

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»



**МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО И ЛЕСНОГО  
КОМПЛЕКСОВ – РЕГИОНАМ**

*Том 2. Часть 1. Технические науки  
Сборник научных трудов  
по результатам работы IV международной  
молодежной научно-практической конференции*



Вологда–Молочное  
2019

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

**Молодые исследователи  
агропромышленного и лесного  
комплексов – регионам**

*Том 2. Часть 1. Технические науки*

*Сборник научных трудов  
по результатам работы IV международной молодежной  
научно-практической конференции*

Вологда–Молочное  
2019

ББК 65.9  
М 75

**Редакционная коллегия:**

к.с.-х.н., доцент **В.В. Суров** – ответственный редактор;  
к.т.н., доцент **А.А. Кузин**;  
к.т.н., доцент **А.С. Михайлов**;  
к.т.н., доцент **Н.Н. Кузнецов**;  
к.т.н., доцент **Р.А. Шушков**;  
к.т.н., доцент **А.Л. Бирюков**.

**М 75 Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам.** Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2019. – 358 с.

ISBN 978-5-98076-299-5

Сборник составлен по материалам работы IV международной молодежной научно-практической конференции «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам», состоявшейся 25 апреля 2019 года на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

В сборнике представлены статьи студентов, аспирантов, молодых преподавателей и ученых России и Белоруссии в которых рассматриваются актуальные вопросы сельскохозяйственного производства в области агроинженерии.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов сельскохозяйственных и смежных предприятий, научных работников, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов сельскохозяйственных специальностей.

Статьи печатаются в авторской редакции без дополнительной корректуры. За достоверность материалов ответственность несут авторы.

ББК 65.9

ISBN 978-5-98076-299-5

© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2019

# АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК 621.878.4

## ФРОНТАЛЬНЫЙ ПОГРУЗЧИК

*Авдеев Антон Александрович, студент-бакалавр  
Салахудинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** работа посвящена принципу работы фронтального погрузчика. Возможности погрузчиков, а так же их необходимость в современном мире.*

***Ключевые слова:** фронтальные погрузчики, машина, технология, спрос, самоходная машина*

В век бурного развития промышленности, появления высоких технологий постоянно растет потребность в использовании новой техники, способной выполнить любые сложные задачи. И главным требованием, которое предъявляется к ней сегодня, является ее практичность и универсальность. То есть, чем больше операций будет выполнять та или иная техническая единица, тем лучше, так как чем больше она работ выполняет, тем больше будет спрос на ту или иную продукцию. И одним из ярких примеров такой функциональности можно назвать фронтальные погрузчики, помимо операций по погрузке и разгрузке выполняющие работы другого рода [1].

Погрузчиками фронтального типа принято называть разновидность тяжелого автотранспорта, оснащенную широким ковшом, расположенным в передней части, предназначенным для набора с поверхности сыпучих веществ типа песка или щебня и их перемещения.

Обычно погрузчики устанавливают на самоходную машину на колесном шасси, оснащенную мощным, зачастую – дизельным двигателем высокой мощности. Двигатель обеспечивает работу гидравлической системы машины, а возможности каждой отдельной модели зависят от применяемого навесного оборудования. Ковш находится на передней части погрузчика, в действие приводится двумя «руками». Благодаря такому конструкторскому решению, можно набирать в ковш с земли различные сыпучие материалы (щебень, песок и т.п.) и перемещать их с одного места в другое. Как правило, колесные погрузчики используют для перемещения сыпучих грузов с земли в самосвалы, грузовики, в ямы, открытые котлованы. Так, например, все более широкую популярность в России приобретает фронтальный погрузчик на базе МТЗ – трактора с колесным шасси и хорошими характеристиками проходимости показан на рисунке 1 [2-3].



Рис. 1. Фронтальный погрузчик на базе МТЗ

Данная машина становится популярной по причине невысокой стоимости, легкости в обслуживании и возможности работы с многими устройствами таких как:

возможности навесного оборудования

захваты для бревен

грузоподъемные крюки

вилы

ковши

резчики для силоса

бульдозерные отвалы

лом, для перевоза и

складирования рулонов сена

захваты для бревен

Таким образом, погрузчик может позволить себе купить даже небольшая компания с весьма ограниченным бюджетом. Так как без фронтального погрузчика не может обойтись не только большие предприятия, но и малые, которое помимо погрузочно-разгрузочных позволяет справляться и с другими видами работ.

### Список литературы

1. Предназначение фронтального погрузчика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehnika-74.ru/materialy/54-prednaznachenie-frontalnogo-pogruzchika.html>
2. Фронтальный погрузчик: особенности, преимущества и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intek43.ru/stat/frontpogr.html>
3. Багдасаров, Ю.А. Патент №2024685. Навесное оборудование / Ю.А. Багдасаров и др. – 1994.

## РАЗРАБОТКА САМОДЕЛЬНОЙ СЕГМЕНТНОЙ КОСИЛКИ ДЛЯ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

*Авдеев Антон Александрович, студент-бакалавр  
Салахудинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

**Аннотация:** работа посвящена разработке навесной сегментной косилки для сельскохозяйственных тракторов малого класса, которая позволит, облегчить работу при скашивании трав, особенно на труднодоступных участках. Позволит вести заготовку и подвозку скошенной травы на одной единице техники.

**Ключевые слова:** косилка, сельскохозяйственных тракторов малого класса, макет, режущий аппарат, сегмент, палец, фаркоп

Оптимизировать рентабельность сельскохозяйственного предприятия помогают в большей мере агротехнические разработки. Одна, из самых популярных сегодня техник - это навесная косилка для сельскохозяйственных тракторов малого класса (рис. 1). Эта техника помогает повысить время скашивания травы на трудно доступных участках, склонах, холмах и прочих рельефах местности минимально сократив при этом затраты на рабочую силу.

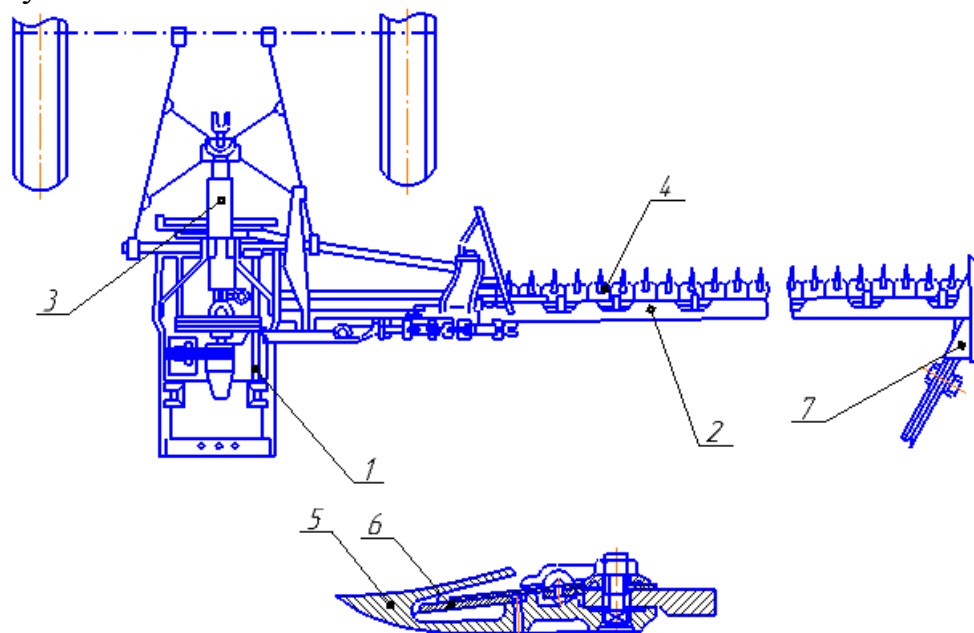


Рис. 1. Схема сегментной косилки:

- 1 – рама; 2 – пальцевый брус; 3 – карданная передача; 4 – сегмент;  
5 – палец; 6 – пластина; 7 – задний башмак

Все модели сегментных косилок для сельскохозяйственных тракторов малого класса стоят дешевле чем большие косилки, которые требуют

большую мощность и по производительности и эксплуатационным затратам вполне подходят для небольших подсобных хозяйств [1-4].

Преимуществом сегментных косилок является простота эксплуатации, производительность, бюджетность. Справляется с травой на уклонах, холмах и прочих неровностях, при этом позволяет делать более аккуратный срез травы, не оставляет пропусков, а также повышает качество заготавливаемого сена, поскольку она не дробит стебли растений [5-7].

В связи с этим предлагается изготовить самодельную навесную сегментную косилку, макет которой представлен на рисунке 2.

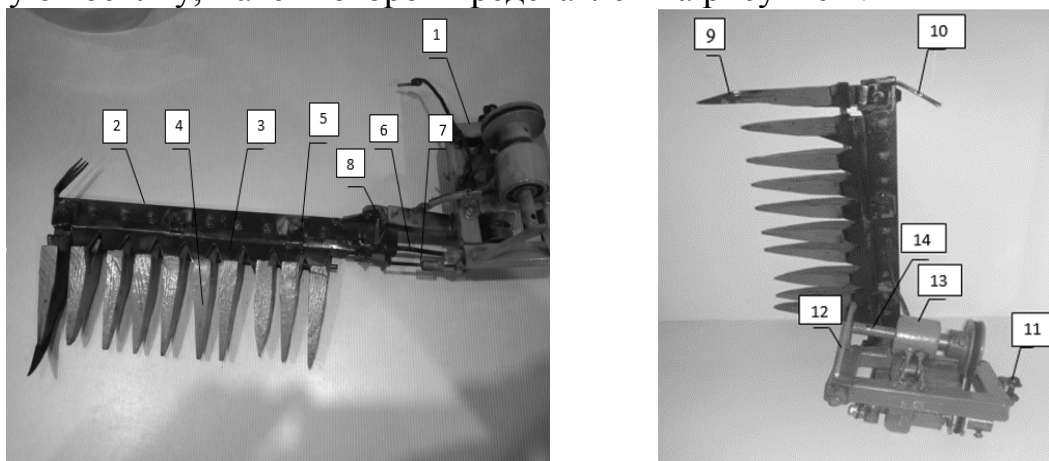


Рис. 2. Макет навесной косилки с сегментно-режущим аппаратом

Предлагаемая конструкция состоит: 1-рама, к которой прикреплен брус 2, 3-сегмент; 4-палец; 5-прижим; 6-тяговая штанга; 7-шарнир башмака; 8-шарнир башмака; 9-полевая доска; 10-наружный башмак 11-фаркоп, 12-сцепка, 13-ведущий шкив, 14-карданный вал.

Главной особенностью предлагаемой косилки с сегментно-режущим аппаратом, будет оснащение задним сцепным устройством (фаркоп), который позволит вести заготовку и доставку скошенной травы до хозяйства на одной единице техники (рис. 3), анализ литературных источников [5-7] показал, что не одна из выпускаемых косилок на сегодняшний день не комплектуется фаркопом.



Рис. 3. Фаркоп на косилки с сегментно-режущим аппаратом

К тракторам малой мощности предлагают всевозможные насадки, которые способны облегчить физический труд человека. Большинство из навесного оборудования для тракторов стоит не дешево. И не каждый может себе позволить приобрести сегментно навесную косилку, которую предлагают производители. Поэтому многие умельцы делают такое оборудование своими руками. Мы предлагаем собственную конструкцию, которую можно собрать самостоятельно.

Сборку косилки мы производим следующим образом:

	<p>Сборку косилки начинаем с режущего аппарата то есть с пальцевого бруса. Для изготовления косилки используем металлический брус габариты которого составляют 15x120мм, сверлим в нем 17 отверстий диаметром 10 мм, чтобы подошли под болты М8. На этот брус прикручиваем пальца с помощью которого фиксируется режущий элемент, то есть нож (размеры которого равны 120мм) и с помощью прижимов скручиваем эту конструкцию болтам М8.</p>
	<p>Привариваем на брус внутренний и наружный башмак, во время работы косилки режущий аппарат будет скользит по земле за счет данных башмаков</p>
	<p>На этот брус прикручиваем пальца с помощью которого фиксируется режущий элемент, то есть нож (размеры которого равны 120мм) и с помощью прижимов скручиваем эту конструкцию болтам М8.</p>
	<p>После того как режущий аппарат готов, прикручиваем его к раме косилки, в нашем случае рама взята со старой косилки. На раму устанавливаем ведущий шкив, и шкив эксцентрика, их следует связать между собой. Вал соединить ремнем с валом косилки.</p>





После чего пальцевый брус прикручивается к раме, а нож прикрепляем к шатуну который выполняет возвратно - поступательные движения, тем самым приводит нож в движение. К раме и пальцевому брусу привариваем регулировочную тягу, для регулировки режущего органа.



Фаркоп привариваем к задней части рамы.



Рис. 4. Самодельная сегментная косилка

Главной особенностью данного агрегата является его малогабаритность, если режущий орган стандартной косилки является 2 - 2.1 метра, то моей разработки 1.2. Что позволит вести заготовку трав на самых тесных и отдалённых местах. Позволит производить скос травы между деревьями. И как выше было сказано еще одной особенностью является оснащение косилки фаркопом, что позволит вести заготовку и доставку скошенной травы на одной единице технике.

Предлагаемую конструкцию можно будет использовать не только на полях большой площади, но и для скоса травы по обочинам дорог и в лесу. Данная разработка будет применяться не только для заготовки трав на сено, а так же для облагораживания территории.

### **Список литературы**

1. Авдеев, А.А Классификация косилок / А.А Авдеев, Н.П. Занькин // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск, 2018. – С. 12-16.
2. Авдеев, А.А Принцип работы сегментной косилки / А.А Авдеев // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск, 2018. – С. 19-22.
3. Авдеев, А.А Режущий аппарат сегментной косилки / А.А Авдеев // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск, 2018. – С. 22-25.
4. Авдеев, А.А Сегментные и роторные косилки/ А.А Авдеев, Н.П. Занькин // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск, 2018.-С.25-29
5. Салахутдинов, И.Р. Проектирование сельскохозяйственных комплексов / И. Р. Салахутдинов, А. А. Глущенко. – Ульяновск : ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – 117 с.
6. Глущенко, А.А. Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве / А. А. Глущенко, А. Л. Хохлов, И. Р. Салахутдинов. - Ульяновск : УГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – 146 с.
7. Глущенко, А.А. Управление автомобилем и трактором / А. А. Глущенко, И. Р. Салахутдинов, Е. Н. Прошкин. - Ульяновск : УГСХА, 2017. – 344 с.

**УДК 631.8**

### **УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА МОНИТОРИНГА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Алексахина Ксения Сергеевна, студент-бакалавр  
Астраханцева Алина Сергеевна, студент-бакалавр  
Андреев Константин Петрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

**Аннотация:** внедрение систем спутникового мониторинга позволяет комплексно обеспечивать информацией о состоянии и развитии сельскохозяйственных культур, а также о прогнозируемой урожайности и необходимого количества внесения удобрений. С помощью систем спутникового мониторинга GPS/ГЛОНАСС, а также программного обеспечения, датчиков контроля и учета, создадутся универсальные устройства для координатного внесения и полевого мониторинга, которые будут устанавливаться на существующие сельскохозяйственные машины.

**Ключевые слова:** полевой мониторинг, устройства и оборудование для мониторинга, GPS/ГЛОНАСС, внедрение

Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и сокращения затрат, необходимо разрабатывать и внедрять современные и передовые технологии по исследованию состояния полей и прогнозированию урожайности. Многие сельхозпредприятия применяют технологии точного земледелия с применением систем спутникового мониторинга для агропромышленного комплекса. Дифференцированное внесение удобрений – одна из технологий точного земледелия, которая обеспечивает изменение доз удобрений в зависимости от состава почвы, планируемой урожайности и потребностей каждой зоны поля [1-4].

Для внесения нужного количества удобрений на каждом участке делают отборы проб, в лаборатории анализируют полученные результаты, составляют карты полей, определяют задачи для машин, работающих в поле. При этом задействуется спутниковая навигация и специализированные программы для удаленного управления техникой. Этот метод позволяет достичь максимальной урожайности, сократить объем вносимых удобрений, повысить экологичность земледелия [5-6].

К началу нынешнего века GPS прибавила в функциональности. Появилась развитая беспроводная связь, спутниковые навигационные системы мониторинга GPS/ГЛОНАСС, компактные доступные видеокамеры и датчики, программно-аппаратные решения для оперативного управления и анализа массивов данных, в том числе и сельскохозяйственных. Основой такой технологии являются специально разработанные программы на базе геоинформационных систем (ГИС), которые позволяют снимать, обрабатывать и накапливать информацию о местоположении техники и характеристиках сельскохозяйственных угодий [7]. Рассмотрим существующие системы спутникового мониторинга:

1. Система мониторинга «Ставтрэк» для сельскохозяйственной техники позволяет:

- контролировать местоположение в режиме реального времени с любого устройства, имеющего доступ к сети интернет;
- благодаря установке датчиков уровня топлива, будет известно сколько топлива было потрачено, какой был средний расход, объем, время

, место сливов и заправок;

- установка датчика работы механизма позволит знать сколько фактически работает каждая единица техники, а система Wialon сохранит все данные в течении года;

- система спутникового контроля Wialon позволит пресечь превышения технологической скорости, с помощью смс-уведомлением на телефон; уведомления на электронную почту; в онлайн программе мониторинга в виде отчета за любой период времени в течение года.

В результаты внедрения данной системы мониторинга будет получено: сокращение затрат на покупку топлива до 50%; сокращение пробега до 30 %; сокращение нецелевого использование техники до 100%; исключение простоя техники; повышение трудовой дисциплины водительского состава; повышение безопасности перевозок; соблюдение сроков выполнения работ; сокращение перекрытий при обработке с/х угодий до 30%; увеличение рабочего времени до 100% за счет работы ночью; повышение сменной производительности до 20% [5, с. 26].

2. «АгроТехнология 2.0» - это не имеющий аналогов на отечественном рынке продукт от группы компаний «ГЛОНАСС софт». Комплексная система помощи принятия решений специально разработана для крупных и средних сельскохозяйственных предприятий. Данная программа позволяет: планировать, контролировать и анализировать ход работ на каждом поле. Ставить задачи и контролировать их исполнение на всех уровнях. Анализировать урожайность и структуру посевных площадей. Контролировать использование всей техники и агрегатов предприятия.

Важными составляющими управленческого процесса в сельском хозяйстве являются планирование сельскохозяйственных работ и своевременное выполнение технологических операций. «АгроТехнология 2.0» обладает всеми необходимыми функциями для эффективного планирования, анализа и учёта сельскохозяйственных операций. «АгроТехнология 2.0» имеет широкие возможности импорта данных из внешних учётных систем.

Внедрение решения «АгроТехнология 2.0» позволит наладить процессы планирования, контроля и учёта на предприятии, получать запланированную прибыль при запланированных расходах, контролировать данное соотношение в масштабе до 1 га на каждом поле, а также создать эффективную коммуникационную среду для сотрудников. Вы можете контролировать местоположение сельхозтехники в режиме реального времени с любого устройства, имеющего доступ к сети интернет. Благодаря установке датчиков уровня топлива вы будете точно знать, сколько топлива было потрачено, какой был средний расход, объём, время, место сливов и заправок. Установка датчика работы механизма позволит вам знать сколько фактически работает каждая единица техники, а система «ГЛОНАСС софт» сохранит все данные в течении года. Система спутникового контроля «ГЛОНАСС софт» позволит пресечь превышения водителями скоро-

сти. Вы сможете узнать о превышении скорости любым удобным способом: в отчёте за любой период времени в течение года; уведомлением на электронную почту; онлайн в программе мониторинга.

3. «Дневник Агронома» является программой для ведения электронной книги истории полей севооборотов и обмена информацией между сотрудниками, работающими на полях и в офисе с помощью беспроводной связи. «Дневник Агронома» предназначен для широкого круга пользователей. По мнению разработчиков, инвесторы получают понимание того, что происходит в растениеводстве; руководители – инструмент для контроля и быстрой адаптации новых сотрудников агрономической службы. Агрономам приложение позволяет упрощать работу и всегда иметь с собой историю посевов, обработок и урожайности культур по каждому полю. Сотрудники планово-экономического отдела получают информацию для анализа. Механизаторы и водители, особенно новички, быстрее находят дорогу до нужного поля, что увеличивает время их полезной работы. Мобильное устройство позволяет обеспечивать оперативный сбор, накопление и передачу данных о ходе полевых работ; анализ имеющегося картографического, архивного и справочного материала; контроль за использованием трудовых и материальных ресурсов. Возможности «Дневника Агронома» включают:

- наглядное отображение структуры посевных площадей (фактическое размещение культур на любую дату);
- ведение дневника технологических операций и расхода материалов (удобрений, семян, средств защиты растений);
- импорт электронных карт полей из специализированных ГИС программ через формат KML;
- создание и изменение контуров полей при помощи редактора карты;
- добавление фотографий с привязкой к операции или конкретной точке поля;
- GPS/ГЛОНАСС навигацию по полям и дорогам хозяйства [8].

Существенным преимуществом разработанного приложения по отношению к приложениям-аналогам, является более эффективное использование в полевых условиях приложения в качестве гибрида справочника, менеджера заметок, атласа местности и места хранения документов. В частности, упрощение коммуникаций и использования файлов позволило минимизировать энергозатраты исключительно до уровня работы самого экрана и непрерывно использовать планшет в течение шести-семи часов работы (при полной зарядке в начале).

