign manufacturers. A significant percentage are tractors Belarus, which are able to compete with the leading foreign brands of tractors in their performance properties.

The purpose of the article is to analyze and compare the performance properties of Belarus tractors and tractors of leading foreign companies.

This article is based on the research of the Department "Service of transport and technological machines and equipment in agriculture" of the Ural state agrarian University on the topic "Evaluation of operational properties of agricultural tractors of foreign production".

To assess the performance properties, the rating method was used. Calculations of rating indicators of evaluation of operational properties of tractors in the range of 72 - 88 HP, 91-107 HP, 126-142 HP, 144-165 HP, 195-222 HP, 284-305 HP, 340-368 HP All the data are presented in the tables. On each table is the conclusion about whether to compete the tractor Belarus on its performance characteristics with foreign tractors.

As a result of the study, it was found out that if tractors of lower traction class are still inferior to their foreign counterparts, the tractors of the latest developments are not inferior to tractors of leading

foreign manufacturers, and sometimes surpass them (Belarus 3022). Each unit has its advantages and weaknesses. If foreign technology is characterized by the use of a large number of innovative developments, the tractors Belarus mainly attracted by its price, more affordable maintenance and repair.

Современный рынок тракторной техники для сельского хозяйства в России очень разнообразен. Он представлен как сборкой на отечественных предприятиях тракторов российского производства, тракторов «Беларус», тракторов зарубежных компаний, так и импортированных из стран ближнего и дальнего зарубежья. Лучшие показатели по оснащению рынка России демонстрируют такие виды продукции тракторостроения, как иномарки российской сборки, тракторы, импортированные из Республик Беларусь и Казахстан.

Таблица 1. – Импорт тракторов Беларусь

Мощность (л\с)	Количество (шт.)	
	2017	2018
До 25 л.с	506	478
От 25 до 50 л.с	516	502
От 51 до 100 л.с	9155	9820
От 101 до 175 л.с	2239	2050
Больше 176 л.с	253	141

Тракторы имеют определенные эксплуатационные качества и свойства, которые оцениваются научно обоснованными измерителями и показателями: мощность двигателя, крутящий момент двигателя, вес трактора и распределение веса между мостами, размерность шин и гусениц. На основании этих параметров рассчитаны удельные показатели, характеризующие эксплуатационные свойства тракторов Беларусь.

Таблица 2. - Расчёт сравнительного анализа эксплуатационных свойств тракторов Беларусь

№ п/п	Марка трактора	Двигатель			Вес, кг		Размерность шин	
		V,	N _e , л.с.	M _{кр} , Нм	P _{ПМ}	P _{ЗМ}	Передние	Задние
1	Беларус 82.1	4,75	81,6	298	1500	2500	11,2R20	15,5R38
2	Беларус 1021	4,75	103	385	1753	2922	360/70 R24	16,9 R38
3	Беларус 1025	4,75	107	385	1777	2962	360/70 R24	18,4 R34
4	Беларус 1221	7,12	130	500	2352	3921	420/70R24	18,4R 34
5	Беларус 1523	7,12	153	596	2250	3750	420/70R24	520/70R 38
6	Беларус 2022	7,12	212	900	2707	4513	420/70R24	580/70R42
7	Беларус 3022	7,15	303	1300	4312	7188	540/65R30	580/70R42
8	Беларус 3522	7,15	355	1500	4125	6875	600/65R34	710/70R42

В качестве примера для расчетов используем данные по трактору Беларусь 82.1

1. Удельная мощность, л.с./л $N_{уд} = \frac{N_e}{V} = \frac{81,6}{4,75} = 17,2$ л.с./л.

2. Удельный крутящий момент, Нм/л.с. $M_{кр}^{уд} = \frac{M_{кр}}{N_e} = \frac{298}{81,6} = 3,6$ Нм/л.с.

3. Удельное давление на почву, кг/см².

$$P_{уд} = \frac{P_M}{S_M}$$

Для переднего моста.

$$P_{уд} = \frac{P_{пм}}{S_{пм}} = \frac{1500}{1023} = 1,47 \text{ кг/см}^2$$

$$S = 2 \times a \times b = 2 \times 25,7 \times 19,9 = 1023 \text{ см}^2$$

$$a_{пм} = 9,8 \times \frac{F_z}{P_{ш} \times b} = 9,8 \times \frac{7,3}{0,14 \times 19,9} = 25,7 \text{ см}$$

$$F_{zпм} = \frac{P_{пм}}{2} = \frac{14,7}{2} = 7,3$$

$$b_{пм} = (0,65 - 0,75)B = 0,7 \times 28,4 = 19,9 \text{ см.}$$

Для заднего моста.

$$P_{уд} = \frac{P_{зм}}{S_{зм}} = \frac{2500}{1722} = 1,45 \text{ кг/см}^2$$

$$S = 2 \times a \times b = 2 \times 31,2 \times 27,6 = 1722 \text{ см}^2$$

$$a_{зм} = 9,8 \times \frac{F_z}{P_{ш} \times b} = 9,8 \times \frac{12,3}{0,14 \times 27,6} = 31,2 \text{ см}$$

$$F_{zпм} = \frac{P_{зм}}{2} = \frac{24,52}{2} = 12,3$$

$$b_{зм} = (0,65 - 0,75)B = 0,7 \times 39,4 = 27,6 \text{ см.}$$

4. Индекс тягового усилия $I_{гт} = M_{кр} \times P_{уд} = 298 \times 1,46 = 435$

Тракторы Беларусь конкурентоспособны. Основные факторы конкурентоспособности - соотношение качества, сервиса и цены.

Цель статьи – проанализировать и сравнить эксплуатационные свойства тракторов Беларусь и тракторов ведущих зарубежных фирм.

Данная статья написана по материалам исследований кафедры «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК» Уральского государственного аграрного университета на тему «Оценка эксплуатационных свойств сельскохозяйственных тракторов зарубежного производства».

Для оценки эксплуатационных свойств используем метод рейтинговой оценки. Рассчитанные удельные показатели и рейтинговые места по тракторам мощностью от 72 до 88 л.с. представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Расчёт рейтингового показателя оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 72 - 88 л.с

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$, Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см ²				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинг вое место	Значение	Рейтинг вое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинг вое место
					Значение	R место	Значение	R место		
Беларус 82.1	17,2	4	3,6	3	1,47	3-4	1,45	1	435	4
CASE Farmal 80JX	27,6	1	4,0	2	1,47	3-4	1,46	2-3	467	3
Deutz-Fahr Agrotron 4.80	20,0	3	3,4	4	1,46	1-2	2,05	4	472	2
Fendt Vario 208	24,8	2	4,2	1	1,46	1-2	1,46	2-3	508	1

На основании данных из таблицы выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств трактора.

1. Беларус 82.1 – $4+3+3,5+1+4 = 15,5$
2. CASE Farmal 80JX – $1+2+3,5+2,5+3 = 12$
3. Deutz-Fahr Agrotron 4.80 – $3+4+1,5+4+2 = 14,5$
4. Fendt Vario 208 – $2+1+1,5+2,5+1 = 8$

Для анализа рейтинговых показателей трактора Беларус 82.1 и зарубежных тракторов выбираем тракторы равные и близкие по мощности двигателя и трактор с лучшими эксплуатационными показателями в интервале 72 - 88 л.с. и делаем вывод о том, что трактор Беларус 82.1 по своим эксплуатационным свойствам уступает своим зарубежным аналогам.

Таблица 4. - Расчёт рейтингового показателя оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 91-107 л.с.

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$, Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см ²				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинг вое место	Значение	Рейтинг вое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинг вое место
					Значение	R место	Значение	R место		
Беларус 1021	21,7	5-6	3,7	5	1,45	1-2	1,46	2-5	558	6
Беларус 1025	21,7	5-6	3,6	6	1,46	3	1,46	2-5	562	5
Fendt Vario 311	30,6	1	4,6	1	1,47	4-6	1,46	2-5	676	1
Deutz-Fahr Agrotron 105	21,9	4	3,8	4	1,47	4-6	1,45	1	574	4
Massey Ferguson 455 Xtra	25,4	2	4,0	2	1,45	1-2	1,47	6	606	3
Massey Ferguson 5455	24,3	3	3,9	3	1,47	4-6	1,46	2-5	607	2

На основании данных из таблицы выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств трактора.

1. Беларусь 1021 – $5,5+5+1,5+3,5+6 = 21,5$
2. Беларусь 1025 – $5,5+6+3+3,5+5 = 23$
3. Fendt Vario 311 – $1+1+5+3,5+1 = 11,5$
4. Deutz-Fahr Agtron 105 – $4+4+5+1+4 = 18$
10. Massey Ferguson 455 Xtra – $2+2+1,5+6+3 = 14,5$
11. Massey Ferguson 5455 – $3+3+5+3,5+2 = 16,5$

Тракторы Беларусь 1021, Беларусь 1025 значительно уступают своим зарубежным аналогам в данном интервале мощности двигателя, а у Беларусь 1021 эксплуатационные показатели выше чем у Беларусь 1025.

Таблица 5. - Расчёт рейтингового показателя оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 126-142 л.с.

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$, Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см ²				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинговое место	Значение	Рейтинговое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинговое место
					Значение	R место	Значение	R место		
Беларус 1221	18,3	4	3,8	4	1,46	1-4	1,46	1-4	730	4
CASE Maxxum 130	28,9	2	4,8	1-2	1,46	1-4	1,46	1-4	912	2
CASE Puma 140	21,2	3	4,8	1-2	1,46	1-4	1,46	1-4	990	1
Massey Ferguson 6713	30,4	1	3,9	3	1,46	1-4	1,46	1-4	767	3

На основании данных из таблицы выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств трактора.

1. Беларусь 1221 – $4+4+2,5+2,5+4 = 17$
2. CASE Maxxum 130 – $2+1,5+2,5+2,5+2 = 10,5$
3. CASE Puma 140 – $3+1,5+2,5+2,5+1 = 10,5$
4. Massey Ferguson 6713 – $1+3+2,5+2,5+3 = 12$

Тракторы Беларус 1221 значительно уступает своим зарубежным аналогам в данном интервале мощности двигателя.

Таблица 6. - Расчёт рейтингового показателя оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 144-165 л.с.

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$, Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см ²				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинговое место	Значение	Рейтинговое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинговое место
					Значение	R место	Значение	R место		
Беларус 1523	21,5	5	3,9	4-6	1,46	1-6	1,62	6	918	5
Massey Ferguson 7615	22,7	4	4,5	2-3	1,46	1-6	1,46	1-5	981	4
Deutz-Fahr Agrottron 150	21,1	6	3,9	4-6	1,46	1-6	1,46	1-5	861	6
John Deer 6155 M	22,8	3	3,9	4-6	1,46	1-6	1,46	1-5	1022	3
Chalenger MT545B	23,6	2	4,5	2-3	1,46	1-6	1,46	1-5	1035	2
Case Puma 165	24,4	1	4,7	1	1,46	1-6	1,46	1-5	1130	1

На основании данных из таблицы выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств трактора.

1. Беларус 1523 – $5+5+3,5+6+5 = 24,5$
2. Massey Ferguson 7615 – $4+2,5+3,5+3+4 = 17$
3. Deutz-Fahr Agrottron 150 – $6+5+3,5+3+6 = 23,5$
4. John Deer 6155 M – $3+5+3,5+3+3 = 17,5$
5. Chalenger MT545B – $2+2,5+3,5+3+2 = 13$
6. Case Puma 165 – $1+1+3,5+3+1 = 9,5$

В данном интервале Беларус 1523 по своим эксплуатационным показателям довольно близок (имеет практически одинаковые показатели) с Deutz-Fahr Agrottron 150. Остальные тракторы значительно превосходят Беларус 1523, особенно Case Puma 165.

Таблица 7. - Расчёт рейтингового показателя оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 195-222 л.с.

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$, Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см ²				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинговое место	Значение	Рейтинговое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинговое место
					Значение	R место	Значение	R место		
Беларус 2022	29,8	2	4,2	3	1,47	3	1,46	1-3	1314	3
Case Puma 210	31,1	1	4,4	2	1,46	1-2	1,46	1-3	1351	2
Chalenger MT595B	29,7	3	4,7	1	1,46	1-2	1,46	1-3	1504	1

На основании данных из таблицы выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств трактора.

1. Беларус 2022 – $2+3+3+2+3 = 13$
2. Case Puma 210 – $1+2+1,5+2+2 = 8,5$
3. Chalenger MT595B – $3+1+1,5+2+1 = 8,5$

У тракторов Case Puma 210, Chalenger MT595B одинаковые эксплуатационные свойства, у Беларус 2022 они значительно ниже.