4. Комплекс программно-аппаратных средств обеспечивающий информационно-аналитическую поддержку технологии «точного земледелия» получил условное наименование: географическая информационно-аналитическая система «Управление сельскохозяйственным предприя-

ем»» (ГИАС УСХП).

Аппаратно-программные средства навигационной подсистемы включают бортовое оборудование, устанавливаемое на объекте мониторинга и Internet-сервера для приема навигационной информации. Сбор информации для функционирования системы осуществляется в автоматическом режиме. Аппаратные средства мониторинга обеспечивают прием GPS-сигналов, сбор измерений с установленных датчиков и передачу пакета измерений по установленным параметрам на сервер базы данных. Для передачи данных используется GSM-модем и SIM-карта. Передача осуществляется с использованием GPRS канала по сети Internet.

ГИС подсистема обеспечивает картографическую составляющую системы. Основу системы составляют многослойные карты местности с возможностью компоновки растров (снимки, сканированные карты и пр.) векторных карт (топографическая основа, карты полей, тематические карты и пр.) и матриц (поверхность рельефа, качественные особенности почв, урожайность и пр.). На основе карт ведется учет сельхозугодий, агрохимический мониторинг, визуализацию перемещений техники и отображение состояния объектов мониторинга.

Задачи технологического планирования, планирования выпуска продукции, составления планов сельскохозяйственных работ, их оперативный учет и анализ, финансовый и бухгалтерский учет, планфактный анализ и многое другое реализованы на платформе 1С, в рамках аналитической подсистемы [9].

Таким образом, предлагаемое решение задачи автоматизации процессов планирования, диспетчеризации, учета и контроля в сельскохозяйственном производстве является комплексным и основывается на использовании геоинформационных систем, систем спутниковой навигации (GPS), систем передачи данных по каналам GSM/GPRS, компьютеризированного диспетчерского центра и различных датчиков, устанавливаемых на сельскохозяйственной технике. Развертывание комплекса программно-технических средств можно проводить поэтапно, на каждом из этапов подключая необходимые компоненты программного обеспечения.

Применение указанных технологий позволяет:

1. для руководителя: осуществлять дистанционный контроль работы хозяйства, оперативно получать справки и отчеты, проводить анализ эффективности вложений.

2. для агронома: вести историю полей по урожайности, культурам. Удобрениями и пр., планировать внесение удобрений с учетом особенностей полей, проводить анализ и вырабатывать предложения по перспективным работам, учитывать в своей работе данные о рельефе местности, и др. факторах, производить оценку качества работ на основе анализа данных мониторинга.

3. для главного инженера: оперативное отслеживание местоположе-

ния техники, голосовая связь с механизаторами и водителями, дистанционный контроль за расходом ГСМ и состоянием техники.

4. для главного экономиста: автоматизация планирования работ, автоматизация учета работ, исключение приписок, автоматическое формирование отчетов и справок, проведение сравнительного анализа плановых и фактических данных [10].

Проанализировав существующие системы спутникового мониторинга, можно сделать вывод об актуальности использования их в сельском хозяйстве, так как это позволит сократить затраты, повысить урожайность сельскохозяйственных культур и получить экономическую эффективность сельхозпроизводителям.

### Список литературы.

1. Даниленко, Ж.В. Использование технологии точного земледелия / Ж.В. Даниленко // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее Сборник научных статей Всероссийской научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2018. – С. 296-298.
2. Андреев, К.П. Влияние неравномерности внесения удобрений на урожайность / К.П. Андреев // В сборнике: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 2017. С. – 13-17.
3. Андреев, К.П. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Монография. – Курск. – 2018.
4. Андреев, К.П. Технологическая схема работы самозагружающейся машины для внесения минеральных удобрений / К.П. Андреев // В сборнике: Современные научно-практические решения в АПК Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 111-117.
5. Ерошкин, А.Д. Использование экспериментальной машины для внесения минеральных удобрений / А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев // В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху Сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3 томах. – 2018. – С. 322-325.
6. Andreev, K.P. Determining the inequality of solid mineral fertilizers application / K.P. Andreev, Zh.V. Danilenko, M.Yu. Kostenko, B.A. Nefedov, V.V. Terentev, A.V. Shemyakin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – Т. 10. – № 10 Special Issue. – С. 2112-2122.
7. Даниленко, Ж.В. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государ-

ственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 167-172.

8. Даниленко, Ж.В. Применение ГЛОНАСС систем в сельском хозяйстве / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // В сборнике: Достижения техники и технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 68-72.

9. Андреев, К.П. Внедрение систем мониторинга при координатном внесении удобрений / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2018. – С. 10-13.

10. Даниленко, Ж.В. Внедрение координатного внесения удобрений / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.

**УДК 631.8**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ ДЛЯ ОБМЕРА ПОЛЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Алексахина Ксения Сергеевна, студент-бакалавр  
Аникин Николай Викторович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** в данной статье рассматривается использование беспилотных летательных аппаратов (дронов) в сельском хозяйстве, для обмера полей, а также прогнозируемой урожайности, севооборота и необходимого количества внесения удобрений.*

***Ключевые слова:** полевой мониторинг, дрон, картографирование, обмер, внедрение*

Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, снижения количества внесения удобрений и эксплуатационные расходы, необходимо применение новейших передовых технологий в сельском хозяйстве [1,2]. В связи с этим перспективным направлением является использование беспилотных летательных аппаратов. Главной задачей перед аграриями стоит реализация обмеров полей с помощью беспилотных технологий (дронов), так как в некоторые поля уже просто невозможно заехать, чтобы не навредить культуре [3,4]. Запустив дрон, он начинает кружить в воздухе над полем с заданным ранее маршрутом (рисунок 1).

Что могут дать точные контуры полей агропредприятию:

1. Визуальный осмотр всех полей (сорняки, болезни, озера, просевы, состояние посевов после бурь и т.д.). Ни один агроном физически не смо-



жет осмотреть все поля вдоль и в поперек, даже проводя все время в полях.

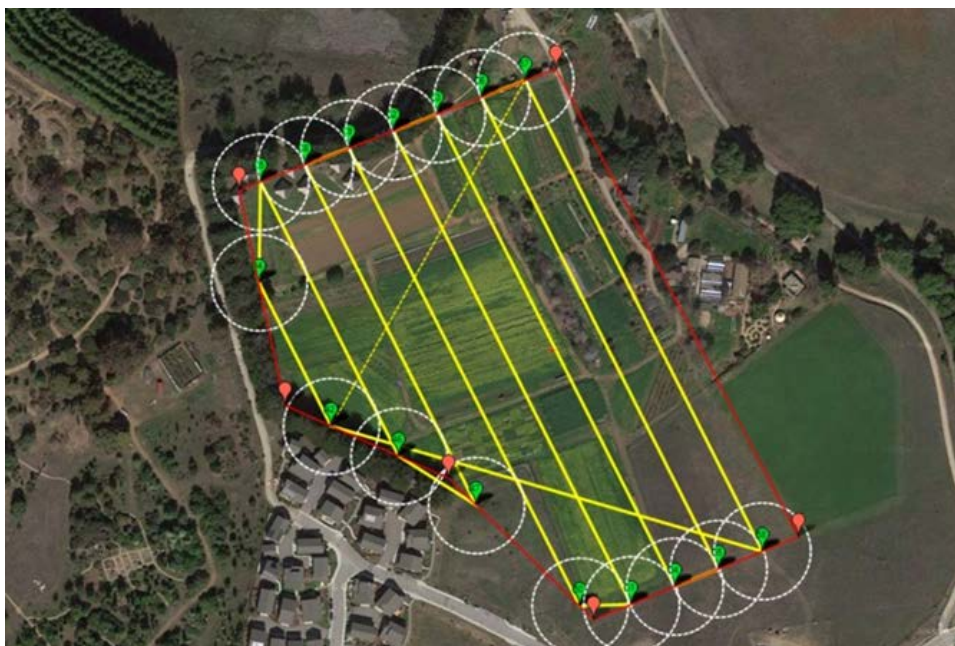


Рис. 1. Схема маршрута обмера поля

2. Сравнить площади по документам с реально обрабатываемой площадью. Бюджетирование чаще всего выделяется на площади, которые на много завышены от реальных, а это колоссальные убытки, так как мы все понимаем, что любые остатки в итоге будут растворяться. Поэтому имея реальные контуры, а соответственно реальный банк земли, все ресурсы (посевной материал, СЗР, удобрения, ГСМ и т.д.), будут выделены в правильных объемах и использованы по назначению (рисунок 2).



Рис. 2. Контурсы обмера поля

3. На точные контуры полей в Агроконтроле наносятся участки (паи) с кадастровым делением, за аренду которых агропредприятия регулярно платят пайщикам (рисунок 3). И здесь четко видно и понятно все возможные потери сельхозпроизводителя. Возможно, где-то обрабатываются площади, которые нужно узаконить документально, так как эта земля в зоне риска. Если участок выходит за контур поля, здесь идут финансовые потери, так как эта земля не обрабатывается агропредприятием, а регулярно оплачивается арендная плата [5-8].

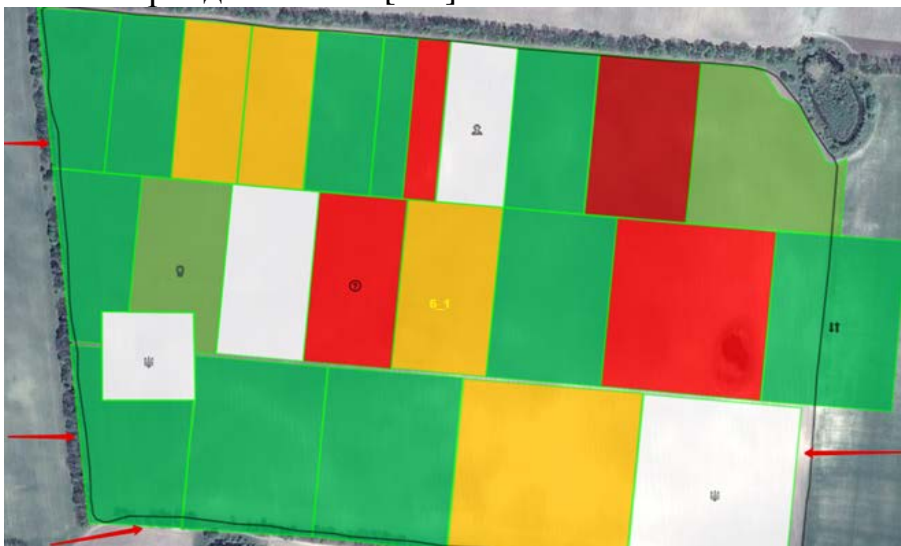


Рис. 3. Контуры полей с кадастровым делением участков

Кроме визуального осмотра и обмера полей, дроны также могут предоставить информацию по полям в виде карт NDVI, результат сканирования в видимом ближнем инфракрасном спектральном диапазоне (рисунок 4). Карты NDVI позволяют увидеть отличия в состоянии растений, которые визуально не будут видны. Информация чаще всего предоставляется в определенные фазы развития растений, которые наиболее важные для агропредприятия [9,10].



Рис. 4. Результат сканирования поля в виде карт NDVI

На основании карт NDVI, биохимического анализа растений, севооборота, запланированной урожайности и внесенных доз удобрений, формируется карта рекомендаций по внесению азота, показывая, таким образом, в каких частях поля, и какую дозу необходимо вносить. Дифференцированное внесение азота позволяет снизить химическую нагрузку на почву, сэкономить удобрения и оптимизировать питание растений [11,12].

Визуальный осмотр полей дронами, севооборот и карты сорняков, позволяют сформировать карту для внесения гербицидов. Формируются разные дозы в разных частях поля для внесения. Таким образом не пострадавшие участки не получают очередной стресс, а на внесении средств защиты растений (удобрений) экономятся средства [13].

### Список литературы

1. Андреев, К.П. Влияние неравномерности внесения удобрений на урожайность / К.П.Андреев // В сборнике: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. – Рязанский ГАТУ. – 2017. С. –13-17.
2. Андреев, К.П. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Монография. – Курск. – 2018.
3. Андреев, К.П. Мониторинг при координатном внесении удобрений / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко, О.А. Ваулина // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 192-194.
4. Даниленко, Ж.В. Применение ГЛОНАСС систем в сельском хозяйстве / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // В сборнике: Достижения техники и технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции. –2018. –С. 68-72.
5. Ерошкин, А.Д. Использование экспериментальной машины для внесения минеральных удобрений / А.Д. Ерошкин, К.П.Андреев // В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. –2018. – С. 322-325.
6. Даниленко, Ж.В. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского ГАТУ. –2018. –№ 4 (40). –С. 167-172.
7. Андреев, К.П. Внедрение систем мониторинга при координатном внесении удобрений / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий Сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции. –2018. –С. 10-13.
8. Бышов, Н.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин. – Рязань, – 2013.

9. Андреев, К.П. Определение состояния полей и прогнозирование урожайности / К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. – 2019. – С. 20-25.
10. Даниленко, Ж.В. Использование технологии точного земледелия / Ж.В. Даниленко // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее. – 2018. – С. 296-298.
11. Даниленко, Ж.В. Внедрение координатного внесения удобрений / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.
12. Бышов, Н.В. Эффективность внутрипочвенного внесения минеральных удобрений / Н.В. Бышов, П.Н. Дыков // В сборнике: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерно-экономического института. – Рязань, 2009. – С. 13-14.
13. Andreev, K.P. Determining the inequality of solid mineral fertilizers application / K.P.Andreev, Zh.V. Danilenko, M.Yu. Kostenko, B.A. Nefedov, V.V. Terentev, A.V. Shemyakin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – Т. 10.– № 10 Special Issue.– С. 2112-2122.

**УДК 631.8**

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНИКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Астраханцева Алина Сергеевна, студент-бакалавр  
Даниленко Жанна Валерьевна, науч. рук., ст. преп.  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** применение беспилотных летательных аппаратов в настоящее время, является наиболее перспективным направлением в сельском хозяйстве. Беспилотники могут использоваться для планирования, мониторинга и контроля всех этапов сельскохозяйственного производства.*

***Ключевые слова:** беспилотник, мониторинг, картографирование, обмер, внедрение*

Использование беспилотников в земледелии и в целом в сельском хозяйстве – одно из наиболее перспективных направлений применения этой технологии. БЛА могут быть эффективно использованы для планирования и контроля этапов сельскохозяйственного производства, а также для химической обработки посевов и других растений. При этом основным критерием для внедрения БЛА является экономическая целесообразность. БЛА позволяют получать актуальную и эффективную информацию тогда,

когда она вам необходима, кроме того, накопленная за длительный период информация позволяет анализировать процессы в динамике.

Тренды в области использования беспилотников в сельском хозяйстве:

Растет спрос на B2B-услуги в данном сегменте.

Растет спрос на услуги IT-компаний, создающих ПО для сбора и обработки собранных данных в интересах точного земледелия.

Снижаются регуляторные барьеры, тормозившие процессы внедрения беспилотников в сельское хозяйство.

Современный тренд - предлагать не только купить беспилотник, но также и комплект ПО, необходимого для аналитической обработки полученных в ходе аэросъемки данных.

Другой намечающийся тренд - переход от телеуправления беспилотниками на роботизированные системы, в которых беспилотники автоматически подзаряжают аккумуляторы, вылетают на маршруты по расписанию, выполняют облет и фотографирование (видеонаблюдение) в автоматическом режиме, возвращаются на место стоянки и сбрасывают информацию в систему автоматизированной обработки [1,2].

Рассмотрим плюсы и минусы использования БЛА:

Плюсы

БЛА способны собирать информацию о посадках, достаточную для точного применения пестицидов и гербицидов там, где необходимы химикаты. Это обещает фермерам возможность сэкономить на использовании химии, а также сохраняет окружающую среду.

БЛА позволяют создать картографическую основу с точными координатами всех объектов, что позволит в дальнейшем вести визуальный анализ объектов с разрешением вплоть до нескольких см на пиксель. На эту основу можно будет нанести векторные слои: поля, объекты инфраструктуры, дороги. Такая основа позволяет рассчитывать точные площади, расстояния, потребности в ресурсах и т.п. Удобно определять объективную площадь пашни, сенокосов, пастбищ, залежей, паров, зяби, сева, недосево и присево.

Результаты аэрофотосъемки позволяют ставить участки на кадастровый учет.

Аэрофотосъемка с БЛА более детализована, нежели космический снимок. Разрешение снимков возможно в сантиметрах на точку, за счет высот полета от 100 до 600 метров над поверхностью земли. Кроме того, БЛА позволяют вести съемку даже в условиях облачности, что недоступно спутникам и затрудняет использование авиации.

Получение снимков возможно даже в процессе полета, причем можно скорректировать полет в реальном времени, если заказчику это необходимо.

Производительность БЛА достигает до 30 кв км за час при площад-

ной съемке и до 35 км/ч для линейных объектов.

Обеспечивается существенная экономия затрат на исследования и выигрыш во времени по сравнению со всеми другими их видами: наземным обследованием; спутниковыми фотографиями, использованием пилотируемой авиации.

Минусы.

Есть и скептики или даже противники нового подхода. Пилоты сельскохозяйственной авиации, например, опасаются столкновений с малозаметными беспилотниками. Эту проблему, вероятно, можно решить установкой на беспилотники проблесковых огней и трекинговых систем.

Важно совершить грамотный выбор БЛА или предпочесть приобрести услугу на базе БЛА, а не сам БЛА. Если все же речь идет о приобретении БЛА в собственность, следует воспользоваться консультацией специалистов, чтобы не купить, например, дорогой БЛА с большой дальностью полета (в несколько часов), если вам требуется аэросъемка полей площадью например в 20 тыс. га, с чем справятся и модели БЛА со значительно более низкой ценой. Примерная формула для выбора беспилотника такова: средняя скорость БЛА \* время полета = дальность полета. Эта величина должна быть чуть больше длине полей хозяйства по максимальному линейному измерению (например, с севера на юг). Конечно, если стоят задачи не только аэросъемки, то выбор может быть иным.

Развитие использования беспилотников в сельском хозяйстве не ограничено решением задач опыления. БЛА используют также для детального картографирования ферм, позволяющего фермерам принимать управленческие решения на основе данных, специфичных для каждой зоны хозяйства. Легкие и недорогие беспилотники могут оснащаться компактными мультиспектральными сенсорами, замеряющими ключевые индикаторы, характеризующие здоровье посевов, уровни засушливости, дефицит азота и так далее [3].

Развитие данного сегмента вскоре ждет период роста в течение нескольких последовательных лет. Это связано с тем, что снижаются регуляторные барьеры для внедрения БЛА в сельское хозяйство, а также практически собралась воедино экосистема точного земледелия, что означает, что фермеры сегодня могут принимать решения на основе анализа собранной численной информации. Беспилотники, как таковые, всё более становятся "коммодити", и ценность все более сдвигается в сторону провайдеров сбора и аналитической обработки данных.

Основные направления использования беспилотников в сельском хозяйстве:

- аэросъемка угодий с беспилотников, включая мультиспектральную съемку, которая стала возможна лишь с 2012-2013 года. Мультиспектральная съемка позволяет определять: уровень содержания азота в почве и тканях растения; мониторить состояние и развитие посевов, прогнозировать

урожайность; вычислять индекс влажности; индекс вегитации; индекс листовой поверхности и т.п. [4-6].

- облет полей для контроля работы наемного персонала
- мониторинг полей на предмет выявления попавших на территорию животных (защита от потрав)

- мониторинг нахождения и использования сельскохозяйственной техники, в частности появляется возможность оперативного реагирования на качество работы механизаторов путем мониторинга путей прохождения техники на поле. Контроль качества пропашности.

- сопровождение мелиоративного строительства, мониторинг систем ирригации.

- создание электронных карт полей – конечным продуктом должен стать высокоточный ортофотоплан и созданные на его основе векторные карты с выделением на них необходимой заказчику информации.

- инвентаризация посевов и полей, установление объективной площади пашни, а также сенокосов, пастбищ, многолетних трав, залежей.

- определение фактической площади сева, недосевов, присевов. Качество и фактическая площадь подготовки паров и зяби, как взошли и перезимовали озимые.

- На какой площади и в какой степени требуется подкормка азотными удобрениями.

- Объективная площадь к уборке в разрезе культур, прогноз урожайности с данной площади.

- Что в действительности представляют собой ваши поля: содержание азота, влаги, засоления, подтопления, заболачивания.

- формирование карт рельефа сельскохозяйственных полей, определение направлений водной эрозии

- определение границ и площадей участков, где выполнялись сельскохозяйственные работы

- мониторинг внесения посевного материала и всхождения сельскохозяйственных растений, оперативное определение качества всходов и развития посевов в течение периода вегитации с последующим расчетом нормализованного вегетационного индекса (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index)

- определение потребности в применении удобрений, в частности, за счет выявления контуров состояния сельскохозяйственных растений на поле, где необходимо внесение удобрений. Это позволяет оптимизировать (сократить) внесение удобрений – сэкономить на удобрениях и на работах по их внесению [7-9].

- определение участков засоренности или заболеваний посевов, степени засоренности.

- мониторинг всхожести сельскохозяйственных культур.

- опрыскивание посадок с беспилотников.

- оценка объема работ и постоянный контроль их выполнения.
- документирование ущерба от стихийных бедствий.
- кагаты и беспилотники.