Таблица 8. - Расчёта рейтингового показателя оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 284-305 л.с.

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$, Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см ²				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинговое место	Значение	Рейтинговое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинговое место
					Значение	R место	Значение	R место		
Беларус 3022	42,4	1	4,3	3	1,46	2-4	1,46	2-4	1898	2
Massey Ferguson 8670	34,5	3	4,8	2	1,46	2-4	1,46	2-4	2044	1
Fendt Vario 930	39,6	2	4,2	4	1,46	2-4	1,46	2-4	1866	3
Chalenger MT755 C	34,2	4	5,0	1	0,57			1	854	4

На основании данных из таблицы выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств трактора.

1. Беларус 3022 – $1+3+3+3+2 = 12$

2. Massey Ferguson 8670 – 3+2+3+3+1 = 12
3. Fendt Vario 930 – 2+4+3+3+3 = 15
4. Challenger MT755 C (гусеничный) – 4+1+1+4 = 10

У трактора Беларус 3022 эксплуатационные показатели одинаковы с Massey Ferguson 8670, а он является лучшим трактором в интервале от 284 до 305 л.с. (всего представлено 8 тракторов). Эксплуатационные показатели у Беларус 3022 немного уступают гусеничному Challenger MT755 C.

Таблица 9. - Расчёт рейтингового показателя оценки эксплуатационных свойств тракторов в интервале 340-368 л.с.

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$, Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см ²				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинговое место	Значение	Рейтинговое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинговое место
					Значение	Р место	Значение	Р место		
CASE IH Magnum 340	37,8	5	4,9	1	1,46	3-6	1,46	3-6	2440	1
Massey Ferguson 8680	41,7	2-4	4,3	4-5	1,46	3-6	1,46	3-6	2178	3-4
Challenger MT675C	41,7	2-4	4,3	4-5	1,46	3-6	1,46	3-6	2178	3-4
Беларус 3522	49,6	1	4,2	6	1,46	3-6	1,46	3-6	2190	2
Challenger MT765 D	41,7	2-4	4,4	3	0,47			1	724	6
Challenger MT755 E	36,2	6	4,7	2	0,48			2	809	5

На основании данных из таблицы выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств трактора.

1. Беларус 3522 – 1+6+4,5+4,5+2 = 18
2. CASE IH Magnum 340 – 5+1+4,5+4,5+1 = 16
3. Massey Ferguson 8680 – 3+4,5+4,5+4,5+3,5 = 20
4. Challenger MT675C – 3+4,5+4,5+4,5+3,5 = 20
5. Challenger MT765 D (гус.) – 3+3+1+6 = 13
6. Challenger MT755 E (гус.) – 6+2+2+5 = 15

Беларус 3522 по своим эксплуатационным показателям уступает лишь лидеру в интервале 340-368 л.с (10 тракторов) CASE IH Magnum 340.

В настоящее время, представленный типоразмерный ряд тракторов Беларус является рациональным для сельскохозяйственного производства, так как в мировом агропроизводстве по своим эксплуатационным свойствам они занимают существенную нишу, и если тракторы более низкого тягового класса ещё уступают своим зарубежным аналогам, то тракторы последних

разработок уже не уступают тракторам ведущих зарубежных фирм-производителей, а иногда и превосходят их (Беларус 3022). Сравнив их между собой, можно прийти к выводу: каждый агрегат имеет свои преимущества и слабые стороны. Если зарубежной технике свойственно использование большого количества инновационных разработок, то тракторы отечественной сборки в основном привлекают своей ценой, более доступным техническим обслуживанием и ремонтом. Выбирая трактора, необходимо ориентироваться на их мощность и тяговое усилие.

Список литературы:

1. Беларусь увеличила экспорт тракторов в 2017 году на 11,5% [Электронный ресурс]// Режим доступа: <http://www.belmarket.by/belarus-uvlichila-eksport-traktorov-v-2017-godu-na-115>
2. Экспорт белорусских тракторов снизился в 2018 году [Электронный ресурс]// Режим доступа: <https://agronews.com/by/ru/news/analytics/2019-02-19/34672>
3. Экспорт тракторов из Беларуси продолжил снижаться в 2019 году [Электронный ресурс]// Режим доступа: <https://agronews.com/by/ru/news/analytics/2019-03-26/35565>
4. Картошкин А.П. Тракторы: учебное пособие/ А.П. Картошкин, И.Н.Усс, А.И. Бобровник и др. – СПб.: Проспект Науки, 2018. -736с.
5. Грибов И.В., Перевозчикова Н.В. Оценка потребительских свойств тракторов Беларус// В сборнике: Вклад молодых ученых в аграрную науку материалы международной научно-практической конференции. Самарская государственная сельскохозяйственная академия. 2016. С. 349-352.
6. Грибов И.В., Перевозчикова Н.В. Оценка функциональных характеристик тракторов Беларус// В сборнике: Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. 2016. С. 102-105.

Bibliography:

1. Belarus increased the export of tractors in 2017 by 11.5% [Electronic resource] // Access mode: <http://www.belmarket.by/belarus-uvlichila-eksport-traktorov-v-2017-godu-na-115>
2. Export of Belarusian tractors decreased in 2018 [Electronic resource] // Access mode: <https://agronews.com/by/ru/news/analytics/2019-02-19/34672>
3. Exports of tractors from Belarus continued to decline in 2019 [Electronic resource] // Access mode: <https://agronews.com/by/ru/news/analytics/2019-03-26/35565>
4. Kartoshkin A.P. Tractors: a tutorial / A.P. Kartoshkin, I.N.Uss, A.I. Bobrovnik et al. - SPb .: Prospect Nauki, 2018. -736с.
5. Gribov I.V., Perevozchikova N.V. Evaluation of consumer properties of tractors Belarus // In the collection: The contribution of young scientists to the agrarian science materials of the

international scientific-practical conference. Samara State Agricultural Academy. 2016. p. 349-352.

6. Gribov I.V., Perevozchikova N.V. Assessment of functional characteristics of tractors Belarus // In the collection: The contribution of young scientists to the innovative development of the agricultural sector of Russia. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the 65th anniversary of the FSBEI HE Penza State Agricultural Academy. 2016. pp. 102-105.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КАРДАННОГО ВАЛА, КАК СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Иовлев Григорий Александрович, к.э.н., доцент, заведующий кафедрой сервиса транспортных и технологических машин и оборудования АПК, ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ», (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-922-20-87-846, E-mail: gri-iovlev@yandex.ru)

Голдина Ирина Игоревна – старший преподаватель кафедры сервиса транспортных и технологических машин и оборудования АПК, ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ», (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-904-98-50-364, E-mail: ir.goldina@mail.ru)

Рецензент: Л. А. Новопашин кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Ключевые слова: карданный вал, вилка, крестовины, карданная передача, нагрузочный режим, технологический процесс.

Аннотация: В статье затронут вопрос истории изобретения и усовершенствования карданного вала, его сегодняшняя конструкция. Отмечено, что современная технология ремонта предусматривает замену ключевых компонентов карданной передачи. Существующий рынок комплектующих позволяет не только восстановить, но и изготовить любой вариант карданного вала на заказ по предоставленному чертежу. Далее в работе рассмотрены вопросы восстановления карданной передачи на привод жатки зерноуборочного комбайна Acros 530. Приведена технологическая карта на диагностирование технического состояния штатной карданной передачи, прочностные расчеты и технология сборки карданного вала из комплектующих фирмы WALTERSCHEID с равными эксплуатационными свойствами. Технологический процесс восстановления карданного вала также представлен в виде технологической карты, где определены все технологические операции восстановления (модернизации) карданного вала. Произведены прочностные расчёты. Расчёты предельных нагрузочных режимов работы карданных валов, без разрушений, производятся на: напряжения кручения; напряжения изгиба; напряжения кручения, вызванные неравномерностью вращения; расчёт крестовины карданного шарнира (на сопротивление изгибу, на срез); расчёт вилки карданного шарнира (на изгиб и на кручение); расчёт профильного (трубного) соединения (на напряжения кручения, на смятие

профиля, на износ. Сделан вывод, что на сегодняшний день карданный вал представляет собой сложное техническое изделие и требует к себе соответствующего отношения, т.е. своевременного проведения обслуживания. Несоблюдение наиболее простых правил грозит простоями техники и существенными денежными потерями для организации. Кроме того, в масштабах всего сельхозмашиностроения можно кардинально снизить металлоемкость не только данной карданной передачи, но и любых карданных передач, что на сегодня является актуальнейшим направлением материало- и ресурсосбережения.

MODERNIZATION OF THE PROPELLER SHAFT, AS A WAY TO RECOVER

G.A. Iovlev, associate professor, head of the department of transport and technological machinery and equipment service of the agro-industrial complex, Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, Karl Libknekhta St., 42 Tel. 8-922-20-87 -846, E-mail: gri-iovlev@yandex.ru)

I.I. Goldina - senior lecturer of the department of service of transport and technological machines and equipment of the agro-industrial complex, Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, Karl Libknekhta St., 42 Tel. 8-904-98-50- 364, E-mail: ir.goldina@mail.ru)

Reviewer: L.A Novopashin candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33 - 63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Keywords: cardan shaft, plug, cross joints, cardan transmission, a load mode process.

Abstract: The article touches upon the history of the invention and improvement of the propeller shaft, its current design. It is noted that the modern repair technology provides for the replacement of key components of the cardan transmission. The existing market of accessories allows not only to restore, but also to make any option of a driveshaft to order according to the provided drawing. Next, the paper considers the questions of restoration driveline to the drive harvester combine harvester Acros 530. The technological map for diagnosing the technical condition of the standard gimbal, strength calculations and the technology of assembling the gimbal from Walterscheid components with equal operational properties is presented. The technological process of recovery of the propeller shaft is also represented in the form of a task list, which identifies all the processes of reconstruction (modernization) of the propeller shaft. Strength calculations are made. Calculations of the limit load modes of operation of drive shafts, no damage, made in: tension torsion; bending stresses; tension torsion caused by the non-uniformity of

rotation; the calculation of the joint crosses (resistance to bending, shear); the calculation of the yoke hinge (bending and torsion); calculation of the profile (tube) connections (voltage torsion, crushing profile for wear. It is concluded that today the cardan shaft is a complex technical product and requires an appropriate attitude, i.e. timely maintenance. Failure to comply with the simplest rules threatens downtime and significant monetary losses for the organization. In addition, on the scale of all agricultural machinery can dramatically reduce the metal content of not only the cardan transmission, but also any cardan transmission, which today is the most important direction of material and resource saving.

Первое карданное соединение – это две вилки, связанные крестовиной с помощью четырех игольчатых подшипников. Впервые данное соединение было применено для поддержки морского компаса. Позднее было обнаружено, что карданное соединение равномерно передает движение, когда два соединения находятся в одной плоскости и функционируют последовательно под одним и тем же углом. Автором этого изобретения, относящегося к середине XVI века, как считают исследователи истории механики, является Джироламо Кардано.

С 16 столетия карданный вал был усовершенствован. В 1903 году Спайсер применил шлицевую втулку, для того, чтобы компенсировать колебания линейных размеров. И до настоящего времени, принципиально отличающейся, более совершенной схемы для передачи крутящего момента, не предложил никто.

Простейший кардан состоит из:

1. Центральный вал – представляет собой наружную трубу с внутренним шлицем и шлицевой вал с наружным шлицем различных типоразмеров.
2. Вилка – узел, который вместе с крестовиной передает крутящий момент между машиной и агрегатированным механизмом во время работы. По конструкции вилки могут быть фланцевыми и с отверстием, под шлиц или вал.
3. Крестовины - это шарниры в форме креста, для того, чтобы все вращающиеся элементы работали под определенным изменяющимся углом для плавной передачи крутящего момента. Угол вращения в процессе работы не должен превышать 20 градусов. В противном случае, крестовина начинает работать под большой нагрузкой, что влияет на износ, работоспособность и сбалансированность карданного вала.
4. Защита карданного вала - дополнительная мера безопасности, эксплуатация без которой категорически запрещена.

В качестве дополнительной комплектации карданные валы экипируются: широкими соединительными вилками, когда можно передавать крутящий момент на угол до 80 градусов; предохранительными муфтами, от самой простейшей до сложной обгонной или фрикционной; эластичными муфтами, для гашения резких крутильных колебаний.