Определение объемов кагатов очень важно для логистики. Кагаты зачастую формируются не по краю дороги, а в сторону центра поля, что затрудняет оценку объемов корнеплодов в них. Беспилотники позволяют легко и точно справиться с проблемой оценки, а также расставить приоритеты в использовании корнеплодов [10].

- охрана урожая на поле. Беспилотники являются новым инструментом охраны, поскольку благодаря тепловизорам обеспечивают возможность охраны в ночное время, а универсальная нагрузка позволяет использовать их практически круглосуточно.

- фитосанитарный контроль: сорняки, вредители, болезни, грызуны.
- экологический мониторинг сельскохозяйственных земель (опыление растений) [11].

### Список литературы

1. Даниленко, Ж.В. Внедрение координатного внесения удобрений / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.
2. Даниленко, Ж.В. Применение ГЛОНАСС систем в сельском хозяйстве / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // В сборнике: Достижения техники и технологий в АПК. –2018. –С. 68-72.
3. Андреев, К.П. Внедрение систем мониторинга при координатном внесении удобрений / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. –2018. –С. 10-13.
4. Андреев, К.П. Влияние неравномерности внесения удобрений на урожайность / К.П.Андреев // В сборнике: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. – Рязанский ГАТУ. – 2017. С. –13-17.
5. Бышов, Н.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин. – Рязань, 2013.
6. Андреев, К.П. Определение состояния полей и прогнозирование урожайности / К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. – 2019. – С. 20-25.
7. Андреев, К.П. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самогружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Монография. – Курск, 2018.
8. Andreev, K.P. Determining the inequality of solid mineral fertilizers applica-



tion / К.Р.Андреев, Zh.V. Danilenko, M.Yu. Kostenko, B.A. Nefedov, V.V. Terentev, A.V. Shemyakin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – Т. 10.– № 10 Special Issue.– С. 2112-2122.

9. Ерошкин, А.Д. Использование экспериментальной машины для внесения минеральных удобрений / А.Д. Ерошкин, К.П.Андреев // В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. –2018. – С. 322-325.

10. Даниленко, Ж.В. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского ГАТУ. –2018. –№ 4 (40). –С. 167-172.

11. Андреев, К.П. Мониторинг при координатном внесении удобрений / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко, О.А. Ваулина // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. – 2018. – С. 192-194.

**УДК 621.791.92 : 621.81**

### **МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЯЛОК**

*Афанасенко Дмитрий Евгеньевич, магистрант  
Миранович Алексей Валерьевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** представлены результаты исследования параметров качества покрытий, полученных на установке с магнитной системой на основе постоянного магнита, а также износостойкости дисков сошника.*

***Ключевые слова:** магнитно-электрическое упрочнение, ферромагнитный порошок, электромагнитное поле, параметры качества и износостойкость поверхностных слоев*

В процессе эксплуатации по причине абразивного износа происходит потеря работоспособности у 75 – 80 % сельскохозяйственной техники [1, 2]. На процесс изнашивания при трении оказывают основное влияние структура и физико-механический комплекс свойств поверхностного слоя материала, от которых зависит характер формирующихся динамических структур, механизмы разрушения и кинетика изнашивания [2, 3].

Следует отметить, что для обеспечения требуемой работоспособности трущихся поверхностей дисковых рабочих органов сельскохозяйственных орудий (сеялок, борон, луцильников, картофелесажалок и др.) эффективными в процессе их изготовления являются защитные покрытия, полученные магнитно-электрическим упрочнением (МЭУ), структура, износостойкость и антифрикционные свойства которых могут быть оптимизированы [3, 4]. При этом технология изготовления дисков из сталей 65Г

или 70Г включает следующие операции: вырубку из листа, гибку (для сферических дисков) и рихтовку, сверление или пробивку отверстий для крепления, обтачивание фасок (затачивание) на токарном станке и термическую обработку (магнитно-электрическое упрочнение) до твердости 35 – 45 HRC рабочей зоны дисков.

Учитывая, что специфика изнашивания покрытий проявляется во влиянии структуры, химического состава, сплошности и пористости покрытий, изменении величин микротвердости, представляет практический интерес в расширении технологических возможностей и стабилизации процесса МЭУ. Для этого предложена схема и разработано устройство для нанесения износостойких покрытий на плоские поверхности [1, 4]. В данной схеме в качестве упрочняющего материала применяется специальная паста, представляющая собой смесь ферромагнитного порошка (ФМП) и связующего компонента. При этом стабилизация процесса МЭУ обеспечивается разомкнутой конструкцией магнитной системой на основе постоянного магнита Е-образной формы из сплава ЮНДК24Т ГОСТ 17809-72 с расположением одноименных полюсов под углом  $90^\circ$ , а также оптимальными значениями геометрических размеров магнита (длиной)  $L_m = 125$  мм и (шириной)  $R_m = 36$  мм [4 – 6].

Применение пасты для МЭУ обусловлено следующими преимуществами: защитой расплава ФМП в рабочей зоне от воздействия окружающей среды; точным дозированием расхода ФМП; легированием нанесенного слоя необходимыми компонентами.

В качестве связующего для пасты применяются два состава: состав №1 – эпоксидная смола ЭДП (ТУ 2395-001-49582674-99), растворенная в органическом растворителе марки 646 (ГОСТ 18188-72), и состав №2 – эпоксидная смола ЭДП, растворенная в жидком стекле (ТО РБ 02974150 – 015 – 99). Связующие этих составов применяются при изготовлении паст, включающих порошок на основе железа и хрома в качестве легирующего элемента (Fe-6,5%Cr).

На первом этапе для определения оптимального состава пасты проведены экспериментальные исследования на образцах из стали 45 ГОСТ 1050-88, представляющих собой пластины с размерами  $265 \times 100 \times 7$ . Образцы подвергали нормализации и обрабатывали до шероховатости поверхности  $Ra = 12,5$  мкм. МЭУ производили устройством с магнитной системой на постоянном магните при следующем режиме: сила технологического тока 100 А, величина магнитной индукции 0,7 Тл, рабочий зазор 2,0 мм, частота вращения оправки 30 об/мин, скорость подачи обрабатываемого изделия 15 мм/мин. В качестве рабочей жидкости использовался 5%-й раствор эмульсола Э2 в воде.

В результате проведенных экспериментальных исследований получены покрытия с характеристиками, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства покрытий, полученных МЭУ ФМП Fe-6,5%Cr

Паста	Микротвёрдость, ГПа	Толщина упрочненного слоя, мм	Пористость покрытий, %
Состав №1	11,0	0,45	14,5
Состав №2	13,5	0,60	12,0

На втором этапе выполнялись исследования параметров качества покрытий, полученных МЭУ пастами с ФМП Fe-2%V, Fe-Ti и сплавом ФБХ-6-2. При этом изучались зависимости сплошности покрытий, от плотности разрядного тока, а разнотолщинности покрытий – от плотности разрядного тока и размера частиц композиционного ФМП.

Для этого МЭУ паст различного состава на образцы (пластины размерами 100×65×7 мм и шероховатостью лицевой поверхности  $Ra = 12,5$  мкм) из стали 45 ГОСТ 1050-88, производили на установке модели УНП-1 при следующем режиме: величина магнитной индукции 1,2 Тл; рабочий зазор 2,0 мм; скорость подачи обрабатываемого изделия 15 мм/мин; плотность разрядного тока в пределах 1,4 – 2,6 А/мм<sup>2</sup>; размер частиц ФМП 160 – 360 мкм; расход рабочей жидкости  $0,4 \cdot 10^{-3}$  дм<sup>3</sup>/(с·мм<sup>2</sup>).

Результаты экспериментальных исследований показывают (таблица 2), что средние значения толщины покрытий, полученных МЭУ с применением паст составами №1 и №2, находятся в пределах 278,0 – 293,0 мкм и 294,0 – 303,0 мкм соответственно. Средние значения сплошности покрытий изменяются в пределах 93,4 – 98,1 % и 92,3 – 97,6 % соответственно. Средние значения разнотолщинности – в пределах 51 – 69 мкм и 43 – 56 мкм соответственно.

Таблица 2 – Сплошность, толщина и разнотолщинность покрытий, полученных МЭУ пастами различного состава

Материал ФМП пасты	Средняя сплошность покрытий, %	Средняя толщина покрытий, мкм	Средняя разнотолщинность покрытий, мкм
Состав пасты №1 (состав связующего – ЭДП и растворитель марки 646)			
Fe-2%V	95,1	284	61
Fe-Ti	93,4	278	69
ФБХ-6-2	98,1	293	51
Состав пасты №2 (состав связующего – ЭДП и жидкое стекло)			
Fe-2%V	96,3	296	52
Fe-Ti	92,3	294	56
ФБХ-6-2	97,6	303	43

Выявлено, что повышение температуры в РЗ при МЭУ за счет увеличения плотности разрядного тока от 1,6 до 2,2 А/мм<sup>2</sup> приводит к увеличению сплошности покрытий вследствие уменьшения расстояния между

каплями расплава частиц ФМП на поверхности образцов. При этом дальнейшее повышение плотности разрядного тока более  $2,5 \text{ А/мм}^2$  ведет к уменьшению сплошности покрытий, так как МЭУ при высоких значениях плотности разрядного тока сопровождается эрозией отдельных участков нанесенного слоя.

Установлено, что с увеличением плотности разрядного тока от  $1,5$  до  $2,1 \text{ А/мм}^2$  разнотолщинность покрытий снижается. Однако при увеличении плотности разрядного тока более  $2,3 \text{ А/мм}^2$  происходит подплавление отдельных участков покрытий с увеличением высоты их микронеровностей. Изменение размеров частиц ФМП от  $360$  до  $180 \text{ мкм}$  приводит к снижению разнотолщинности покрытий в  $1,5$ - $2,2$  раза.

На третьем этапе с целью проверки эффективности нанесения пасты состава №2 проведены сравнительные испытания износостойкости дисков сошника сеялки пневматической универсальной модели СПУ-6. Сравнивали диски, изготовленные по типовой технологии и технологии с упрочнением пастой.

На поверхность, обратной заточке, дисков наносили покрытие толщиной  $0,4$ - $0,6 \text{ мм}$  и шириной  $10 \text{ мм}$  устройством МЭУ с магнитной системой на постоянном магните на оптимальном режиме [4, 6].

Испытывали две партии дисков в количестве  $24$  штук в каждой. Испытания проводились на среднесуглинистых почвах с твердостью  $0,6$ - $0,9 \text{ МПа}$ , влажностью  $18$ - $20 \%$ , при глубине хода сошников  $40$ - $60 \text{ мм}$ , усилия нажатия пружины нажимных штанг  $80 \text{ кг}$  и рабочей скорости  $12 \text{ км/ч}$ . Нарботка сошников составила  $450 \text{ га}$ .

В процессе испытаний установлено, что интенсивность изнашивания дисков сошника, изготовленных по типовой технологии и упрочняющей технологии с применением МЭУ пасты состава №2 составила соответственно:  $1,2$ - $1,7 \text{ мм/100 га}$  и  $0,7$ - $1,0 \text{ мм/100 га}$ .

Для каждой партии была определена дисперсия параметра износа дисков сошника. Анализ результатов сравнительных испытаний показал, что дисперсии партий по параметру линейного износа дисков серийных и упрочненных составили соответственно  $12 \%$  и  $6 \%$ . Разброс экспериментальных данных для МЭУ свидетельствует о том, что процесс нанесения покрытий является стабильным.

Установлено, что покрытие, полученное нанесением пасты в постоянном магнитном поле, позволяет увеличить износостойкость дисков сошника в  $1,5$  раза по сравнению с дисками, изготовленными по типовой технологии.

### Список литературы

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и пер-

спективы) / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М. : ФГНУ «Росинформатех», 2010. – 376 с.

3. Хейфец, М.Л. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей / М.Л. Хейфец. – Гомель : ИММС НАНБ, 1999. – 276 с.

4. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

5. Девойно, О.Г. Модифицирование поверхности покрытий с использованием лазерного нагрева / О.Г. Девойно, М.А. Кардаполова. – Минск: БНТУ, 2013. 228 с.

6. Кожуро, Л.М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л.М. Кожуро. – Минск: Наука и техника, 1995. – 232 с.

## УДК 635.21

### КОНСТРУКЦИЯ КОМБИНИРОВАННОГО КЛАПАНА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

*Афиногенова Светлана Николаевна, аспирант  
Морозов Сергей Александрович, науч. рук., к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

**Аннотация:** в статье представлена конструкция комбинированного клапана для организации технологии хранения картофеля в регулируемой газовой среде. Показан принцип работы комбинированного клапана.

**Ключевые слова:** конструкция комбинированного клапана, принцип работы, организация технологии хранения картофеля, регулируемая газовая среда, полиэтиленовая емкость, углекислый газ, кислород, азот

Основой эффективного производства сельскохозяйственной продукции в АПК является организация и хранение выращенной продукции, в частности – картофеля [1].

Для внедрения технологии хранения картофеля в регулируемой газовой среде необходимо специальное устройство для его реализации, обладающее оптимальными общетехническими и эксплуатационными параметрами.

Комбинированный клапан, внедряемый в технологию хранения сельскохозяйственной продукции в замкнутой герметичной полиэтиленовой емкости, представляет собой устройство для поддержания контроля за составом газовой среды внутри полиэтиленовой емкости с клубнями картофеля, удаления излишнего углекислого газа  $CO_2$  и восстановления определенных заданных параметров газовой среды (рисунок 1) [5].



Рис. 1. Регулирование газовой среды при хранении картофеля в полиэтиленовой емкости:

1-баллон с азотом; 2-редуктор аргоновый; 3 – полиэтиленовая емкость с клубнями картофеля; 4 – впускной клапан; 5- комбинированный клапан.

На разработанную техническую конструкцию комбинированного клапана подана заявка и получен патент Российской Федерации на группу изобретений №2444175 «Способ хранения картофеля в регулируемой газовой среде и устройство для его осуществления» [2].

Приведем описание технических особенностей конструкции специального клапана. Комбинированный клапан герметично соединен со стенкой полиэтиленовой емкости для хранения клубней картофеля при помощи тонких резиновых уплотнителей 15, шайбой 13 и гайкой 16. Клапан состоит из стального корпуса 1, в котором размещен поршень 3 с возможностью его перемещения, с гибкой пружиной 9 и регулировочной гайкой 6, сбросного отверстия 12, а также посадочного места, в верхней части поршня клапана 3 с помощью резьбы установлен штуцер 5 и находится впускное отверстие 11, внутри которого расположен шток 4 с клапаном 8, возвратной гибкой пружиной 10 и регулировочной шайбой 7, которая имеет возможность перемещаться по всей резьбе 16 штока 7 [3].

На рисунке 2 показана принципиальная схема специального устройства – комбинированного клапана для хранения клубней картофеля в хранилищах.

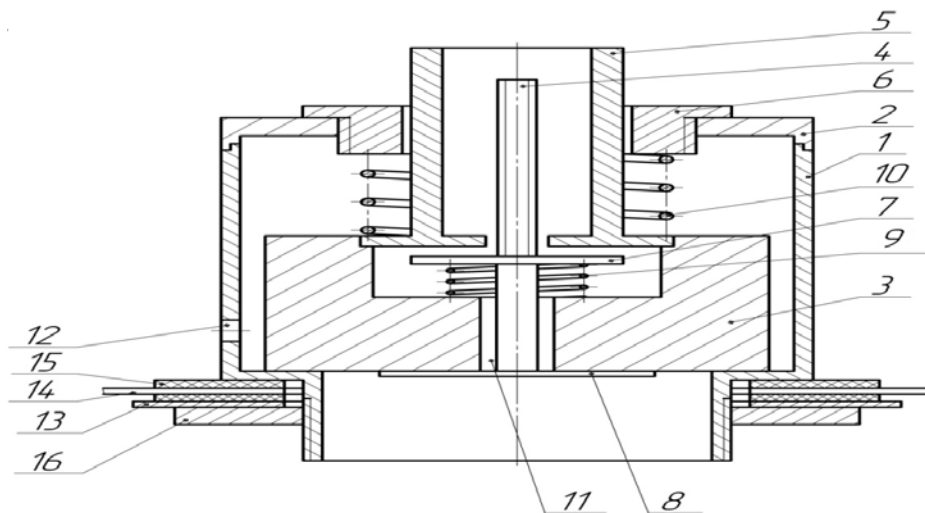


Рис. 2. Схема устройства комбинированного клапана:

1 - основной корпус; 2- крышка основного корпуса, 3 - поршень; 4 - шток; 5 - штуцер; 6- регулировочная гайка; 7- регулировочная шайба; 8- клапан; 9- гибкая пружина; 10- возвратная пружина; 11- впускное отверстие; 12 - сбросное отверстие; 13-шайбы; 14 – полиэтиленовая пленка 15 - тонкие резиновые уплотнители; 16 - гайка

Процесс регулирования газового состава специальным устройством - комбинированным клапаном в закрытой полиэтиленовой емкости с картофелем происходит таким образом.

Для отвода атмосферного воздуха из закрытой полиэтиленовой емкости к штуцеру 5 устройства - комбинированного клапана подключают патрубок 18 вакуумного насоса 17 и при этом утапливают шток 4. Гибкая пружина клапана 9 сжимается и выпускной клапан 8 открывает при этом впускное отверстие 11, и атмосферный воздух из закрытой полиэтиленовой емкости 19 с толщиной пленки 150 мкм марки М при этом начинает откачиваться (рисунок 3) [1].

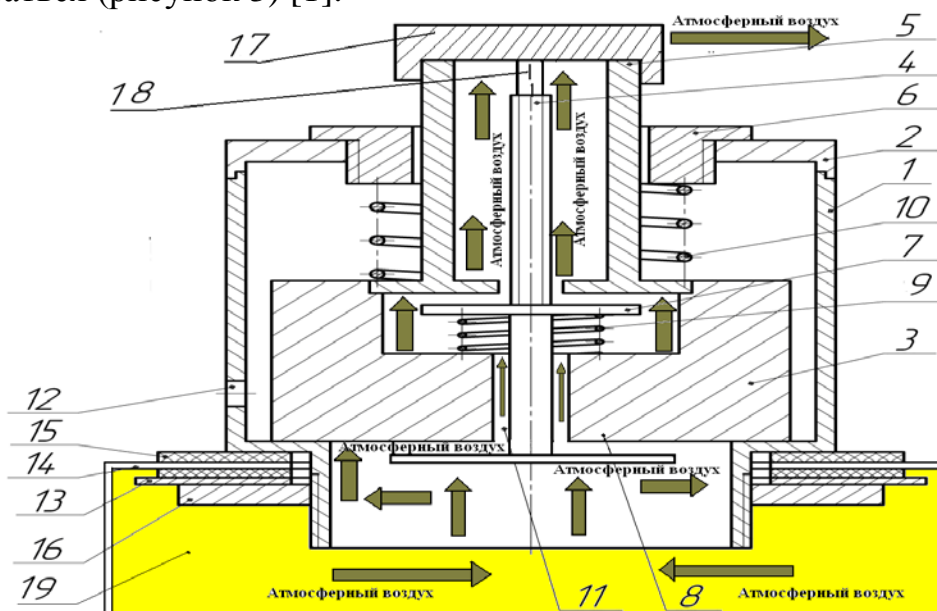


Рис. 3. Схема работы устройства – комбинированного клапана по удалению атмосферного воздуха из закрытой емкости

Во избежание незначительного попадания атмосферного воздуха в полиэтиленовую емкость через впускной клапан, к штуцеру впускного клапана подключают входной патрубок баллона, заполненного техническим азотом марки ОСЧ с чистотой 99,99 об.% в газообразном состоянии [2].

Процесс удаления атмосферного воздуха из закрытой полиэтиленовой емкости идет до тех пор, пока из нее не будет удален весь атмосферный воздух. Затем патрубок вакуумного насоса комбинированного клапана отсоединяют от штуцера 5 и выпускной клапан 8 возвращается под действием гибкой пружины 9 в свое первоначальное состояние, блокируя при этом впускное отверстие 11. Затем в емкость с клубнями через впускной клапан под давлением поступает газообразный технический азот [3].

Закрытая полиэтиленовая емкость заполняется азотом до того момента, пока давление в нем не достигнет критического уровня. При этом поршень 3 комбинированного клапана, сжимая гибкую пружину 9 под действием возникающего давления, обеспечивает тем самым доступ к сбросному отверстию 12, а избыток технического азота выходит в окружающую атмосферу. Подача технического азота из газового баллона прекращается, давление в закрытой полиэтиленовой емкости падает, поршень 3 под действием гибкой пружины 9 возвращается в первоначальное положение. Герметичная полиэтиленовая емкость при этом полностью заполнена газом - азотом. Патрубок баллона с техническим азотом отсоединяют от штуцера впускного комбинированного клапана [2]. Схема срабатывания комбинированного клапана при достижении критического уровня давления в замкнутой полиэтиленовой емкости показана на рисунке 4.