Карданные валы принадлежат к категории быстровращающихся валов, их главной чертой является формирование дополнительных нагрузок, вызываемых центробежными силами, величина которых пропорциональна квадрату частоты вращения. Из этого следует, что влияние этих сил тем больше, чем больше дисбаланс вала. На величину центробежных сил, на величину дисбаланса влияет, в первую очередь, масса карданного вала. При высоких оборотах центробежные силы стремятся изогнуть вал, увеличивая его несбалансированность. Постепенно вал приходит в неработоспособное состояние.

При передаче равных крутящих моментов предпочтительнее использовать карданные валы с меньшей массой, но удовлетворяющих требованиям прочности (на изгиб, на скручивание, на срез).

Статистические данные говорят о том, что около 75% деталей, выбрасываемых при первом капитальном ремонте сельскохозяйственной техники, являются ремонтно-пригодными.

Современная технология ремонта предусматривает замену ключевых компонентов карданной передачи. Существующий рынок комплектующих позволяет не только восстановить, но и изготовить любой вариант карданного вала на заказ по предоставленному чертежу.

При проведении работ, связанных с текущим ремонтом сельскохозяйственной техники, сервисные предприятия стали применять комплектующие карданных валов, ведущих зарубежных фирм, в том числе WALTERSCHEID.

В данной работе рассмотрены вопросы восстановления карданной передачи на привод жатки зерноуборочного комбайна Acros 530. Приведена технологическая карта на диагностирование технического состояния штатной карданной передачи, прочностные расчеты и технологию сборки карданного вала из комплектующих фирмы WALTERSCHEID с равными эксплуатационными свойствами.

Проектирование технологического процесса определения технического состояния (диагностирования) и восстановления карданного вала привода 6-ти метровой жатки рассмотрен для зерноуборочного комбайна Acros 530 – K01. 016. 145. 180. 318. 318. [8].

Технологический процесс определения технического состояния (диагностирования) представлен в виде технологической карты, где обозначены все технологические операции определения технического состояния [1].

Операционно-технологическая карта диагностики зерноуборочного комбайна Acros 530

Общая трудоёмкость - ____ чел. ч.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № ____

Карданный вал привода жатки - K01. 016. 145. 180. 318. 318.

Трудоёмкость, чел. мин (чел.ч). – 57 (0,95)

№ п/п	Наименование и содержание работ (операций)	Место выполнения операции	Трудоёмкость, чел. мин. (чел.ч)	Приборы, инструменты, приспособления	Технические требования и указания
1	Очистка вала	Участок мойки, диагностики и деффектовки	3,4 (0,06)	Щётка	Карданный вал должен быть чистым, пригодным для диагностики
2	Проверка вала на состояние сварных швов, на прогиб	-//-	6 (0,1)	Призмы, штатив, индикатор часового типа	Допускается на длине 1 м не более 0,5 мм
3	Проверка лёгкости и плавности проворачивания крестовин и вилок	-//-	2 (0,03)	От руки, визуально	Карданные шарниры должны вращаться свободно без заеданий, погнутость вилок (несоосность отверстий вилок) не допускается
4	Проверка карданных шарниров на наличие осевых и радиальных зазоров	-//-	19,2 (0,32)	Нутромер с индикатором часового типа	Диаметр вилки карданного шарнира под игольчатый подшипник не должен превышать 28, 825 мм
5	Проверка окружного зазора в шлицевом соединении	-//-	13,2 (0,22)	Система измерений вибрацион-ная балан-сировочная ВИБРОЛАБ	Предельно допустимый окружной зазор по среднему диаметру шлиц – 0,3 мм Номинальный окружной зазор – 0,08 мм
6	Проверка радиального зазора в шлицевом соединении	-//-	13,2 (0,22)	Система измерений вибрацион-ная балан-сировочная ВИБРОЛАБ	Предельно допустимый радиальный зазор – 0,065 мм Номинальный радиальный зазор - 0,015 мм
7	Заключение				

Технологический процесс восстановления карданного вала также представлен в виде технологической карты, где определены все технологические операции восстановления (модернизации) карданного вала*.

Операционно-технологическая карта ремонта зерноуборочного комбайна Acros 530
 Общая трудоёмкость - ____ чел. ч.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № __

Карданный вал привода жатки.

Трудоёмкость, чел. мин. (чел.ч) – 94,2 (1,57).

№ п/п	Наименование и содержание работ (операций)	Место выполнения операции	Трудоёмкость, чел. мин. (чел.ч)	Приборы, инструменты, приспособления
1	Установка внутренней вилки внутреннего телескопа в сборочный стенд (конструкторская разработка)	Участок ремонта	1,8 (0,03)	Сборочный стенд
2	Установка трубы внутреннего телескопа в сборочный стенд	Участок ремонта	1,8 (0,03)	Сборочный стенд
3	Запрессовка трубы внутреннего телескопа во внутреннюю вилку	Участок ремонта	16,2 (0,27)	Сборочный стенд
4	Установка внутренней вилки наружного телескопа в сборочный стенд	Участок ремонта	1,8 (0,03)	Сборочный стенд
5	Установка трубы наружного телескопа в сборочный стенд	Участок ремонта	1,8 (0,03)	Сборочный стенд
6	Запрессовка трубы наружного телескопа во внутреннюю вилку	Участок ремонта	16,2 (0,27)	Сборочный стенд
7	Установка универсального шарнира в вилку ВОМ и внутреннюю вилку внутреннего телескопа	Участок ремонта	26,4 (0,44)	Сборочный стенд
8	Установка универсального шарнира в вилку вала приводной машины и внутреннюю вилку наружного телескопа	Участок ремонта	26,4 (0,44)	Сборочный стенд
9	Сборка карданного вала	Участок ремонта	1,8 (0,03)	Вручную

*Названия составных частей карданного вала приняты в соответствии с ГОСТ 33032-2014 Валы карданные сельскохозяйственных машин. Общие технические условия [2].

Сборка карданного вала из комплектующих фирмы WALTERSCHEID осуществляется на оригинальном спроектированном стенде.

Для обоснования конструкторских расчётов рассмотрены следующие исходные данные:

1. Характеристика карданных валов (табл. 1)

Таблица 1. – Сравнительная характеристика штатного карданного вала и проектируемого.

Показатели	Штатный карданный вал	Проектируемый карданный вал из сборочных единиц фирмы WALTERSCHEID
Длина карданного вала, см	145 (180)	145 (180)
Размер вилки, мм	Не более 90	84
Высота крестовины, мм	72,9	75
Диаметр подшипника крестовины, мм	28	27
Размер внутреннего телескопического вала, мм	Шлицевой вал: $d_{нар} - 34,87$ $d_{вн} - 29$	Профильная труба (лимоновидная): $a \times b \times t$ 34,5×40×4 a – ширина; b – высота; t – толщина профиля
Размер наружного телескопического вала, мм	Шлицевая втулка: $d_{нар} - 34,95$ $d_{вн} - 29,8$	Профильная труба (лимоновидная): $a \times b \times t$ 41×48×3
Масса карданного вала, кг	16,3	14,1 в т.ч. вес внутреннего телескопического вала – 6,64; внешнего телескопического вала – 7,48*
Номинальный крутящий момент, Нм	160	160

* Справочно. Масса 1 п.м. профиля 0v взята 3,3 кг; профиля 1 – 3,94 кг; расчётная длина внутреннего и наружного телескопического валов – 1306 мм; масса шарнира карданного АК.016.113.264 – 2,33 кг.

2. Требования к материалам (табл. 2).

Таблица 2. – Марки сталей, используемые для изготовления конструктивных элементов.

Наименование конструктивного элемента	Марка стали	Обозначение стандарта
Трубы	15, 20, 35	ГОСТ 1050
Крестовина	55ПП	ГОСТ 1050
	20Х, 15ХГН2ТА, 18ХГТ, 20ХГНТР, 12ХГНЗА	ГОСТ 4543
Вилки	35, 40, 45, 35Х	ГОСТ 1050, ГОСТ 4543
Шлицевой вал	38ХС	ГОСТ 4543

Произведены следующие прочностные расчёты.

Расчёты предельных нагрузочных режимов работы карданных валов, без разрушений, производятся на:

- напряжения кручения;
- напряжения изгиба;
- напряжения кручения, вызванные неравномерностью вращения;
- расчёт крестовины карданного шарнира (на сопротивление изгибу, на срез);
- расчёт вилки карданного шарнира (на изгиб и на кручение);
- расчёт профильного (трубного) соединения (на напряжения кручения, на смятие профиля, на износ).

Для подбора пресса, для соединения вилок шарнира с телескопическими валами, рассчитано усилие запрессовки.

Для расчётов предельных нагрузочных режимов работы карданного вала, рассчитана мощность и крутящий момент на трансмиссионном валу привода жатки зерноуборочного комбайна Acros 530.

Исходными данными являются кинематическая схема привода основных узлов и механизмов зерноуборочного комбайна Acros 530 [3]. В этой схеме представлены диаметры шкивов, обороты валов следующей кинематической цепи: вал двигателя - вал главного контрпривода; вал главного контрпривода – вал отбойного битера; вал отбойного битера – вал наклонной камеры; вал наклонной камеры – трансмиссионный вал.

Расчёт мощности произведен через определение крутящих моментов на соответствующих валах кинематической схемы передачи крутящего момента от двигателя до привода жатки через передаточные отношения.

Крутящий момент на ведущем валу рассчитан по следующей формуле [4,5]:

$$M_i = \frac{N_i}{n_i} \times 9550,$$

где, N_i – мощность на i -м (ведущем) валу;

n_i – число оборотов на i -м валу.

Крутящий момент на ведомом валу рассчитан по следующей формуле:

$$M_{i+1} = M_i \times i,$$

где, i – передаточное отношение.

Мощность на ведомом валу рассчитана по следующей формуле;

$$N_{i+1} = \frac{M_{i+1} \times n_{i+1}}{9550} \times \eta,$$

где, η – КПД передачи. $\eta = 0,96$

Для расчёта параметров и характеристик трансмиссионного вала использована кинематическая схема привода основных узлов и механизмов зерноуборочного комбайна Acros

530. При расчёте были использованы данные по диаметрам шкивов и оборотам валов (двигателя, главного контрпривода, отбойного битера и наклонной камеры). Число оборотов задано в соответствии с кинематической схемой. $n = 1403 \text{ мин}^{-1}$;

Полученные значения мощности и моментов на валах представлены в виде графика (рис. 1).

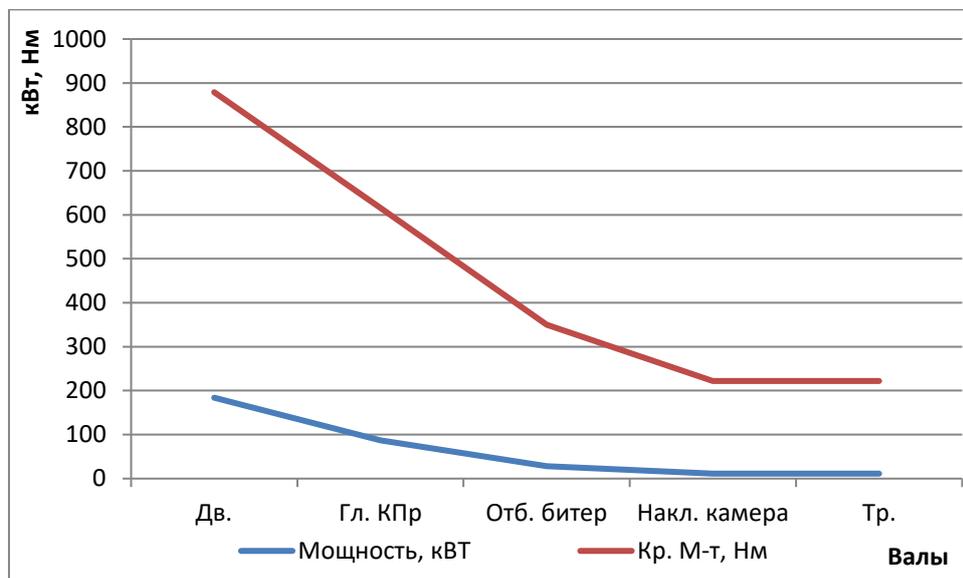


Рисунок 1. Изменения мощности и крутящего момента от двигателя до привода жатки.

Мощность, необходимая для привода рабочих органов жатки (режущий аппарат, транспортировка хлебной массы до наклонной камеры) составляет – 7,5 кВт [6].

Мощность, подведённая к трансмиссионному валу, превышает мощность, необходимую для привода жатки почти в 1,5 раза (7,5 и 11,3 кВт).

Прочностные расчёты произведены по крутящему моменту и мощности, подведённой к трансмиссионному валу.