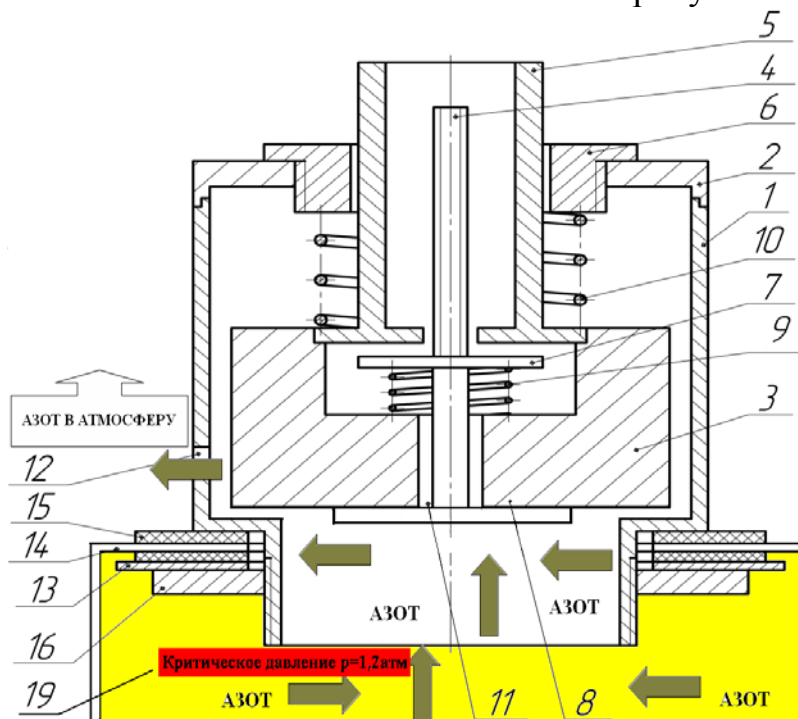


Рис. 4. Схема срабатывания комбинированного клапана при достижении критического уровня давления при заполнении емкости технич. азотом (позиции указаны в тексте)



При хранении картофеля в закрытой полиэтиленовой емкости в конечном итоге при создании устройством - комбинированным клапаном устанавливается регулируемая газовая среда со следующим составом:  $\text{CO}_2 \leq 3,8\%$ ;  $\text{O}_2 \geq 2,1\%$ ;  $\text{N}_2$  – остальное [3].

На рисунке 5 показана схема состояния положения комбинированного клапана при хранении клубней картофеля в регулируемой газовой среде.

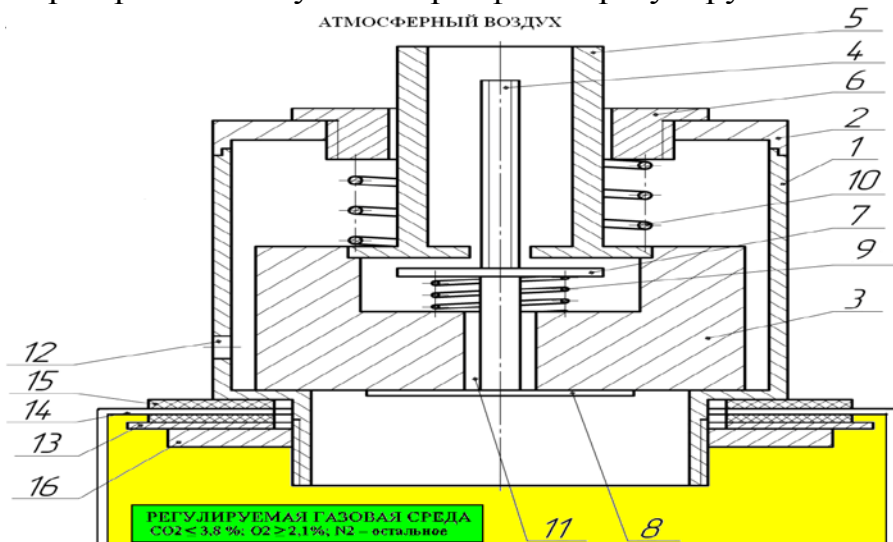


Рис. 5. Схема состояния положения комбинированного клапана при хранении клубней в регулируемой газовой среде (позиции указаны в тексте)

Мониторинг динамики накопления  $\text{CO}_2$  в закрытых контейнерах газоанализатором MRU «Delta-65» с диапазоном измерений газов: кислорода  $\text{O}_2$  (0-21,0)% и углекислого газа  $\text{CO}_2$  (0-2000)  $\text{мг/м}^2$ , показал, что накопление содержания  $\text{CO}_2$  выше допустимого критического уровня 3,8% и расход  $\text{O}_2$  в результате незначительного потребления клубнями на дыхание до уровня 2,1% происходит примерно к 15 дню хранения продукции в регулируемой газовой среде (рисунок 6) [1].

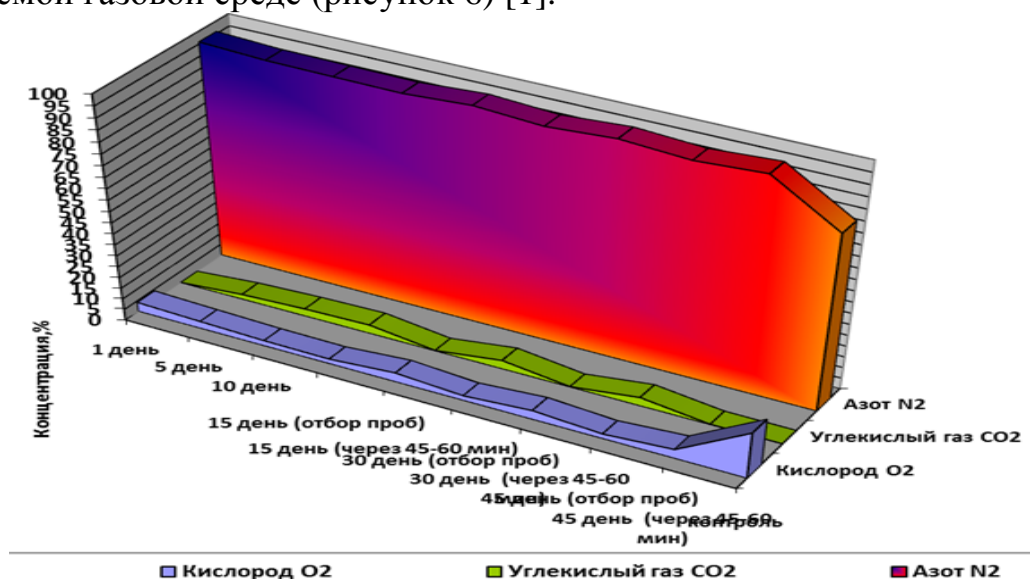


Рис. 6. Регулирование комбинированным клапаном состава газовой среды в полиэтиленовой емкости

Поэтому, через каждые 15 дней необходимо производить контроль состава газообразной среды в емкости через комбинированный клапан газоанализатором и при высоком содержании углекислого газа  $\text{CO}_2$  более чем 3,8% и уменьшении содержания кислорода  $\text{O}_2$  до 2,1% производят регулирование состава газовой среды путем удаления избыточного количества  $\text{CO}_2$ , подкачки азота  $\text{N}_2$  и атмосферного воздуха через впускной клапан (рисунок 7).

Затем снова производят измерение газового состава в полиэтиленовой емкости газоанализатором MRU «Delta-65» через 45-60 мин, и если концентрация углекислого газа  $\text{CO}_2$  в составе газовой среды снижается до уровня 0,1-0,2%, а содержание кислорода  $\text{O}_2$  составляет около 4,6-3,2%, концентрация азота  $\text{N}_2$  достигает необходимого уровня 95,4-96,8%, то закачивание технического азота в полиэтиленовую емкость завершают [2].

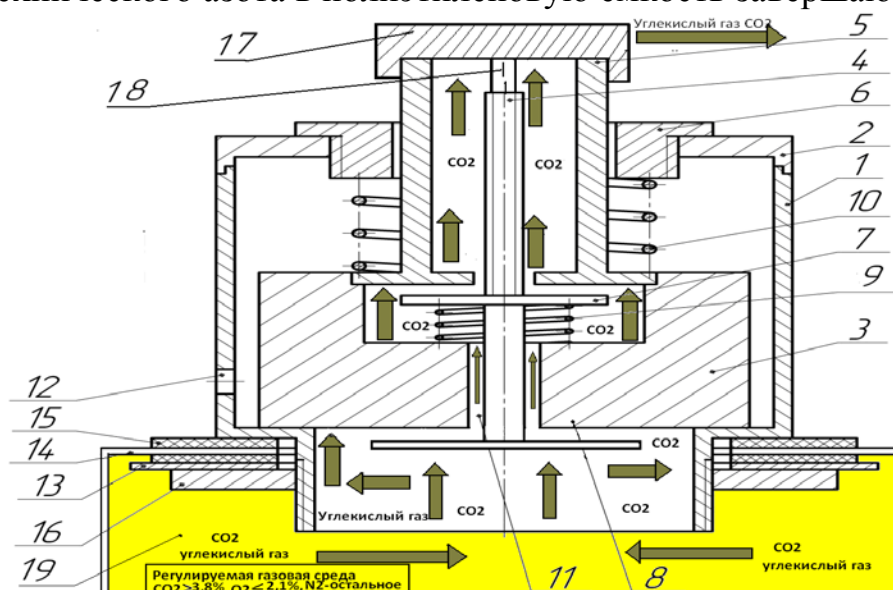


Рис. 7. Схема работы комбинированного клапана по удалению избытка углекислого газа  $\text{CO}_2$  из контейнера с клубнями картофеля (позиции указаны в тексте)

Таким образом, рассмотрена конструкция комбинированного клапана и принцип ее работы для организации технологии хранения картофеля в регулируемой газовой среде.

### Список литературы

1. Афиногенова, С.Н. Повышение эффективности технологии хранения картофеля в хранилищах стационарного типа для сельскохозяйственного производства / С.Н. Афиногенова // Сб.: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. –РГАТУ, 2017. – С. 13-19.
2. Афиногенова, С.Н. Анализ патентного поиска конструкций комбинированного клапана / С.Н. Афиногенова // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 21-26.
3. Афиногенова, С.Н. Инновационное направление в ресурсосберегающей

экологически безопасной технологии хранения картофеля / С.Н. Афиногенова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: РГАТУ, 2017. – С. 32-36.

**УДК 631.363:636.084**

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ  
ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ  
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*Белозеров Сергей Анатольевич, магистрант  
Савиных Петр Алексеевич, науч. рук., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье на основе анализа ресурсосберегающих технологий производства кормов выявлена необходимость оптимизации работы техники в сельскохозяйственном производстве. В исследование проведено описание наиболее востребованных методов расчета необходимого количества техники и определены направления проведения практических исследований, позволяющие повысить эффективность производства кормов в аграрном секторе.*

***Ключевые слова:** машинно-тракторный парк, концентрированные корма, технологии производства, потребность в технике, нормативный метод, эффективное использование ресурсов*

Эффективное обеспечение животноводства в современных рыночных условиях основывается на максимальных возможностях производства продукции. В существующих условиях в себестоимости молока и мяса свыше 50% составляет стоимость кормов, в связи с этим проблема выбора технологий производства кормов, обеспечивающих снижение их стоимости, остается актуальной [1]. Проблемы исследования и оптимизации механизированных технологий сельскохозяйственного производства освещены в работах Курбанова Р.Ф., Иофинова С.А., Еникеева В.Г., Липковича Э.И., Браславеца М.Е., Баширова Р.М., Хабатова Р.Ш., Бершицкого Ю.И., Ольм А.Ю., Артемьева А.Г., Детистовой О.И., Агузарова А.М., Савиных П.А. и др. При заготовке высококачественных кормов существует ряд технологий, которые имеют отличия по затратам и эффективности.

Сельское хозяйство на территории Российской Федерации имеет низкий уровень производительности труда по сравнению с Западными странами, в 4-6 раз более высокую энергоёмкость производимой продукции, нерациональное использование энергетических, технологических и технических средств при низком коэффициенте полезного использования,

высокой долей использования природных энергоресурсов.

В большинстве исследований не рассматривается вопрос об обосновании и выборе объемов работ, которые необходимо выполнить машинно-тракторному парку. С видами работ связаны виды и объемы производимой продукции, доход и эффективность производства [2].

Производство конкурентоспособной продукции в рыночных условиях требует постоянного анализа эффективности производственных затрат, использования производственных ресурсов и быстрого принятия решений по изменению их распределения. Следовательно, получению востребованной и приносящей максимум прибыли продукции будет способствовать рациональный состав машинно-тракторного парка, выполняющий оптимальный объем работ.

Определить потребность в технике можно различными способами: нормативными, расчетными (с помощью методов линейного программирования либо компьютерных программ расчета и оптимизации машинно-тракторного парка) и др.

Технологические карты по возделыванию сельскохозяйственных культур - это самый распространенный способ определения потребности в технике. Он предусматривает построение графиков загрузки машин в течение года, что позволяет определить общую потребность в тракторах по наибольшему ее значению. Возможность корректировки обеспечивается изменениями агротехнических сроков для отдельных видов работ, варьированием количеством смен или использованием аренды.

Нормативный метод связан с применением нормативов потребности к типоразмерам базовых технических средств. Федеральной системой технологий и машин для сельскохозяйственного производства России предусмотрено в качестве базовых наиболее эффективные и проверенные в производстве машины и оборудование [3].

$$F_i = \frac{Q_{\text{год } i}}{g_i} \quad (1)$$

где  $F$  – площадь, необходимая для заготовки корма, га;

$Q_{\text{год } i}$  – годовая потребность в кормах, т ;

$g_i$  – средняя урожайность корма, т/га.

Согласно рекомендациям ряда авторов потребность в машинах для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур можно определить по формуле:

$$n_i = \frac{F_i \lambda_i}{1000} \quad (2)$$

где  $n_i$  - количество машин  $i$  - той марки, ед.;

$F_i$  - объем работ выполняемый машиной  $i$  – той марки, га;

$\lambda_i$  – нормативное количество машин  $i$  - той марки на 1000 га пашни, ед.

С учетом нестабильности технологических процессов и по результатам анализа их динамики в выражение (2) вводим кратность резервирования

$$n_i^p = \frac{F_i \lambda_i}{1000} k_{pi} \quad (3)$$

где  $n_i^p$  – количество машин  $i$  – той марки с учетом кратности резервирования темпа технологической операции, ед.;

$k_{pi}$  – кратность резервирования темпа технологической операции с участием машин  $i$  – той марки.

Из выражения (2) и (3) определяем объемы выполняемых работ машинами  $i$  – той марки по нормативному методу и с учетом кратности резервирования темпа технологической операции с участием машин данной марки:

$$F_i = \frac{1000 n_i}{\lambda_i}, \quad (4)$$

$$F_i^{\partial} = \frac{1000 n_i}{\lambda_i k_{pi}} \quad (5)$$

где  $F_i^{\partial}$  – объем работ выполняемый машинами

$i$  – той марки с учетом кратности резервирования темпа технологической операции, га.

Таким образом, объем резервной технологии зависит от коэффициента живучести данной технологии.

Используя данную методику можно определить действительные объемы резервных технологий уборки сельскохозяйственных культур на различные виды объемистых кормов с учетом имеющегося количества различных видов машин и их технического состояния.

Объем резервной технологии определяем как разность объема работ выполняемый машинами  $i$  – той марки по рекомендациям нормативного метода (4, 5) и фактическим объемом работ выполняемый машинами  $i$  – той марки с учетом их наличия в хозяйстве и кратности резервирования темпа технологической операции. В Вологодской области из всех видов полевых севооборотов преимущественно имеют зернотравяные.

Технология – это совокупность производственных процессов в той или иной отрасли. Другими словами, это научное описание способов производства и последовательности производственных процессов.

Низкие темпы освоение сберегающих технологий в сравнении с ростом цен на энергетические и материальные ресурсы – это причина регулярного повышения себестоимости сельскохозяйственной продукции, что снижает уровень рентабельности и конкурентоспособности отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей. Использование современных ресурсосберегающих технологий сможет способствовать повышению устойчивости агропромышленного комплекса.

На сегодняшний день в мире сложились следующие основные типы технологий по интенсивности производства:

1. Традиционные технологии используют в хозяйствах РФ с невысоким уровнем доходности, кадрового обеспечения. Потенциальные возмож-

ности технологий по урожайности - до 20 ц/га. Техника в данном случае слабо ориентирована на почвозащитную обработку и в основном представлена недорогими агрегатами старых поколений.

2. Интенсивные технологии связаны с глубокими знаниями и требуют использования в процесс производства продукции минеральных удобрений, малообъемных средств защиты растений от болезней, вредителей и сорняков, дифференцированного внесения препаратов в различные фазы развития растений и работой агрегатов по технологической колее. Потенциал по урожайности - 30 - 40 ц/га для зерновых культур.

3. Высокоинтенсивные ресурсосберегающие технологии - самым современным тип, это стратегическое будущее конкурентоспособного сельского хозяйства в России. С помощью их можно получать урожаи 50 - 60 ц/га для зерновых. При этом техника обеспечивает точное управление процессами возделывания сельскохозяйственных культур, уборки урожая и его хранения, сберегающее землепользование. Техника сама контролирует качество технологических операций с учетом изменяющихся условий ландшафта и сокращает использование всех видов ресурсов [4].

Главные принципы таких технологий:

- рентабельные и улучшающие плодородие почв севообороты;
- дифференцированная система применения удобрений;
- сохранение на поверхности почвы остатков растений;
- интегрированный подход к борьбе с болезнями и вредителями;
- использование адаптированных качественных сортов семян.

Сберегающие технологии не новы для нашей страны. Идеи минимизации обработки почвы (отказ от вспашки, сокращение числа обработок и уменьшение глубины основной обработки) были обнародованы и применены в России в конце XIX в. И. Е. Овсинским. В 30-х гг. XX столетия академик Н. М. Тулайков разработал систему мелкой обработки почвы для засушливых степных районов Поволжья [5].

Широкое распространение безотвальной обработки в СССР началось благодаря трудам академика ВАСХНИЛ Терентия Семеновича Мальцева. В 1955 г. ученый сформулировал главную ее задачу - способствовать однолетним растениям, систематически улучшать почвенное плодородие. Опыты с посевом зерновых культур по невспаханной почве показали, что в этом случае органических веществ в почве остается больше, чем потребляется растениями. Система обработки почвы при использовании ресурсосберегающей технологии является энергосберегающей, т.к. расходуется при урожайности 3 т на гектар около 45 л дизтоплива.

Несмотря на наличие многочисленных исследований по вопросам производства кормов остаются недостаточно изученными вопросы практических рекомендаций и адаптации технологий к конкретным условиям хозяйства.

Поэтому основной целью дальнейших экспериментальных исследо-

ваний является проверка теоретических положений и выводов, а также накопление экспериментального материала для обоснования практических рекомендаций по использованию разработанных методик, технологий и технических средств производства концентрированных кормов на естественных кормовых угодьях, рационального соотношения технологий возделывания зерновых кормов на пашне на примере СХПК «Племзавод Майский» Вологодской области.

### Список литературы

1. Савиных, П.А. Энергосберегающие технологии приготовления зерновых кормов и машины для их осуществления / П.А. Савиных, В.А. Казаков // Владимирский земледелец. – №4. – 2010. – С. 15-17.
2. Козлова, Л.М. Совершенствование полевых севооборотов с целью получения высококачественных кормов в адаптивной земледелии Кировской области / Л.М. Козлова, Ф.А. Попов // В сб.: Многофункциональное адаптивное кормопроизводство, 2015. – № 5 (53). С. 134-139.
3. Воронов, Е.В. Обоснование потребности в тракторах и сельскохозяйственных машинах для сельскохозяйственных организаций Нижегородской области / Е.В. Воронов, М.М. Маслов, А.Е. Чесноков // Княгинино: Вестник НГИЭИ. – 2014 – №4(35). – С. 25-35.
4. Ресурсосберегающие технологии и технические средства в растениеводстве: курс лекций / сост. Труфляк Е.В. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2015. – 69 с.
5. Сысуев, В.А. Энерго- и ресурсосберегающие технологии обработки зернового материала на евро-северо-востоке российской федерации / В.А. Сысуев, П.А. Савиных, Ю.В. Сычугов // В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве, 2014. – С. 240-246.
6. Алешкин, В.Р. Планирование эксперимента при моделировании рабочего процесса кормоприготовительных машин / В.Р. Алешкин // В сб.: Интенсификация сельскохозяйственного производства Кировской области. – Пермь, 1980. – Т.68. – С. 102-106.

УДК 631.363.21

### ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК ЗЕРНА (ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ)

*Белозерова Светлана Владимировна, студент-бакалавр  
Савиных Петр Алексеевич, науч. рук., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация: в статье на основе изучения основных типов молотковых дробилок выявлены перспективы их использования при приготовлении*

*концентрированных кормов. В исследовании представлен анализ наиболее востребованных зернодробилок на основе изучения конструкции рабочих органов и выявления недостатков отдельных видов дробилок и типов конструкций в целом.*

**Ключевые слова:** *концентрированный корм, молотковые дробилки, сепарирующая поверхность, пневмотранспортирование, центробежный пылевой вентилятор*

Концентрированные корма, имеющие высокое содержание питательных веществ, подвергаются измельчению для приготовления комбикормов. Приготовленный для скармливания сельскохозяйственным животным корм должен соответствовать определенным зоотехническим требованиям. Зоотехнические требования к обработанному концентрированному корму предусматривают для крупного рогатого скота размеры частиц не более трех миллиметров.

Качество комбикормов оценивается нормативно-технической документацией, имеющей следующие основные показатели: массовая доля остатка на ситах с диаметром отверстий пять и три мм, массовая доля целых зерен, однородность смеси по гранулометрическому составу, а также содержание пылевидной фракции. Кроме того, корм не должен содержать в себе вредных примесей.