Технологический процесс восстановления карданного вала через модернизацию данного соединения (использование современных зарубежных комплектующих) влияет на надёжность и работоспособность машин, повышая данные показатели, и расход материалов, снижая их (масса модернизированного карданного вала на 14%, на 2,2 кг меньше штатного вала).

В заключении можно сказать, что на сегодняшний день карданный вал представляет собой сложное техническое изделие и требует к себе соответствующее отношение и своевременное проведение обслуживания. Несоблюдение наиболее простых правил грозит простоями техники и существенными денежными потерями для организации. Кроме того, в масштабах всего сельхозмашиностроения можно кардинально снизить металлоёмкость не только данной карданной передачи, но и любых карданных передач, что на сегодня является актуальнейшим направлением материало- и ресурсосбережения.

Список литературы:

1. Технологические карты. Виды и назначение технологических карт. [электронный ресурс] Режим доступа: https://studref.com/319866/tehnika/tehnologicheskie_karty
2. ГОСТ 33032-2014 Валы карданные сельскохозяйственных машин. Общие технические условия. [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rags.ru/gosts/gost/60201/>
3. Комбайн зерноуборочный самоходный РСМ-142 «ACROS-530». Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. [электронный ресурс] Режим доступа: http://агроцентр56.рф/docs/instruction_combain/ИЭиТО%20ACROS%20530.pdf
4. Кинематические и силовые соотношения в механических передачах. [электронный ресурс] Режим доступа: <http://zdamsam.ru/a60954.html>
5. Введение в передачи. [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.detalmach.ru/lect3.htm>
6. Определение мощности, необходимой на выполнение технологического процесса комбайном. [электронный ресурс] Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5440882/page:4/>
7. Адамович А.И., Ермиенко И.Ю., Кукушкин Е.В., Кукушкин С.В. Расчет напряжений сечений карданных валов транспортно-технологических машин в программном продукте WINMACHINE// Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2017. № 5. С. 74-77.
8. Иовлев Г.А., Бахтерев А.П., Зорков В.С., Несговоров А.Г., Голдина И.И. Управление технической готовностью парка транспортно-технологических машин// Теория и практика мировой науки. 2016. № 2. С. 71-80

List of references:

1. Technological map. The types and purpose of the process maps. [electronic resource] access Mode: https://studref.com/319866/tehnika/tehnologicheskie_karty
2. GOST 33032-2014 the propeller Shafts of agricultural machines. General specifications. [electronic resource] access Mode: <http://www.rags.ru/gosts/gost/60201/>
3. A combine harvester self-propelled RSM-142 "ACROS-530". Operation and maintenance manual. [electronic resource] access Mode: http://агроцентр56.рф/docs/instruction_combain/ИЭиТО%20ACROS%20530.pdf
4. Kinematic and power correlation in a mechanical transmission. [electronic resource] access Mode: <http://zdamsam.ru/a60954.html>
5. Introduction to transfers. [electronic resource] access Mode: <http://www.detalmach.ru/lect3.htm>
6. Determination of the power required to perform the process combine. [electronic resource] access Mode: <https://studfiles.net/preview/5440882/page:4/>

7. Adamovich A. I., Ermanco I. Yu., Kukushkin, E. V., Kukushkin, S. V., stress analysis of cross sections of the drive shafts of the transport-technological machines in the software product WINMACHINE// computer-aided design in mechanical engineering. 2017. No. 5. P. 74-77.

8. Iovlev G. A., Bakharev A. P., V. S. Zorkov, Nezgovorov A. G., Goldin I. Management of technical readiness of the Park of transport and technological machines// Theory and practice of world science. 2016. No. 2. P. 71-80

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ В СИСТЕМАХ КОЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ

Балаба Станислав Владимирович, аспирант УрГАУ, Уральский институт ГПС МЧС России (Екатеринбург, ул. Мира, д.22).

Крудышев Владимир Валерьевич., к.с-х.н., доцент кафедры пожарной техники, Уральский институт ГПС МЧС России (Екатеринбург, ул. Мира, д.22).

Новопашин Леонид Алексеевич, к.т.н., доцент, заместитель декана по научной работе – заведующий кафедрой тракторы и автомобили, УрГАУ (Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42).

Зубарев Игорь Александрович, к.п.н., доцент, заместитель начальник кафедры пожарной техники, Уральский институт ГПС МЧС России (Екатеринбург, ул. Мира, д.22).

Рецензент:

Рецензент **М.Б. Носырев**, доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: Тормозная система, безопасность, гигроскопичность, обводнение, диагностика, привод сцепления, техническое обслуживание.

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы эксплуатации тормозной жидкости в системах колесных машин. При эксплуатации тормозная жидкость впитывает в себя влагу, которая негативно влияет на её эксплуатационные свойства. Поэтому оценке и контролю тормозной жидкости при проведении технического обслуживания автомобилей следует уделять повышенное внимание.

PROBLEMS OF OPERATION OF THE BRAKE FLUID IN THE SYSTEMS OF WHEELED VEHICLES

Balaba S.V., a graduate student of the Ural State Agrarian University, Ural Institute of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia (Ekaterinburg, Mira St., 22).

Krudyshev V.V., candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of fire fighting equipment, Ural Institute of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia (Ekaterinburg, Mira str., 22).

Novopashin L.A., candidate of technical sciences, associate professor, deputy dean for research - head of the department of tractors and cars, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Karl Liebknecht Street, 42).

Zubarev I.A., candidate of pedagogical sciences, associate professor, deputy head of the department of fire engineering, Ural Institute of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia (Yekaterinburg, Mira St., 22).

Reviewer:

Reviewer **M.B. Nosyrev**, doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Key Words: Brake system, safety, hygroscopicity, watering, diagnostics, clutch drive, maintenance service.

Abstract: The article deals with the problems of operation of brake fluid in the systems of wheeled vehicles. During operation, the brake fluid absorbs moisture, which adversely affects its performance properties. Therefore, the evaluation and control of brake fluid during the maintenance of vehicles should be given special attention.

Многообразие автомобилей находящихся на дорогах России велико. Своевременное и качественное техническое обслуживание является залогом длительной и безаварийной эксплуатации.

Автомобиль представляет собой сложную машину, состоящую из деталей, узлов, механизмов, агрегатов и систем [1].

В некоторых системах автомобилей рабочей средой является тормозная жидкость. Эксплуатация автомобилей в сложных дорожных и климатических условиях отрицательно влияет на её состояние. Примером такого влияния является обводнение (гигроскопичность) или насыщение влагой.

Тормозная система – совокупность частей – органа управления, тормозного привода и собственного тормоза, предназначенных для постепенного замедления движущегося транспортного средства или его остановки, или для его удержания в неподвижном состоянии после остановки. Тормозная система состоит из тормозного привода и тормозных механизмов [2].

Тормозная жидкость в процессе эксплуатации впитывает влагу, которая может составлять до 4% от заправочной емкости. Обводнение при различных условиях по-разному влияет на работоспособность привода тормозов. Летом, при частом и интенсивном торможении может произойти вскипание тормозной жидкости и образование паровой пробки. Зимой в тормозной жидкости происходит образование кристаллов льда, что приводит к увеличению времени срабатывания тормозов и ухудшению безопасности дорожного движения. Помимо этого, обводнение ведет к повышенному износу пар трения исполнительных механизмов, а в последующем и их выходу из строя [3,4].

Другим механизмом в котором используется тормозная жидкость является привод сцепления, который служит для облегчения управления сцеплением автомобиля. Существует гидравлический и комбинированный (гидропневматический) привод. Гидравлический привод применяется на легковых автомобилях и малотоннажных грузовиках, а комбинированный на грузовых автомобилях большой грузоподъемности, автобусах и специальных шасси. По сравнению с тормозной системой, привод сцепления испытывает меньшие нагрузки, при этом тормозная жидкость не подвергается нагреву в процессе работы в результате она меньше подвержена обводнению, так как на неё влияет только температура окружающей среды.

Например, при эксплуатации автобуса НЕФАЗ зимой, когда температура опускалась ниже минус 25°C, возникала проблема с задержкой включения сцепления по причине образования кристаллов льда и увеличения вязкости тормозной жидкости. Такие задержки при работе сцепления приводят к ударам в момент соединения трансмиссии с двигателем, что влечет за собой повышенный износ элементов трансмиссии.

В процессе технического обслуживания и эксплуатации транспортных средств оценка состояния тормозной жидкости не проводится. Выполняется только её замена по рекомендуемому производителем регламенту. Однако в некоторых работах представлены данные по увеличению количества влаги в рабочей жидкости уже через год эксплуатации [5]. Поэтому оценка и контроль тормозной жидкости при проведении ТО автомобилей следует уделять повышенное внимание, для чего существуют различные способы и методы, которые позволяют вовремя выявить повышенное содержание воды в тормозной жидкости [3,6,7].

Таким образом, включение в перечень регламентных работ инструментального контроля рабочей жидкости позволит повысить надежность и долговечность рассмотренных систем автомобиля, что положительно повлияет на безопасность дорожного движения.

Библиографический список

1. Вахламов В.К., Автомобили : Основы конструкции : учебник для студентов высших учебных заведений. - 4-е изд., стер. - М. : Издательский центр "Академия", 2008. - 528с.
2. ГОСТ Р 41.13-2007 Единые предписания, касающиеся транспортных средств категорий М, N и О в отношении торможения. 2007. – 170 с.
3. Носова, Е.В., Экспериментальное исследование "увлажненных" тормозных жидкостей методом рефракции. ВЕСТНИК ИрГТУ №10 (105). 2015. С. 178 - 181.
4. Балаба, С.В., Крудышев, В.В., Зубарев, И.А., Новопашин, Л.А., Нагорских, В.С., Анализ возможности применения полиамидных и полиуретановых материалов в качестве уплотнений рабочих тормозных цилиндров. В сборнике: НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 10 - 13.
5. Подопригора Н.В., Добромиров В.Н., Степина П.А., [Методика оценки влияния качественного состояния тормозной жидкости на эффективность срабатывания тормозной системы про ДТП](#). В сборнике: [Транспорт России: проблемы и перспективы - 2017](#) Материалы Международной научно-практической конференции. ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук. 2017. С. 414 - 417.
6. Балаба С.В., Крудышев В.В., Новопашин Л.А., Филиппов А.В., Инструментальные способы оценки гигроскопичности тормозной жидкости при эксплуатации автомобилей. Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2018. № 2 (2). С. 42 - 46.
7. Ляпич Е.Н., Рачинский О.В., Елецкий С.В., Варварин А.М., Методы определения качественного состояния технических жидкостей на транспортном средстве., В книге: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича. 2017. С. 155 - 161.

Bibliographic list

1. Vakhlamov V.K., Cars: Basics of construction: a textbook for students of higher educational institutions. - 4th ed., Sr. - M.: Publishing Center "Academy", 2008. - 528с.
2. GOST R 41.13-2007 Uniform provisions concerning vehicles of categories M, N and O with regard to braking. 2007. - 170 p.
3. Nosova, EV, Experimental study of "wetted" brake fluids by the method of refraction. BULLETIN of ISTU №10 (105). 2015. p. 178 - 181.
4. Balaba, S.V., Krudyshev, V.V., Zubarev, I.A., Novopashin, L.A., Nagorskikh, V.S., Analysis of the possibility of using polyamide and polyurethane materials as seals for brake working cylinders . In the

collection: RELIABILITY AND DURABILITY OF MACHINES AND MECHANISMS Collected materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference. 2018. pp. 10 - 13.

5. Podoprigora N.V., Dobromirov V.N., Stepina P.A., A Methodology for Assessing the Effect of the Brake Fluid Quality on the Performance of the Brake System for Accidents. In the collection: Transport of Russia: Problems and Prospects - 2017. Materials of the International Scientific and Practical Conference. FGBUN Institute of Transport Problems. N.S. Solomenko of the Russian Academy of Sciences. 2017. P. 414 - 417.

6. Balaba SV, Krudyshev VV, Novopashin LA, Filippov AV, Instrumental methods for assessing the hygroscopicity of brake fluid during operation of vehicles. Scientific and Technical Bulletin technical systems in agriculture. 2018. No. 2 (2). Pp. 42 - 46.

7. Lyapich, EN, Rachinsky, OV, Eletsy, SV, Varvarin, AM, Methods for determining the qualitative state of technical fluids on a vehicle. In the book: IMPROVING THE EFFICIENCY OF USING MOBILE ENERGY FACILITIES IN DIFFERENT MOTION MODES materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 115th anniversary of the birth of Professor Kharitonchik Efim Mironovich. 2017. pp. 155 - 161.