Возможностью влиять на качество получаемого корма путем изменения настроечных параметров отличаются дробилки, в которых также создаются условия для последующего смешивания компонентов комбикорма.

Наибольшее распространение в сельском хозяйстве получили молотковые дробилки, поскольку наиболее полно удовлетворяют требованиям, предъявляемым к дробилкам: свободная разгрузка материала, лёгкая замена изнашивающихся деталей, защита рабочих органов от поломок и т.д. Молотковые дробилки просты по конструкции, надёжны в работе, компактны, универсальны в переработке кормов с различными физико-механическими свойствами, высокие скорости рабочих органов позволяют непосредственно соединять молотковой ротор с валом электродвигателя.

Все эти преимущества обусловили возможность широкого применения молотковых дробилок во всех отраслях сельского хозяйства, а в технологии измельчения кормов являются основными машинами.

В зависимости от организации рабочего процесса в дробильной камере выделяют два типа дробилок.

1. В дробилках открытого типа зерно выводится из дробильной камеры, не замыкая при своём перемещении окружности. Измельчение производится за счет энергии свободного удара молотка по кускам измельчаемой массы. Сепарация измельчённого материала в таких дробилках, как правило, осуществляется вне дробильной камеры, для чего они имеют се-



паратор того или иного типа. Безрешётные дробилки для измельчения зерновых материалов обычно являются дробилками открытого типа [1].

Различные конструкции дробилок открытого типа представлены на рисунке 1.

Безрешётная дробилка Слободского машиностроительного завода ДЗ-Ф-2-1 (рис.1, а) имеет основной недостаток: заклинивание и падение регулировочной заслонки 2 внутрь дробильной камеры, что приводит к поломкам дробилки.

В молотковой дробилке ДМ-4-1 (рис. 1, б) Слободской машиностроительный завода основной недостаток – это сложность настройки на заданную степень измельчения.

Молотковая дробилка (рис. 1, г) позволяет выполнить своевременный отвод готового продукта и эффективнее использовать пространство дробильной камеры, что позволяет повысить качество готового корма и производительность дробилки.

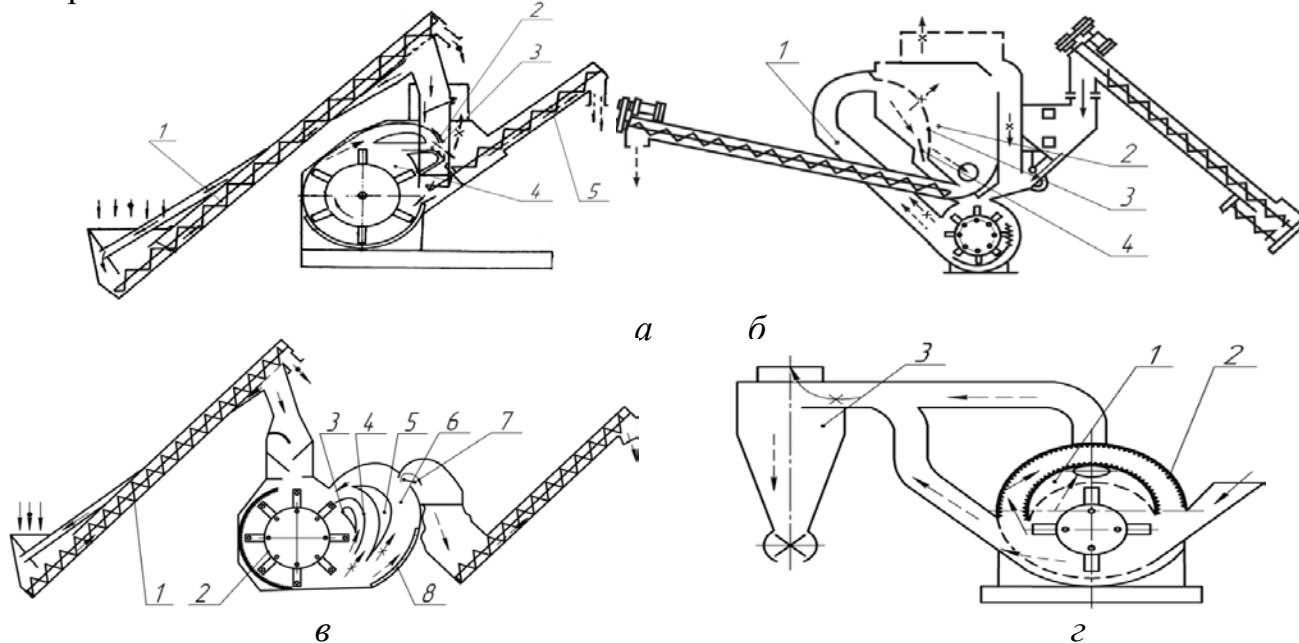


Рис. 1. Схемы дробилок открытого типа: а – ДЗ-Ф-2-1; б – ДБ-5; в – ДМ-4-1; г – дробилка по а.с. №1095993

Общие недостатки дробилок открытого типа - большая металлоёмкость, необходимость использования дополнительных погрузочно-разгрузочных устройств, что увеличивает себестоимость производства корма, практически невозможно организовать рабочий процесс с пневматической загрузкой-выгрузкой исходных компонентов комбикорма, при одновременном получении качества готового продукта, удовлетворяющего зоотехническим требованиям.

В дробилках закрытого типа решето и деки полностью охватывают ротор. Материал удаляется по мере измельчения до заданного размера через отверстия решета. Они получили большее распространение, из-за про-

стоты устройства, меньшей стоимости дробилки, возможностью организации пневматической загрузки и выгрузки зерна и т.д.

Решётная дробилка КД-2, Слободского машиностроительного завода для фуражного зерна (рис.2, а). Дробилка ДЗ-1 (рис. 2, б), разработана в НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого.

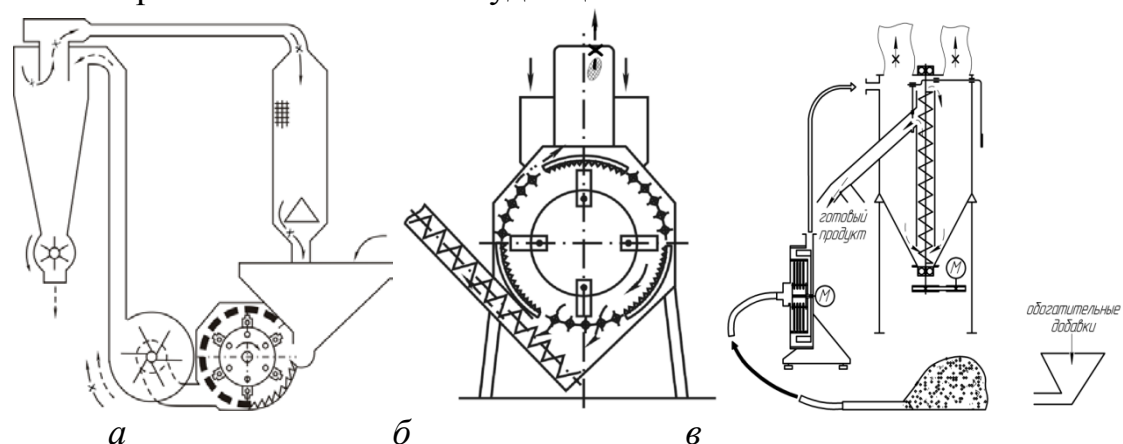


Рис. 2. Конструктивно-технологические схемы дробилок закрытого типа: а – КД-2; б – ДЗ-1; в – дробилки с пневмозагрузкой-выгрузкой в составе комбикормовых агрегатов

Наиболее распространена в настоящее время дробилка, приведённая на рисунке 2, в. Дробилка позволяет осуществлять пневмотранспортирование исходных компонентов и готового продукта воздушным потоком, создаваемым встроенным вентилятором. По данной схеме организована работа практически всех дробилок в современных малогабаритных комбикормовых агрегатах.

Общие недостатки дробилок закрытого типа - большие затраты энергии на измельчение, относительно низкие показатели производительности и качества готового продукта, у решётных дробилок, кроме того низкая надёжность решета [2].

Наибольшее распространение в качестве сепарирующих поверхностей в дробилках зерна получили различные типы решёт, а также колосниковых решёток.

Решёта изготавливаются из листовой стали толщиной от 2 до 8 мм и бывают гладкими и чешуйчатыми. В тонких гладких решётах отверстия штампуются, а в толстых высверливаются. Для уменьшения сопротивления движению продукта отверстия в толстых решётах делают коническими. Чешуйчатые решёта имеют острошероховатые поверхности, что значительно повышает эффект измельчения и пропускную способность в сравнении с гладкими решетами. Из-за простоты изготовления и более низкой стоимости наибольшее распространение получили гладкие решёта.

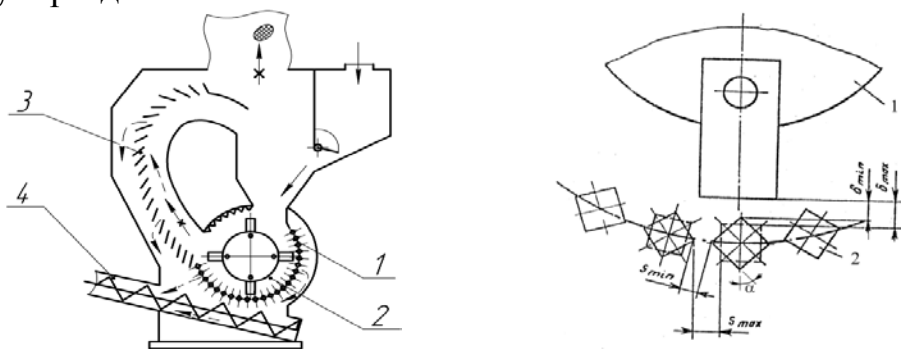
Кроме различного типа решёт в зернодробилках как закрытого, так и открытого типа, в качестве сепарирующей поверхности могут применяться колосниковые решётки [3].

Применение колосниковой решётки в зернодробилках обусловлено

высокой надёжностью работы и долговечностью, что выгодно отличает её от решета, грани колосников интенсифицируют процесс измельчения и позволяют заменить собой деку, конструкция некоторых колосниковых решёток позволяет менять их положение относительно ротора для настройки дробилки на ту или иную степень измельчения, а также для компенсации износа молотков и колосников.

В качестве сепарирующего и измельчающего органа колосниковые решётки применены в роторной дробилке ДР–Ф–4. Недостатком конструкции является быстрое забивание измельчаемым материалом зазоров между элементами квадратного поперечного сечения, низкое качество готового продукта, сложность настройки крупности помола.

В НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого разработана дробилка зерна открытого типа ДЗ–6 (рис. 3) с жалюзийным сепаратором 3 и колосниковой решёткой 1 в качестве сепарирующих устройств. Эта дробилка сочетает в себе преимущества дробилок открытого и закрытого типа: в ней устранён недостаток, свойственный дробилкам закрытого типа – расслоение материала в воздушно-продуктовом слое и, как следствие, низкая эффективность измельчения крупных частиц и переизмельчение мелких частиц, но за счёт применения колосниковой решётки 1 в дробильной камере 2 в ней устранён и недостаток дробилок открытого типа – большие затраты энергии на транспортирование всего измельчаемого продукта к сепаратору и разделение в нём.



а б

Рис. 3. Дробилка ДЗ–6 с колосниковой решёткой: а – схема ДЗ–6; б – колосниковая решётка с изменяемым углом установки колосников:  
1 – молотковый ротор; 2 – элемент колосниковой решётки

Главными недостатками существующих колосниковых решёток в зернодробилках являются низкое качество получаемого готового продукта, также им присуще меньшее живое сечение сепарирующей поверхности и как результат более низкая пропускная способность, более высокая стоимость в сравнении с обычным решетом, что ограничивает их применение.

Таким образом, разработка сепарирующей поверхности, сочетающая в себе высокие показатели выполнения технологического процесса и

надёжности работы, является актуальной задачей.

Как было указано выше, в настоящее время, наибольшее распространение получила технология производства комбикормов, в которой молотковая дробилка осуществляет пневмотранспортирование исходных компонентов комбикорма и готового продукта воздушным потоком, создаваемым собственным вентилятором.

По конструктивному устройству вентилятора распространение получили дробилки двух типов: с расположением лопаток вентилятора, охватывающих дробильную камеру, и с центробежным пылевым вентилятором, расположенным за пределами дробильной камеры.

Молотковая дробилка по патенту РФ № 2185081 имеет конструктивную схему с расположением лопаток вентилятора, охватывающих дробильную камеру.

Дробилка состоит из корпуса, на котором укреплен фланцевый электродвигатель, на валу которого установлены крыльчатка вентилятора и молотковый ротор. Внутри дробилки установлен каркас с решетом. На наружной поверхности крышки дробилки смонтирована камера разрежения для отделения тяжёлых инородных примесей из сырья, поступающего в дробилку [4].

Дробилки с центробежным пылевым вентилятором расположенным за пределами дробильной камеры нашли применение в:

молотковых дробилках ДКМ–1,6; ДКМ–2,0; ДКМ–3,3 в составе комбикормовых установок «Лидер» производства компании «Полымя», Республика Беларусь.

Главным недостатком дробилок ДКМ является высокая энергоёмкость процесса при низкой производительности, вызванная высоким сопротивлением сеператора-камнеуловителя. Преимуществом дробилок является высокая надёжность, благодаря исключению попадания инородных предметов в дробильную камеру.

Преимуществом конструкции дробилок с центробежным пылевым вентилятором, расположенным за пределами дробильной камеры, по сравнению с существующими дробилками, у которых лопатки вентилятора охватывают дробильную камеру, является несколько более высокий КПД вентилятора, поскольку у последних велика циркуляция воздушного потока в межлопаточных каналах [5].

Преимущества конструктивной схемы дробилок с лопатками вентилятора, охватывающими дробильную камеру являются: малая металлоёмкость; простота устройства корпуса дробилки; практически отсутствует возникновение завала внутри дробилки при недостаточном расходе воздуха, благодаря переходу вентилятора в режим «швырялки».

Общими недостатками решётных дробилок с пневматической загрузкой-выгрузкой исходных компонентов комбикорма, в которых решето полностью охватывает молотковый ротор, являются: низкая пропускная

способность гладкого решета, а также высокий абразивный износ лопаток вентилятора, решета, выгрузного рукава, и ряда других узлов, быстрый выход из строя всего решета при попадании инородных твёрдых предметов, что приводит к нарушению технологического процесса приготовления комбикорма. Также данные дробилки не работают как самостоятельные машины, а используются только в составе с бункером-смесителем (накопителем) или другой ёмкостью, имеющей фильтры-пылеуловители для сброса отработанного воздуха, что в ряде случаев ограничивает их применение.

Исходя из выявленных недостатков существующих дробилок и с учётом современных тенденций развития комбикормовой промышленности России, разработка дробилки, сочетающая в себе высокие показатели выполнения технологического процесса, надёжности, низкой металлоэнергоемкости, является актуальной задачей.

### **Список литературы**

1. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л: Колос, 1978. – 560 с.
2. Савиных, П.А. Результаты сравнительных исследований дробилок в малогабаритном комбикормовом агрегате / П.А. Савиных, Н.В. Турубанов и др. // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. – 2008. – Т.18. – №3. – С. 60-71.
3. Турубанов, Н.В. Повышение эффективности молотковой дробилки зерна комбикормового агрегата путём совершенствования её рабочих органов / Н.В. Турубанов, В.Л. Касьянов, П.А. Савиных // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. – 2010. – Т.21. – №3. – С. 12-24.
4. Савиных, П.А. Совершенствование способов измельчения зерна / П.А. Савиных, К.Е. Миронов // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т.2. – №5(6). – С. 109-115.

**УДК 631.171**

### **РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИКИ К ХРАНЕНИЮ**

*Блинов Сергей Эдуардович, студент-магистрант  
Стенин Сергей Степанович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

*Аннотация: в процессе подготовки сельскохозяйственной техники к хранению необходимо обеспечить качественную защиту металлических поверхностей от агрессивного воздействия факторов внешней среды. Одним из перспективных направлений в этой области является применение от-*

*работанных масел в качестве противокоррозионного материала. Использование ресурсосберегающих технологий для консервации машин позволяет существенно снизить материальные затраты на подготовку техники к хранению при повышении степени защиты.*

**Ключевые слова:** хранение техники, коррозия, моторное масло

Совершенствование технологического процесса подготовки техники к хранению является перспективным направлением научно-исследовательской деятельности [1-3].

Поиск технических решений, позволяющих исключить непроизводительные потери металла конструктивных элементов сельскохозяйственных машин, должен строиться на следующих основных принципах:

1. обеспечение максимальной степени защиты металлических поверхностей оборудования от негативного воздействия агрессивных факторов окружающей среды;

2. исключения возникновения коррозионных процессов на конструктивных элементах в процессе хранения [4,5];

3. использование для консервации машин побочных продуктов переработки нефтеперерабатывающей отрасли и отработанных масел;

4. применение ресурсосберегающего подхода к использованию материалов для защиты машин при хранении

5. минимизация экологического вреда окружающей среде при проведении консервации и расконсервации сельскохозяйственной техники.

Известно, что коррозионные потери металла сельскохозяйственной техники, хранящейся длительное время на открытых площадках в условиях негативного воздействия атмосферных факторов приводят к снижению срока эксплуатации машин. Особенно активно процесс коррозии развивается в скрытых полостях, в стыковых и сварочных соединениях, так как в них, как правило, скапливается влага и загрязнения, способствующие интенсификации коррозии [6,7]. Учитывая высокую стоимость техники разработка комплекса мероприятий по предупреждению развития коррозии позволит исключить или хотя бы замедлить разрушение конструктивных элементов машин, что в конечном итоге приведет к увеличению времени нахождения техники в технически исправном состоянии [8,9]. Повышение надёжности и увеличение срока эксплуатации машин и оборудования сельскохозяйственного назначения является важной задачей, стоящей перед инженерно-технической службой предприятий агропромышленного комплекса [10-12].

Экономия материальных и топливно-энергетических ресурсов при хранении машин возможна за счет использования в качестве консервационных составов вторичных продуктов, т.е. продуктов уже использованных по прямому назначению [13,14].

В частности, речь идет о побочных продуктах химических и нефтехи-

мических производств, имеющих ингибирующие противокоррозионные свойства, отработанных маслах.

Резерв экономии традиционного сырья и материалов за счет использования консервационных материалов из вторичных ресурсов, которые по своим защитным свойствам не уступают промышленно-выпускаемым образцам можно рассчитать по формуле:

$$K_s = \frac{H_n}{H_o} \quad (1)$$

где  $H_n$ ;  $H_o$  - соответственно нормы расхода первичного сырья и побочных продуктов.

Энергетический показатель оценки технологии консервации машин с учетом снижения энергетического содержания используемых ресурсов и дифференцированного анализа прямых затрат труда на единицу наработки материально-энергетических затрат может быть рассчитан как коэффициент энергетических затрат, который характеризует прямые и косвенные затраты на консервацию 1 машины.

Для того, чтобы разработанная технология была энергетически эффективной, энергетические затраты на консервацию должны компенсироваться за счет снижения энергетических затрат при ремонте машины и повышения ее срока службы. Если фактический срок службы машины, на которой не проводились работы по консервации, равен  $\tau_1$  лет, то применение технологии консервации позволит увеличить срок службы машины до  $\tau_2$  лет. Экономия энергетических затрат от повышения срока службы на  $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$  лет определяется по формуле:

$$E_p = \beta_p m_p \frac{\Delta\tau}{\tau_1} \quad (2)$$

где  $\beta_p$  - энергетический эквивалент единицы массы машины, МДж/кг;  
 $m_p$  - масса машины, кг.

Суммарные совокупные энергетические затраты  $E_k$  на консервацию машины, эксплуатируемую в течение  $\tau_2$  лет определяются по формуле:

$$E_k = E\tau_2 \quad (3)$$

При условии равенства энергетических затрат  $E_p = E\tau_k$  минимально допустимую величину  $\lambda_{доп}$  (%) повышения срока службы машины за счет ее консервации можно определить по формуле:

$$\lambda_{доп} = \frac{\Delta\tau}{\tau_1} \cdot 100 = \frac{E\tau_2}{\beta_p m_p} \quad (4)$$

Если фактическая величина  $\lambda_{ф} = \lambda_{доп}$ , то энергетически затраты на консервацию машины будут компенсированы за счет экономии энергии от увеличения ее фактического срока службы.

При  $\lambda_{ф} = \lambda_{доп}$  - применение технологии консервации машины энергетически эффективно.

Энергетическая оценка дает возможность устанавливать эффективность использования материально-энергетических и трудовых затрат на консерва-

цию сельскохозяйственной техники, вести разработку технологии и оборудования с показателями не превышающими достигнутый минимальный уровень.

Даже весьма технологически и экономически эффективные средства противокоррозионной защиты могут быть применены только в том случае, если они не приводят к загрязнению окружающей среды.

Первый и достаточно существенный аспект взаимосвязи коррозионной и экологической проблемы определяется тем обстоятельством, что потери конструкционных металлов приводят к истощению их запасов в земных недрах.

Рассматривая роль экологической составляющей применительно к противокоррозионной защите металлофонда сельского хозяйства следует понимать, что консервационные материалы и их компоненты в процессе нанесения, хранения машин и последующего введения в эксплуатацию, попадают в почву, грунтовые воды, вызывая, таким образом, загрязнение окружающей среды, экологические и социальные проблемы. Для улучшения экологической обстановки на селе очень важно найти правильное применение отработанным маслам, в первую очередь, моторным. Сбор, утилизация и регенерация отработанных масел в условиях сельскохозяйственного производства налажены неудовлетворительно. Они имеют весьма низкую биологическую разлагаемость (10-30%) и, попадая в окружающую среду, сильно ее загрязняют.

Следовательно, использование отработанных масел, как отхода одного процесса, в качестве сырья другого, является важным фактором для решения экономической и экологической проблем.

### **Список литературы**

1. Бышов, Н.В. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 102 с.
2. Бышов, Н.В. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 112 с.
3. Бышов, Н.В. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.
4. Зарубин, И.В. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / И.В.Зарубин, М.Б. Латышенко, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения: материалы Международной научно-практической конференции. – Саратов, 2010. – Т.3 – С. 299-300.
5. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенко // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской ГСХА.



– Рязань, 1998. – С. 185-186.

6. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1. – С. 11-14.

7. Будадыкин, А.А. Роль наполнителя в составе жидкого консерванта для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / А.А. Будадыкин, М.Б. Латышенко и др. // Сб.: Вавиловские чтения. – Саратов, 2010. – Т.3 – С. 281-282.

8. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-3914.

9. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышенко, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного гос. университета. – 2017. – № 1 (70). – С. 50-56.

10. Шемякин, А.В. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.

11. Шемякин, А.В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Е.Г. Кузин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2017. – № 1. – С. 171-175.

12. Латышенко, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин / М.Б. Латышенко, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин // Сб.: Современные энерго-и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Рязань, 1999. – С. 99-101.

13. Борычев, С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90-94.

14. Морозова, Н.М. Методика оценки технологии хранения сельскохозяйственных машин / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы нац. науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 140-144.

**УДК 004.94**

### **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЧ-СУШКИ ЗЕРНА**

*Болотов Андрей Владимирович, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент*

**Аннотация:** в статье предложена программа имитационного моделирования процесса СВЧ-сушки зерна. Проведен машинный эксперимент, представлены его результаты.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, сушка зерна, свч-энергия

Технологический процесс СВЧ-сушки зерна по своей сути (поступление зернового материала, его нагрев, удаление влаги вентилированием) относится к системам массового обслуживания. Поэтому рационально представить его в символической Q-схеме. Известно, что процессы, представляемые Q-схемами, удобно моделировать с применением общецелевой системы имитационного моделирования GPSS. Данная программа работает по принципу продвижения и обслуживания транзактов [1-3].

Использование системы GPSS World (GPSS/PC) позволяет легко анализировать результаты моделирования, так как система выдает подробную статистику по всем устройствам и очередям, используемым в имитационной модели.

Методика исследования включает определение времени обработки 1 кг зерна в зависимости от скорости подачи материала ( $V_n$ ), плотности вороха ( $\rho$ ), а также определение времени вентилирования зерна в бункере активного вентилирования и определение времени обработки зерна находящегося в полностью заполненном бункере ( $m = 40000$  кг).

Исходный текст программы модели представлены на рисунке 1.

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от плотности зерна ( $\rho$ ), от скорости подачи материала ( $V_n$ ), может быть изменено количество обработанных килограммов зерна ( $Q$ ) Также применены следующие условные обозначения: бункер активного вентилирования (BUNK), нория (NOR) и сушильная СВЧ камера (SUSH).

В данной модели в качестве транзакта принят 1 кг зерна, а за единицу модельного времени принят интервал времени 0,01 секунды.

```
10 * SUSHKA ZERNA
20 SUSHKA FVARIABLE -(100/Vn)/rho*100#LOG((1+RN1)/1000)
25 PODACHA FVARIABLE -18#LOG((1+RN1)/1000)
30 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
40 * 1 segment - zerno
50 GENERATE 100, FN$XPDIS,, 1
60 SPLIT 40000, MET1
70 MET1 LINK BUNK, FIFO, MET2
80 MET2 SEIZE NOR
90 UNLINK BUNK, MET2, 1
100 ADVANCE V$PODACHA
110 SEIZE SUSH
120 RELEASE NOR
130 ADVANCE V$SUSHKA
140 RELEASE SUSH
150 TERMINATE 1
160 * control cards
START 40000 (Q)
END
```

Рис. 1. Исходный текст программы модели

Для получения случайных величин интервалов поступления транзактов использованы непрерывная числовая функция XPDIS, заданная табличной зависимостью, содержащей 24 точки (С24). Интервал поступления транзактов определяется произведением среднего значения времени и вычисленного значения функции, полученный результат отсекается отбрасыванием дробной части и используется в качестве случайного времени интервала поступления транзактов.

Для получения случайных величин интервалов обслуживания транзактов действительные переменные определяются с помощью оператора определения FVARIABLE.

Переменные имеют единственный СЧА с названием V, значением которого является результат вычисления арифметического выражения, определяющего случайный интервал времени. Вычисление времени задержки транзакта на обслуживании определяется путем умножения значений  $\rho$  и  $V_n$  на соответствующее вычисленное значение функции.

Переменная с именем SUSHKA задает выражение для вычисления интервала времени нахождения 1 кг зерна в сушильной камере, а переменная с именем PODACHA выражение для вычисления времени подачи 1 кг зерна норией.

Блоки ADVANCE содержат ссылки на соответствующие переменные.

Во всех случаях для генерирования случайных чисел использован встроенный генератор случайных чисел RN1.

Выполнить прогоны модели, изменяя плотность слоя зерна и скорость поступления материала в сушильную камеру (значения  $\rho$  и  $V_n$ ). Интервалы и уровни варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Натуральное обозначение	Интервал варьирования	Уровни варьирования				
			0,0050	0,0075	0,0100	0,0125	0,0150
Скорость, м/с	V	0,0025	0,0050	0,0075	0,0100	0,0125	0,0150
Плотность загрузки, кг/м <sup>2</sup>	$\rho$	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0

По завершении прогона модели из стандартного отчета определить модельное время начала и конца прогона, разность этих значений и будет временем сушки 40000 килограммов зерна. Также из стандартного отчёта определить время нахождения 1 кг зерна в сушильной камере и время вентилирования зерна в бункерах активного вентилирования.

Время обработки 1 кг зерна определяем из полученных стандартных отчётов имитационного моделирования. Данные опытов по определению

времени обработки 1 кг зерна в зависимости от скорости подачи ( $V_n$ ) и плотности материала ( $\rho$ ), приведены в таблице 2.

Изменение времени ( $\tau$ ) нахождения зернового слоя различной плотности массой  $m = 1$  кг в сушильной камере при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ) в зависимости от плотности материала ( $\rho$ ) отображено на рисунке 1.

Изменение времени ( $\tau$ ) нахождения зерна массой  $m = 1$  кг в слоях различной плотности ( $\rho$ ) в сушильной камере при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ) отображено на рисунке 2.

Из рисунков 1 и 2 видно, что снижение скорости подачи зернового материала в сушильную камеру, а также и снижение плотности этого материала (толщины слоя зерна) вызывает резкое увеличение времени нахождения зернового вороха в сушильной камере СВЧ установки.

При увеличении плотности материала выше  $18 \text{ кг/м}^2$ , время нахождения зерна различной плотности массой в сушильной камере изменяется незначительно в сторону уменьшения.

Учитывая, что съём влаги с зернового слоя меньшей толщины при его сушке будет происходить более интенсивно, но при этом резко увеличивается время нахождения порции зерна в сушильной камере (возможно чрезмерное пересушивание этого зерна и даже его возгорание), поэтому рекомендуем, что плотность материала ( $\rho$ ) при сушке должна быть в пределах  $\rho = 6...18 \text{ кг/м}^2$  (это будет соответствовать толщине зернового слоя  $1...3 \text{ см}$ ), что подтверждает ранее выбранные интервалы варьирования факторов.

Таблица 2 – Данные опытов по определению времени обработки зерна

Время обработки зерна	Время обработки 1 кг зерна при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ), с									
	Ворох зерна плотностью $\rho = 6 \text{ кг/м}^2$					Ворох зерна плотностью $\rho = 9 \text{ кг/м}^2$				
	$V_n = 0,005$ м/с	$V_n = 0,007$ 5 м/с	$V_n = 0,010$ м/с	$V_n = 0,012$ 5 м/с	$V_n = 0,015$ м/с	$V_n = 0,005$ м/с	$V_n = 0,007$ 5 м/с	$V_n = 0,010$ м/с	$V_n = 0,012$ 5 м/с	$V_n = 0,015$ м/с
Общее время обработки, с	1321 534	8810 55	6608 24	5286 93	4406 13	8810 55	5874 17	4406 13	3525 42	2938 37
Общее время обработки, ч	367,0	244,7	183,5	146,8	122,4	244,7	163,2	122,4	97,9	81,6
Нахождение зерна в СВЧ камере, с	33,0	22,0	16,5	13,2	11,0	22,0	14,7	11,0	8,8	7,3
Время вентилирования, с	6614 38	4409 75	3307 47	2646 15	2205 30	4409 75	2940 07	2205 30	1764 50	1470 67
Время вентилирования, ч	183,7	122,3	91,9	73,5	61,3	122,3	81,7	61,3	49,0	40,8

Время обработки зерна	Время обработки 1 кг зерна при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ), с									
	Ворох зерна плотностью $\rho = 12$ кг/м <sup>2</sup>					Ворох зерна плотностью $\rho = 15$ кг/м <sup>2</sup>				
	$V_n = 0,005$ м/с	$V_n = 0,007$ 5 м/с	$V_n = 0,010$ м/с	$V_n = 0,012$ 5 м/с	$V_n = 0,015$ м/с	$V_n = 0,005$ м/с	$V_n = 0,007$ 5 м/с	$V_n = 0,010$ м/с	$V_n = 0,012$ 5 м/с	$V_n = 0,015$ м/с
Общее время обработки, с	6608 24	4406 13	3305 26	2644 88	2204 74	5286 93	3525 42	2644 88	2116 73	1764 78
Общее время обработки, ч	183,6	122,4	91,8	73,5	61,2	146,8	97,9	73,5	58,8	49,0
Нахождение зерна в СВЧ камере, с	16,5	11,0	8,3	6,6	5,5	13,2	8,8	6,6	5,3	4,4
Время вентилирования, с	3307 48	2205 30	1654 31	1323 78	1103 49	2646 15	1764 50	1323 78	1059 44	8832 86
Время вентилирования, ч	91,9	61,3	45,9	36,8	30,6	73,5	49,0	36,8	29,4	24,5
Общее время обработки, с	4406 13	2938 37	2204 74	1764 78	1471 63	3777 04	2519 12	1890 46	1513 50	1262 39
Общее время обработки, ч	122,4	81,6	61,2	49,0	40,9	104,9	52,5	52,5	42,0	35,0
Нахождение зерна в СВЧ камере, с	11,0	7,3	5,5	4,4	3,7	9,4	6,3	4,7	3,8	3,1
Время вентилирования, с	2205 30	1470 68	1103 49	8832 8	7365 7	1890 44	1260 84	9461 9	7575 2	6318 4
Время вентилирования, ч	61,3	40,8	30,6	24,5	20,5	52,5	35,0	26,3	21,0	17,6

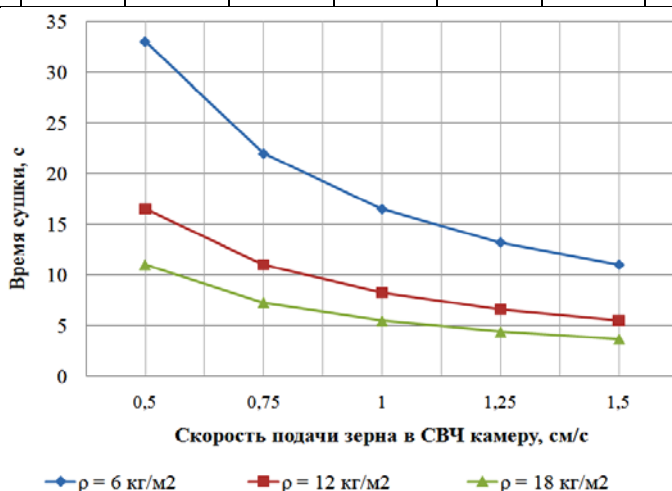


Рис. 1. Время нахождения зерна различной плотности массой  $m = 1,0$  кг в сушильной камере при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ), с

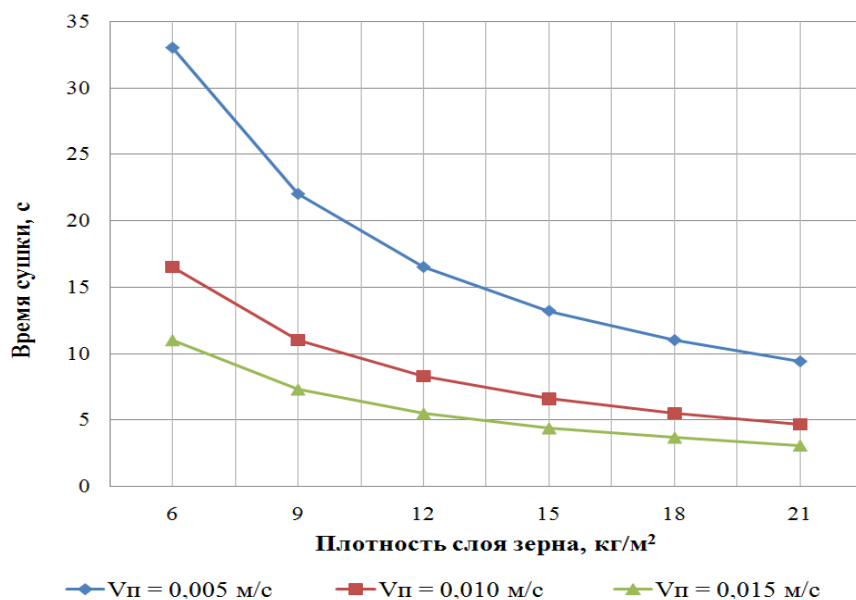


Рис. 2. Время нахождения зерна массой  $m = 1,0$  кг в сушильной камере при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ) и различной плотности ( $\rho$ ), с

На рисунке 3 показана зависимость времени вентилирования зерна в бункере от скорости подачи материала ( $V_n$ ) и плотности зернового вороха ( $\rho$ ) в сушильной камере СВЧ установки при его рециркуляции.

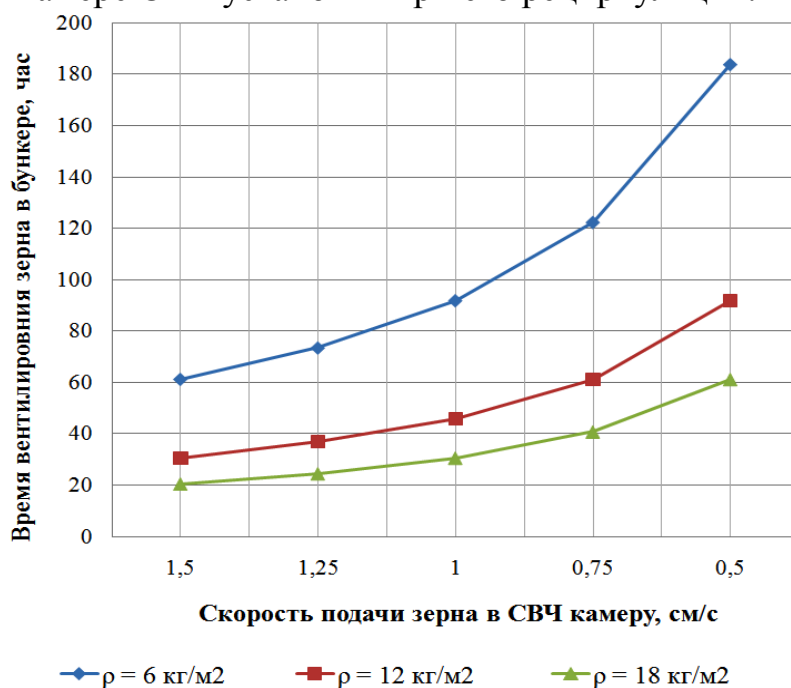


Рис. 3. Время вентилирования зерна в бункере активного вентилирования при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ), час

Из рисунка 3 видим, что увеличение толщины слоя зернового материала (увеличение плотности зернового вороха), а также увеличение скорости подачи его в сушильную камеру СВЧ установки, значительно уменьшает время вентилирования зерна в бункере активного вентилирования.

## Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с.
2. Шушков, Р.А. Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – № 4. – С. 29-30.
3. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки: Белорусская ГСХА, 2013. – Ч. 1. – С. 348-351.

### УДК 621.431

#### СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Буторлин Сергей Владимирович, студент-бакалавр  
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* рассмотрены способы повышения эксплуатационных показателей двигателей, выявлены их основные достоинства и недостатки.

*Ключевые слова:* двигатель внутреннего сгорания, эксплуатационные показатели, экономичность, мощность, ресурс

Уже более столетия двигатели внутреннего сгорания являются одними из основных силовых агрегатов, используемых в легковых и грузовых автомобилях, а также в автотракторных машинах, в судостроении и т.д. С каждым годом увеличивается количество выпускаемой техники, а за счет этого увеличивается и потребность в жидком топливе, поэтому важно искать пути снижения расхода топлива. Так же нужно помнить, что при усложнении конструкции узлов двигателей возникает проблема в их надёжности и долговечности, а также повышается трудоёмкость обслуживания и ухода за ними. Исходя из всего выше изложенного, мы видим, что существует необходимость в нахождении способов повышения эксплуатационных показателей двигателей [1].

Рассмотрим несколько основных способов повышения эксплуатационных показателей двигателей. Одним из таких способов является турбокомпаундирование двигателей.



Рис. 1. Турбокомпаундный двигатель Scania. [2]

Турбокомпаундирование заключается в том, что отработавшие газы, обладающие большой энергией, совершают работу в силовой турбине, соединенной со свободным турбокомпрессором и коленчатым валом, за счет этого идет увеличение мощности двигателя, а также повышение коэффициента полезного действия (КПД). У турбокомпаундного мотора КПД может достигать 46 % по сравнению с бензиновым двигателем, у которого КПД 20 – 25 %, а у дизеля – 40 %. У данного способа множество преимуществ: за счет передачи крутящего момента на коленчатый вал от силовой турбины идет разгрузка поршневой части двигателя, увеличения эффективной мощности двигателя, уменьшения количества загрязняющих отработавших газов, улучшение эксплуатационных качеств. Недостатки данного способа усложнение конструкции, обслуживания, увеличения стоимости.

Второй способ двигатель с форкамерно-факельным зажиганием.

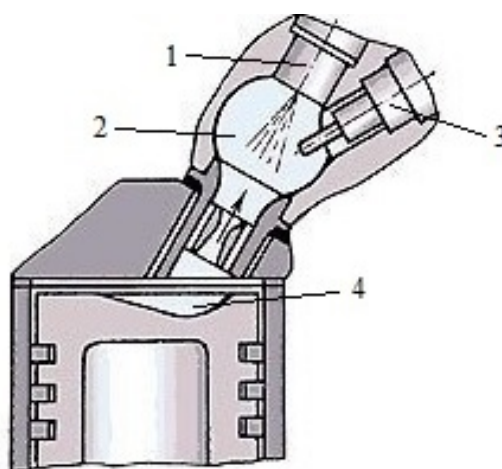


Рис. 2. Двигатель с форкамерно-факельным зажиганием [3]:  
1 – форсунка; 2 – форкамера; 3 – свеча зажигания; 4 – основная камера сгорания.



Особенностью данного двигателя является то, что у него с основной камерой сгорания связана узким каналом дополнительная камера сгорания меньшего размера – форкамера, в которой установлены форсунка и свеча зажигания. Принцип работы очень прост, в момент первого такта двигателя (впуск) форсунка впрыскивает обедненную смесь в основную камеру сгорания, а форкамеру заполняет богатая смесь перед вторым тактом – сжатия, далее между электродами свечи зажигания проскакивает искра и происходит воспламенение богатой смеси, языки пламени в результате этой реакции проникают в основную камеру сгорания и эффективно поджигают обедненную смесь. Преимущества данного способа: эффективное сжигание обедненной смеси, за счет этого повышается экономичность топлива, уменьшения нагарообразования, снижается токсичность выхлопов, увеличивается ресурс двигателя, повышается коэффициент полезного действия двигателя. Недостатки: усложнение конструкции, обслуживания [4].

Третий способ – микродуговое оксидирование днищ поршней. Микродуговое оксидирование (МДО) – это сравнительно новый вид поверхностной обработки и упрочнения металлических материалов, основанный на электрохимической реакции в виде микродуговых разрядов на поверхности детали, находящейся в емкости заполненной электролитом. В результате данной обработки образуются поверхностные покрытия толщиной от долей до сотен микрометров, обладающие различными свойствами такими как высокой твердостью, прочностью, низкой тепло и электропроводностью. Механические параметры покрытия регулируются составом электролита и электрическим режимом обработки, при необходимости МДО позволяет ввести в покрытие любой необходимый химический элемент. После обработки поршней двигателя данной поверхностной обработкой повышается коэффициент полезного действия, обеспечивается защита днищ поршня от воздействия высокотемпературных тепловых потоков, повышается ресурс, долговечность и надежность двигателя. Главным недостатком данного способа является большая стоимость проведения поверхностной обработки и трудоемкость процесса [5].

Четвертый способ – применение двухтактного цикла со средствами для распределения топливного заряда в цилиндрах слоями.

Данный способ повышения эксплуатационных показателей основан на расслоении топлива в камере сгорания. Его особенностью является расположение форсунки 5 в полости цилиндра 1, а также соединенные надпоршневые полости цилиндров 1,3 камерой сгорания 7. При движении поршней 9 и 10 к верхней мертвой точке на такте – сжатия форсунка 5 расположенная в полости цилиндра 1 осуществляет впрыск топлива в цилиндр 1. Топливная смесь попадает на стенки камеры сгорания 7, часть на поверхность головки цилиндров, а часть топлива смешивается с воздухом. Воздух под действием поршня 9 попадает в камеру сгорания 7, увлекая за

собой пары топлива на стенке камеры сгорания. Образуя со стороны свечи зажигания 8 и цилиндра 1 богатую топливовоздушную смесь. При положении поршней 9, 10 у верхней мертвой точки топливо воспламеняется свечой зажигания 8. Продукты сгорания расширяются в цилиндрах 1,3 и с приближением поршней 9,10 к нижней мертвой происходит удаление продуктов сгорания за счет открытия поршнем 10 выпускного окна 4 и поршнем 9 продувочные окна 2. Продувка осуществляется через камеру сгорания 7 соединяющую надпоршневые полости цилиндров 1,3. За счет увеличенной площади поперечного сечения камеры сгорания 7 до значения 0,8-1,2 площади проходного сечения выпускных окон 4 снижает гидравлические потери при перетекании газа и воздуха через камеру сгорания 7, обеспечивает качественную продувку цилиндров.

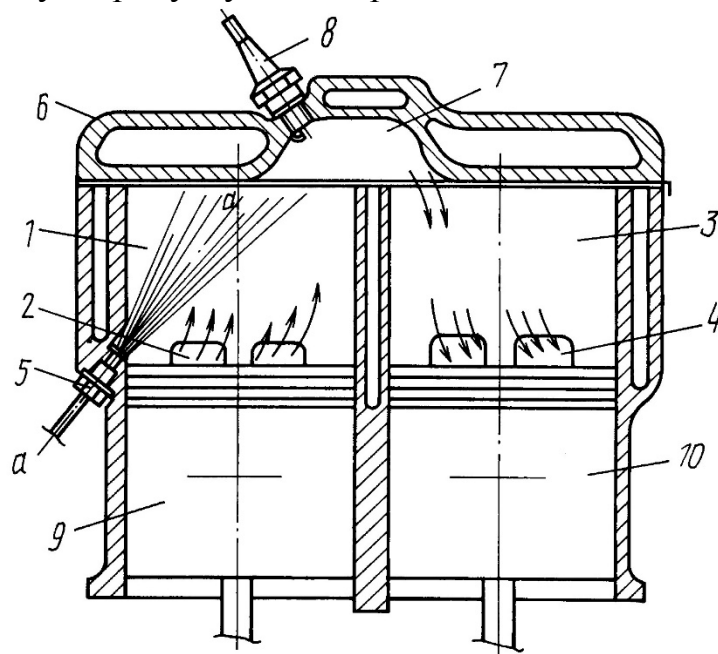


Рис. 3. Двухтактные двигатели со средствами для распределения топливного заряда в цилиндрах слоями [6]: 1,3 – полости цилиндра; 2 – продувочные окна; 4 – выпускные окна; 5 – форсунка; 6 - поверхность головки цилиндра; 7 – камера сгорания; 8 – свеча зажигания; 9,10 – поршни.

Достоинства данного двигателя в том, что интенсивная турбулизация заряда в камере сгорания в конце такта сжатия и начале такта расширения при столь значительном избытке воздуха обеспечивает полноту сгорания, повышение экономичности на 10-20% и снижение выбросов токсичных веществ с отработавшими газами на 30-50%, а также уменьшения нагарообразования, за счет этого повышения ресурса двигателя. [6]

Еще одним способом является замена нефтяных топлив на альтернативные, которых существует множество видов. Рассмотрим один из них – спиртовые топлива. Над возможностью применения спиртовых топлив в двигателях внутреннего сгорания работают многие известные фирмы стран Европы. Спирты обладают несомненным преимуществом над нефтя-

ными топливами ввиду относительной низкой стоимости получения. В частности, это касается этанола и метанола. Есть много способов добычи этих спиртов, например, этанол получают спиртовым брожением органических продуктов, содержащих углеводы, а метанол сухой перегонкой древесины и лигнина. Достоинства спиртовых топлив высокая детонационная стойкость, высокий коэффициент полезного действия, меньшая токсичность выбросов отработавших газов, низкая стоимость получения. Недостатки применения такого способа низкая воспламеняемость спиртов в чистом виде, нанесения вреда здоровью человека, при попадании на кожу отравляет организм вплоть даже до летального исхода, большие требования к герметизации топливной системы автомобиля, затрудненный запуск двигателя при низких температурах и другие. [7,8]

Также возможно улучшение показателей двигателей за счет применения добавок (присадок) к топливам. В настоящее время применение присадок к топливам очень распространено не только у нефтеперерабатывающих предприятий, но и у простых владельцев транспортных средств. Ведь все затраты на присадки к топливам окупаются повышением ресурса двигателя, комфортности обслуживания, поддержанием оптимальных характеристик при различных режимах работы двигателя. В автомобильных топливах используется около тридцати типов присадок. Подразделяют присадки по назначению и механизму действия. Например, присадки стабилизаторы позволяют сохранить эксплуатационные свойства самим топливам, а присадки модификаторы придают топливам новые качества. Для повышения эксплуатационных показателей двигателя применяются различные типы присадок такие как антинагарные предотвращающие образование нагара в двигателе, закоксование форсунок, стабилизаторы, предотвращающие осадкообразование в результате окисления, очистители удаляющие загрязнения, противоизносные, защищающие от износа в местах трения образуя пленку и многие другие. У применения присадок множество достоинств, но есть и недостатки такие как нанесения вреда здоровью человека, например, нафталин, позволяющий увеличить октановое число, вызывает появление онкозаболеваний, ароматические углеводы (бензол, толуол) повышающий число бензина до 10 единиц, обладает большой растворимостью, способствует образованию коррозии, повышению электропроводности при применении большого числа присадок и другие. Поэтому нужно с большой осторожностью относиться к применению присадок в топливах. [9,10]

Рассмотрев способы повышения эксплуатационных показателей двигателя, можно подразделить их на способы конструктивной доработки, на способы, основанные на изменении состава топлива и способы повышения надежности, своевременного проведения обслуживания и ремонта.

## Список литературы

1. Самойлов, Н.П. Улучшение эксплуатационных показателей автомобильных карбюраторных двигателей путем повышения турбулизации заряда дополнительной подачей воздуха в цилиндры: дисс. ... док. техн. наук / Н.П. Самойлов. – Казань, 1993. – 372 с.
2. 24TG-Автомобильный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://24techno-guide.ru/dvigatel-kamaz-pb.php>
3. Энциклопедия по устройству автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://knowcar.ru/wikis/162>
4. Агентство «Манускрипт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://autosport.com.ru/features/32824-forkamerno-fakelnoe-zazhiganie-v-f1-kak-u-volgi-gaz-3102>
5. Сообщество машин и людей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.drive2.ru/l/495845935218164205/>
6. Двигатель внутреннего сгорания: пат. 2 073 099 Рос. Федерация: Дьяченко В.Г., Мотлохов А.В., Амосов С.В., Владимирский А.И., Молчанов П.Н., Савинов О.И.; заявитель и патентообладатель Дьяченко В.Г. (RU); заявл. 1992.12.16; опубл. 1997.02.10
7. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. Техн. Наук / А.Л. Бирюков. – СПб, 2011. – 177 с.
8. Портал машиностроительного предприятия GlobeCore [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://globecore.ru/smesevye-spirtovyetopлива/>
9. Сообщество машин и людей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.drive2.ru/b/471406540511773627/>
10. Данилов, А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей / А.М. Данилов. – М.: Химия, 2000 – 232 с.

УДК 62-146.22

## ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ТУРБОКОМПАУНДНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Буторлин Сергей Владимирович, студент-бакалавр  
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* рассмотрены варианты конструкции турбокомпаундных двигателей, выявлены их основные достоинства и недостатки.

*Ключевые слова:* турбокомпаундный двигатель, конструкция, эксплуатационные показатели

В машиностроении, одной из крупнейшей и важнейшей отрасли

промышленности, перед инженерами конструкторами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) всегда стоит задача повышения эффективности, в том числе повышения долговечности всех систем ДВС, его экономичности и экологических показателей [1].

Одним из таких решений является турбокомпаундирование двигателей. Турбокомпаундирование заключается в том, что отработавшие газы, обладающие большой энергией, совершают работу в силовой турбине, соединенной со свободным турбокомпрессором и коленчатым валом, за счет этого идет увеличение мощности двигателя, а так же повышение коэффициента полезного действия (КПД). У турбокомпаундного мотора КПД может достигать 46 % по сравнению с бензиновым двигателем, у которого КПД 20 – 25 %, а у дизеля – 40 %.

Существуют множество конструкций турбокомпаундных двигателей, но большинство из них сводится к нескольким типам.

Турбокомпаундная двигательная установка с наддувом. Конструкции данного типа можно рассмотреть на примере [2].

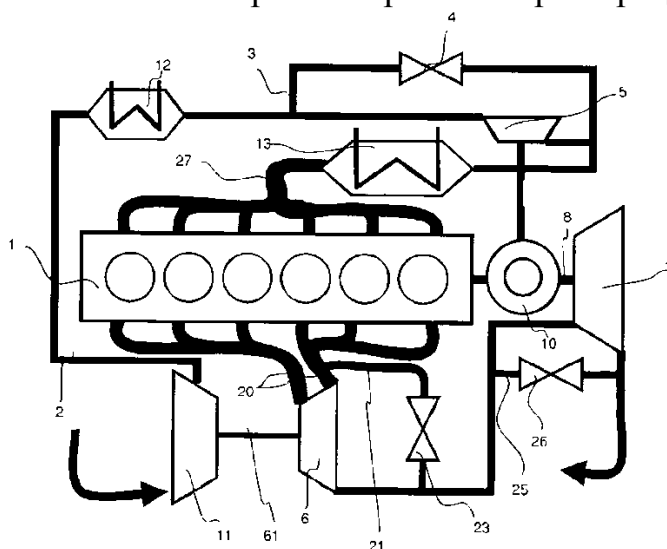


Рис. 1. Турбокомпаундная двигательная установка с наддувом [2]:

1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – впускная линия; 3 – первая перепускная линия; 4 – первый перепускной клапан; 5 – компрессор высокого давления; 6 – турбина высокого давления; 7 – турбина низкого давления; 8 – вал турбины низкого давления; 10 – соединительная коробка; 11 – компрессор низкого давления; 12 – промежуточный охладитель наддувочного воздуха низкого давления; 13 – охладитель наддувочного воздуха высокого давления; 20 – выпускная линия (коллектор); 21 – вторая перепускная линия; 23 – второй перепускной клапан; 25 – третья перепускная линия; 26 – третий перепускной клапан; 27 – впуск в двигатель внутреннего сгорания; 61 – осевой вал.

Предлагаемая в настоящем изобретении двигательная установка (рис. 1), может эксплуатироваться различных рабочих конфигурациях. Одна из них – «одноступенчатая конфигурация», когда компрессор низкого давления (КНД) 11 и турбина высокого давления (ТВД) 6 активированы, а турбина низкого давления (ТНД) 7 и компрессор высокого

давления (КВД) 5 деактивированы, т.е. отработавшие газы (ОГ) поступают в ТВД 6 и приводят в действие КНД 11 посредством осевого вала 61. КНД 11 захватывает поток воздуха и направляет его по впускной линии 2, далее поток воздуха проходит через промежуточный охладитель наддувочного воздуха низкого давления 12, потом через активированный первый перепускной механизм 3,4 попадает в охладитель наддувочного воздуха высокого давления 13 и поступает в двигатель внутреннего сгорания 1. А поток ОГ выходит по третьему перепускному механизму 25, 26, идя в обход ТНД7. Данная конфигурация применяется в частности, когда двигатель внутреннего сгорания имеет потребности в высоком наддуве воздуха. Вторая конфигурация, так называемая «двухступенчатая конфигурация», когда КНД 11 и ТВД 6 активированы, а КВД 5 и ТНД 7 функционально подсоединены к двигателю посредством гидродинамической муфты через соединительную коробку 10. В данной конфигурации поток ОГ проходит через выпускную линию 20 и ТВД 6, приводит в действие ТНД 7, в это время второй 21,23 и третий 26,25 перепускные механизмы закрыты, затем ОГ выбрасываются в окружающую среду. В свою очередь, работающая ТНД 7 через вал 8 посредством соединительной коробки 10, которая содержит гидродинамическую муфту, передает вращательное движение на КВД 5 и крутящий момент на коленчатый вал двигателя. Это позволяет разгрузить поршневую часть за счет ОГ. При этом первый перепускной механизм 3,4 закрыт, и поток воздуха проходит через КВД 5 затем, как и в первой конфигурации поступает в охладитель наддувочного воздуха высокого давления 13 и в сам двигатель внутреннего сгорания.

Есть еще как минимум 3 конфигурации работы двигателя внутреннего сгорания. Данные конфигурации достигаются путем активации и деактивации перепускных механизмов и соединительной коробки.

Данная двигательная установка включает в себя средство управления, содержащее, например, электронный управляющий блок ECU (electronic control unit), который управляет активацией/деактивацией первого перепускного механизма 3, 4, а также предпочтительно активацией/деактивацией второго перепускного механизма 21, 23, третьего перепускного механизма 26, 25 и соединительной коробки 10, т.е. упомянутой выше гидродинамической муфты. Электронный управляющий блок ECU контролирует и управляет двигательной установкой с целью смены рабочих конфигураций установки с одной на другую.

Вследствие этого при использовании данной двигательной установки обеспечивается ряд преимуществ:

- объединение в одной схеме двигательной установки полезных свойств одинарных и сдвоенных турбокомпаундных систем с двухступенчатым турбонаддувом и механических компрессоров высокого давления;

- улучшение переходной характеристики двигателя;
- увеличения эффективной мощности двигателя;
- улучшение стратегии рекуперации. [2]

Следующий тип можно рассмотреть на примере гибридной турбокомпаундной двигательной установки с наддувом [3].

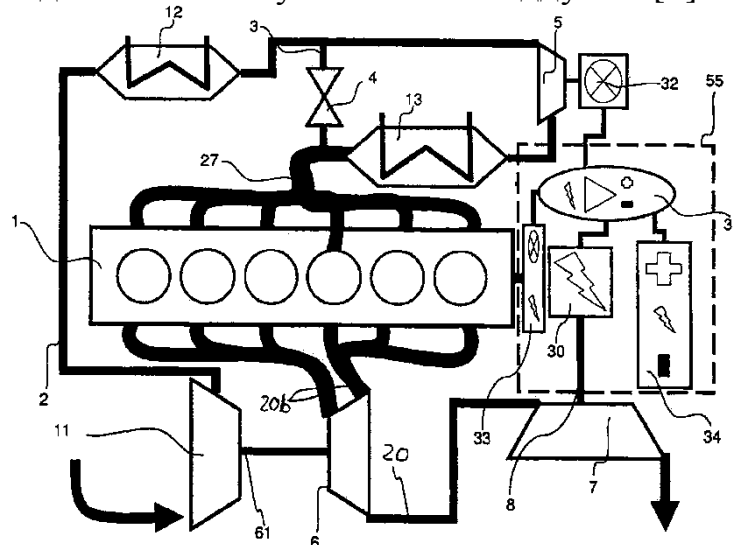


Рис. 2. Гибридная турбокомпаундная двигательная установка с наддувом [3]:  
 1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – впускная линия; 3 – первая перепускная линия; 4 – первый перепускной клапан; 5 – компрессор высокого давления; 6 – турбина высокого давления; 7 – турбина низкого давления; 8 – вал турбины низкого давления; 11. компрессор низкого давления; 12 – промежуточный охладитель надвучного воздуха низкого давления; 13. – охладитель надвучного воздуха высокого давления; 20 – выпускная линия; 20b – выпуск двигателя внутреннего сгорания 27 – впуск двигателя внутреннего сгорания; 30 – электрический генератор; 31 – электронные средства преобразования; 32 – первый электродвигатель; 33 – второй электродвигатель; 34 – аккумулятор; 39 – конденсатор; 55 – электрический преобразователь; 61 – осевой вал.

Данная двигательная установка (рис.2) очень схожа с предыдущей по принципу действия, однако особенность ее в том, что работа отработавших газов (ОГ) идет еще и на снабжение электричеством электронных средств.

Двигательная установка (рис.2) содержит электрический преобразователь 55 крутящего момента для приведения в действие КВД 5 и для обеспечения передачи крутящего момента коленчатому валу ДВС 1. Электрический преобразователь 55 крутящего момента содержит электрический генератор 30, ротор которого связан с валом 8 ТНД 7, а так же содержит первый электродвигатель 32, который соединен с КВД 5 для приведения его в действие и электродвигатель 33, который соединен с коленчатым валом ДВС 1. Электрическая энергия, вырабатываемая генератором 30, может быть посредством инвертора 31 использована для управления первым электродвигателем 32 с целью приведения в действие КВД 5, или вторым электродвигателем 33 с целью создания

крутящего момента на коленчатом валу ДВС 1. Однако, в зависимости от текущих потребностей установки, энергия, вырабатываемая генератором, может также аккумулироваться через инвертор 31 в аккумуляторной батарее/шине постоянного тока. Отсюда следует, что благодаря наличию аккумулятора 34 (например, батареи/шины постоянного тока) мгновенный крутящий момент, передаваемый первому электродвигателю 32, может не зависеть от количества электрической энергии, вырабатываемой генератором 30.

Преимущества данного типа двигательных установок аналогичны преимуществам установок первого типа, однако есть особенности, такие например, как понижение потребления энергии электрическим генератором с коленчатого вала. [3]

Турбокомпаундный двигатель с агрегатом возвращения тепла выхлопных газов [4]

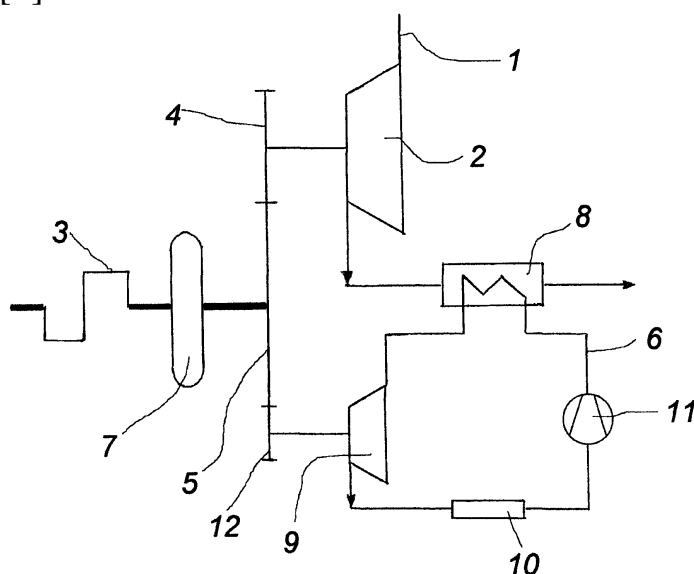


Рис. 3. Турбокомпаундный двигатель с агрегатом возвращения тепла выхлопных газов [4]: 1 – линия выхлопа ОГ от ДВС; 2 – первая турбина; 3 – приводной вал; 4,5,12 – шестерни; 6 – замкнутый контур; 7 – гидравлическое соединение; 8 – теплообменник; 9 – вторая турбина; 10 – охладитель; 11 – насос.

В данной двигательной установке (рис.3) линия 1 выхлопа выполнена с возможностью удаления выхлопных газов из двигателя. Первая турбина 2 рекуперации, размещенная на линии выхлопа газов, приводится в движение выхлопными газами и обеспечивает механической энергией приводной вал 3 посредством определенных понижающих и передаточных средств. Двигательный агрегат содержит замкнутый контур с рабочей текучей средой, циркулирующей в нем. В теплообменнике 8, размещенном на линии выхлопа газа ниже по потоку первой турбины рекуперации, тепло может быть передано от выхлопных газов к рабочей текучей среде. Если используется рабочая текучая среда соответствующего типа (например, фреон), то теплообменник 8 может быть испарителем. Рабочая текучая



среда расширяется во вторичной турбине 9 и затем передает тепло, например, окружающей среде в охладителе 10, который согласно возможному варианту осуществления изобретения может быть радиатором. В вышеупомянутом случае, когда рабочая текучая среда изменяет фазовые состояния, в охладителе 10 может происходить конденсация. Средство 11 циркуляции, например насос, может быть использовано для обеспечения циркуляции текучей среды и для ее повторного сжатия. [4]

Преимущества использования данного агрегата:

- улучшение эксплуатационных качеств,
- уменьшение количество загрязняющих выхлопов,
- увеличения эффективной мощности двигателя.

Исходя из обзора всех вышеперечисленных конструкций турбокомпаундных двигателей, рассмотрев все преимущества можно сделать вывод, что их применение в скором времени будет все более востребовано. Однако необходимо учитывать и недостатки турбокомпаундирования двигателей, заключающиеся в усложнении конструкции и обслуживания, а также, вследствие этого, увеличения их стоимости.

### Список литературы

1. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / А.Л. Бирюков. – СПб, 2011. – 177 с.
2. Турбокомпаундная двигательная установка с наддувом: пат. 2 600 842 РФ: Майер К. (СН); заявитель и патентообладатель ФПТ Моторенфоргунг АГ (СН); заявл. 30.05.2012; опубл. 27.10.2016, Бюл. № 30, приоритет 30.05.2011 EP 11168087.2
3. Гибридная турбокомпаундная двигательная установка с наддувом: пат. 2 600 839 РФ: Майер К. (СН); заявитель и патентообладатель ФПТ Моторенфоргунг АГ (СН); заявл. 30.05.2012; опубл. 27.10.2016
4. Турбокомпаундный двигатель с агрегатом возвращения тепла выхлопных газов: пат. 2 444 641 РФ: Эллензон Р. (СН), Гштрайн В. (СН); заявитель и патентообладатель Ивеко моторенфоршунг АГ (СН); заявл. 23.10.2007; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7, приоритет 24.10.2006

**УДК 004.94**

### ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЧ-СУШКИ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ

*Бушманов Александр Петрович, студент-магистрант*  
*Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье предложена программа имитационного моделирования процесса свч-сушки льняной тресты. Проведен компьютерный эксперимент, представлены его результаты.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, льняная треста, сушка, свч-энергия

Технологический процесс СВЧ-сушки ленты льнотресты по своей сути (поступление ленты льнотресты, её нагрев, удаление влаги) относится к системам массового обслуживания. Поэтому рационально представить его в символикe Q-схем. Известно, что процессы, представляемые Q-схемами, удобно моделировать с применением общецелевой системы имитационного моделирования GPSS [1-3].

Методика исследования включает определение времени сушки льнотресты в зависимости от скорости подачи материала ( $V_n$ ), плотности вороха ( $\rho$ ) и мощности магнетронов (P).

Исходный текст программы модели представлены на рисунке 1.

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от плотности вороха льнотресты ( $\rho$ ), от скорости подачи материала ( $V_n$ ), может быть изменено количество высушенных граммов льнотресты (Q) Также применены следующие условные обозначения очереди и одноканального устройств: TRANSP, KAMERA.

В данной модели в качестве транзакта принят 1 г вороха льнотресты, а за единицу модельного времени принят интервал времени 1 секунда.

Для получения случайных величин интервалов поступления транзактов использованы непрерывная числовая функция XPDIS, заданная табличной зависимостью, содержащей 24 точки (C24). Интервал поступления транзактов определяется произведением среднего значения времени и вычисленного значения функции, полученный результат усекается отбрасыванием дробной части и используется в качестве случайного времени интервала поступления транзактов.

```
10 * SUSHKA TRESTA
20 SUSHKA FVARIABLE - (25/Vn) / (rho/333#25)#LOG((1+RN1)/1000)
30 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
40 * 1 segment - tresta
50 GENERATE .1, FN$XPDIS
60 QUEUE TRANSP
70 SEIZE KAMERA
80 DEPART TRANSP
90 ADVANCE V$SUSHKA
100 RELEASE KAMERA
120 TERMINATE 1
130 * control cards
START Q
END
```

Рис. 1. Исходный текст программы модели

Для получения случайных величин интервалов обслуживания транзактов действительные переменные определяются с помощью оператора определения FVARIABLE. Переменные имеют единственный СЧА с названием V, значением которого является результат вычисления арифметического выражения, определяющего случайный интервал времени. Вычисление времени задержки транзакта на обслуживании определяется путем умножения значений  $\rho$  и  $V_{п}$  на соответствующее вычисленное значение функции.

Переменная с именем SUSHKA задает выражение для вычисления интервала времени. Блок ADVANCE содержит ссылку на соответствующую переменную.

Во всех случаях для генерирования случайных чисел использован встроенный генератор случайных чисел RN1.

Выполнить несколько прогонов модели, изменяя плотность льнотресты и скорость поступления материала в сушильную камеру (значения  $\rho$  и  $V_{п}$ ). Интервалы и уровни варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Кодовое обозначение	Натуральное обозначение	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
				-1	0	+1
СВЧ-мощность, Вт	$X_1$	$P$	295	160	455	750
Скорость, м/с	$X_2$	$V$	0,005	0,005	0,010	0,015
Плотность загрузки, кг/м <sup>2</sup>	$X_3$	$\rho$	0,15	0,3	0,45	0,6

По завершении прогона модели из стандартного отчета определить модельное время начала и конца прогона, разность этих значений и будет временем сушки 100 граммов льнотресты.

Время подачи льнотресты в сушильную камеру и время сушки льнотресты определяем из полученных стандартных отчетов имитационного моделирования. Данные опытов по времени подачи 100 г льнотресты в сушильную камеру в зависимости от скорости подачи ( $V_{п}$ ) и плотности материала ( $\rho$ ), приведены в таблице 2.

Изменение времени ( $\tau$ ) нахождения вороха льнотресты различной плотности массой  $m = 0,1$  кг в сушильной камере при разной скорости подачи материала ( $V_{п}$ ) в зависимости от плотности материала ( $\rho$ ) отображено на рисунке 1.

Из графиков видно, что снижение плотности материала ниже 0,3 кг/м<sup>2</sup> вызывает резкое увеличение времени нахождения вороха льнотресты различной плотности массой  $m = 0,1$  кг в сушильной камере.

Таблица 2 – Время подачи порции льнотресты в сушильную камеру

№ опыта	Плотность материала ( $\rho$ ), кг/м <sup>2</sup>	Плотность материала ( $\rho$ ), г/м <sup>2</sup>	Время подачи 100 г льнотресты в сушильную камеру при скорости подачи материала ( $V_{п}$ ), с		
			$V_{п} = 0,005$ м/с	$V_{п} = 0,010$ м/с	$V_{п} = 0,015$ м/с
1	0,1	100	646	340	215
2	0,2	200	340	162	114
3	0,3	300	215	107	77
4	0,4	400	162	91	54
5	0,45	450	145	72	48
6	0,5	500	127	70	42
7	0,6	600	107	50	36
8	0,7	700	85	45	32
9	0,8	800	82	40	30
10	0,9	900	72	35	24
11	1,0	1000	70	33	23
12	1,1	1100	61	31	20

При увеличении плотности материала выше 0,6...0,7 кг/м<sup>2</sup> время нахождения вороха льнотресты различной плотности массой  $m = 0,1$  кг в сушильной камере изменяется незначительно в сторону уменьшения.

Учитывая, что съём влаги с более вспушенной массы льнотресты при её сушке будет происходить более интенсивно, но при этом резко увеличивается время нахождения порции тресты в сушильной камере (возможно её чрезмерное пересушивание и даже возгорание), поэтому рекомендуем, что плотность материала ( $\rho$ ) при сушке должна быть в пределах  $\rho = 0,3...0,6$  кг/м<sup>2</sup>, что подтверждает ранее выбранные интервалы варьирования факторов.

Изменение влажности вороха льнотресты массой  $m = 0,1$  кг, плотностью  $\rho = 0,3$  кг/м<sup>2</sup> в и при скорости подачи материала  $V_{п} = 0,005...0,015$  м/с в зависимости от мощности магнетрона (P) отображено на рисунках 2, 3, 4.

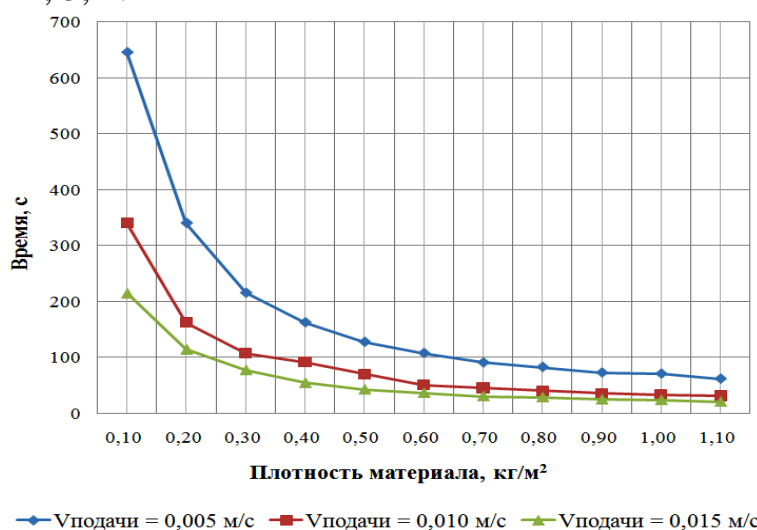


Рис. 1. Время нахождения вороха льнотресты различной плотности массой  $m = 0,1$  кг в сушильной камере при разной скорости подачи материала, с

При скорости подачи льнотресты в сушильную камеру  $V_{п} = 0,005$  м/с (рис. 2), снижение влажности тресты массой 0,1 кг с 24% до 14% при её сушке происходит за 33...50 секунд в зависимости от мощности магнетрона. Причём, чем больше мощность магнетрона, тем меньше время сушки.

При скорости подачи льнотресты в сушильную камеру  $V_{п} = 0,010$  м/с (рис. 3), снижение влажности тресты массой 0,1 кг с 24% до 14% при её сушке происходит за 42...80 секунд в зависимости от мощности магнетрона. Причём, чем больше мощность магнетрона, тем меньше время сушки.

При скорости подачи льнотресты в сушильную камеру  $V_{п} = 0,015$  м/с (рис. 4), снижение влажности тресты массой 0,1 кг с 24% до 14% при её сушке происходит за 50...88 секунд в зависимости от мощности магнетрона. Причём, чем больше мощность магнетрона, тем меньше время сушки.

При скорости подачи льнотресты в сушильную камеру  $V_{п} = 0,005$  м/с, снижение влажности тресты массой 0,1 кг с 24% до 14% при её сушке происходит за 33...60 секунд в зависимости от плотности материала ( $\rho$ ), чем больше плотность материала, тем больше время сушки.

При скорости подачи льнотресты в сушильную камеру  $V_{п} = 0,010$  м/с, снижение влажности тресты массой 0,1 кг с 24% до 14% при её сушке происходит за 42...58 секунд в зависимости от плотности материала ( $\rho$ ), чем больше плотность материала, тем больше время сушки.

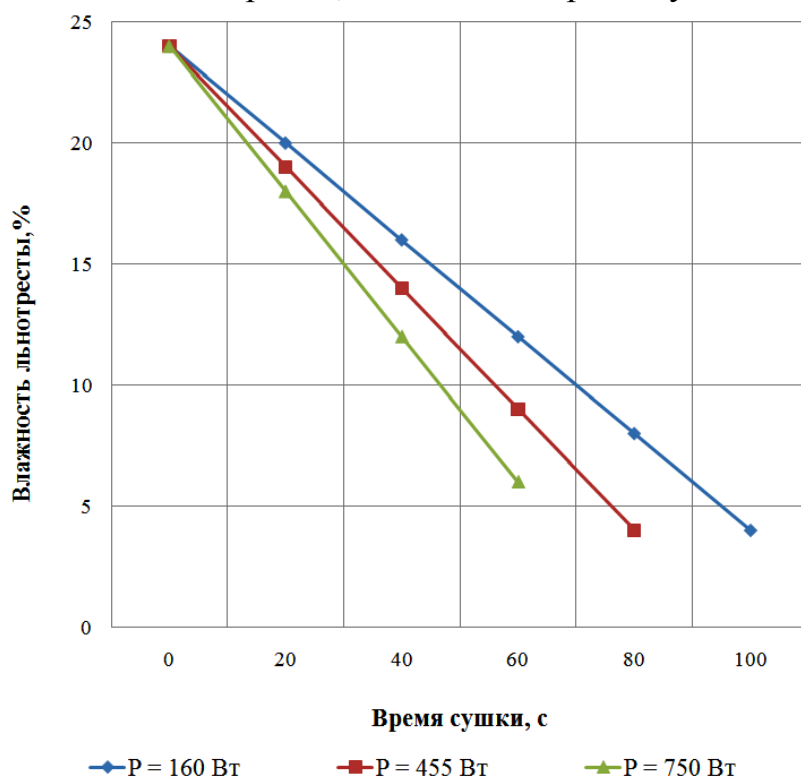


Рис. 2. Время сушки вороха льнотресты плотностью  $\rho = 0,3$  кг/м<sup>2</sup> массой  $m = 0,1$  кг в сушильной камере при скорости подачи материала  $V_{подачи} = 0,005$  м/с и разной мощности магнетронов, с

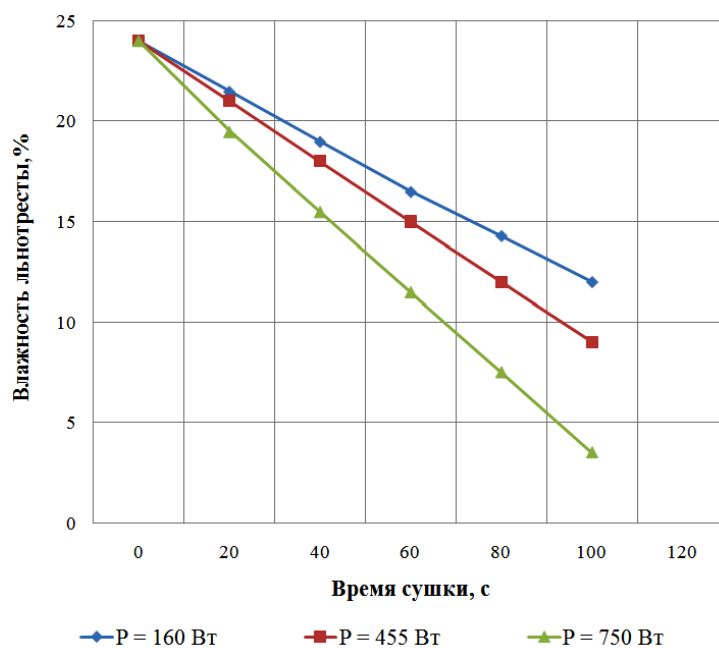


Рис. 3. Время сушки вороха льнотресты плотностью  $\rho = 0,3$  кг/м<sup>2</sup> массой  $m = 0,1$  кг в сушильной камере при скорости подачи материала  $V_{\text{подачи}} = 0,010$  м/с и разной мощности магнетронов, с

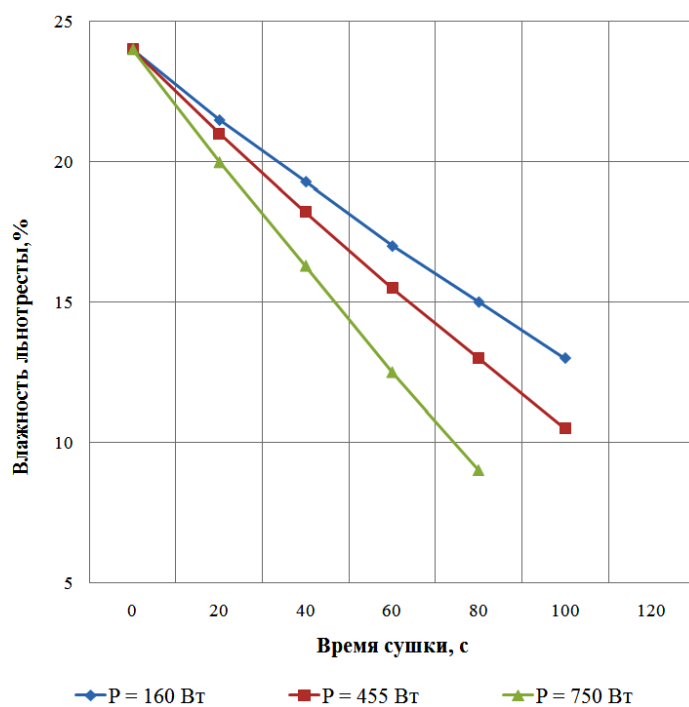


Рис. 4. Время сушки вороха льнотресты плотностью  $\rho = 0,3$  кг/м<sup>2</sup> массой  $m = 0,1$  кг в сушильной камере при скорости подачи материала  $V_{\text{подачи}} = 0,015$  м/с и разной мощности магнетронов, с

При скорости подачи льнотресты в сушильную камеру  $V_{\text{п}} = 0,015$  м/с, снижение влажности тресты массой 0,1 кг с 24% до 14% при её сушке происходит за 45...56 секунд в зависимости от плотности материала ( $\rho$ ), чем больше плотность материала, тем больше время сушки.

При сушке вороха тресты плотностью  $\rho = 0,3$  кг/м<sup>2</sup> увеличение ско-

рости подачи  $V_{п} =$  от 0,005 м/с до 0,015 м/с, увеличивает время сушки с 33 до 45 с, а при сушке вороха тресты плотностью  $\rho = 0,6 \text{ кг/м}^2$  увеличение скорости подачи  $V_{п} =$  от 0,005 м/с до 0,015 м/с, наоборот уменьшает время сушки с 60 до 56 с.

### Список литературы

1. Шушков, Р.А. Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты // Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – № 4. – С. 29-30.
2. Шушков, Р.А. Сроки хранения влажных рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Сельский механизатор. – 2014. – № 1. – С. 20-21.
3. Шушков, Р.А. Особенности процесса досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 3(7). – С. 84-92.

УДК 631.3.05

## СПОСОБ НОРМИРОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ GPS МОНИТОРИНГА

*Бушманов Павел Васильевич, студент-магистрант  
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** известно, что на производительность МТА оказывают влияние различные факторы: технические возможности энергетического средства, характеристики рабочих машин, размеры поля, его конфигурация, рельеф, наличие препятствий, тип и состояние почвы, каменистость, глубина обработки и др. Использование типовых норм, разработанных для модельных хозяйств, приводит к значительным ошибкам при определении фактических норм выработки машинно-тракторных агрегатов для конкретного поля. Способ определения нормы выработки агрегата во время выполнения работ более точен, так как с помощью системы спутникового мониторинга и с дополнительными датчиками можно учесть конкретные условия работы для каждого поля и соответственно определить технически обоснованную норму производительности машинно-тракторного агрегата для этих полей.

**Ключевые слова:** машинно-тракторный агрегат, производительность агрегата, нормирование работ, норма выработки, система спутникового мониторинга нормообразующий коэффициент, программа, отчет

Производительность сельскохозяйственной машины – это работа определённого качества, выполненная в единицу времени. Значения производительности используют при планировании полевых работ, при расчёте потребности в технике и рабочей силе, а также для расчета эксплуатационных расходов при работе сельскохозяйственной техники.

Измеряется производительность в гектарах обработанной площади, центнерах полученной продукции и т.д. Различают теоретическую и фактическую производительности.

Установление технически обоснованных норм выработки машинно-тракторными агрегатами при выполнении ими механизированных полевых работ является одной из важнейших составляющих ресурсосбережения в сельскохозяйственных предприятиях. Использование типовых норм, разработанных для модельных хозяйств, приводит к значительным ошибкам при определении фактических норм выработки.

Фактическая производительность сельскохозяйственной машины в полевых условиях может быть рассчитана путем деления количества гектаров обработанной площади на время фактической работы в поле. Чтобы получить значение средней производительности при обработке нескольких полей в разных погодных условиях, необходимо получить данные об общем объёме выполненной работы (количестве гектаров) и затраченном времени (отработанных часах) при обработке этих полей в течение сезона.

Предлагаемый способ нормирования выработки машинно-тракторного агрегата не предусматривает нормирование расхода топлива, однако здесь предложены решения, позволяющие использовать возможности систем спутникового мониторинга для объективной оценки таких показателей работы машинно-тракторного агрегата (МТА), как средняя рабочая скорость  $V_p$  и время основной работы (рабочих ходов)  $T_p$ , которые необходимы и для нормирования расхода топлива.

Сущность исследования заключается в том, что в отличие от известных способов норму выработки устанавливают не до начала работы, а по ее окончании, с использованием данных спутникового мониторинга, позволяющего определить фактическую среднюю скорость движения МТА на данном поле.

При подготовке к проведению экспериментов МТА оснастили навигационным оборудованием, установили дополнительные датчики, фиксирующие моменты перевода рабочей машины из транспортного положения в рабочее и обратно, а так же индикатор, которому присваивается имя сельхозмашины. Среднюю рабочую скорость агрегата определяли с помощью программного обеспечения спутникового мониторинга делением общего рабочего пути на время его прохождения. Чистое рабочее время получали при значениях нормообразующих факторов, характеризующих отдельное поле или группу полей, на которых выполнялась нормируемая работа. Обобщенный поправочный коэффициент к норме выработки вычис-



ляли как произведение частных поправочных коэффициентов, учитывающих снижение производительности агрегата из-за сложности конфигурации, изрезанности препятствиями и каменистости указанного поля.

Для анализа работы МТА нужно решить следующие задачи:

- определить качественные и эксплуатационные показатели работы агрегата при выполнении сельскохозяйственной операции с применением системы мониторинга;
- определить на конкретном поле сменную и чистую наработку агрегата;
- определить, как влияет нормообразующий коэффициент на работу агрегата.

Для примера была проанализирована работа машинно-тракторного агрегата в составе трактора Valtra и пневматической сеялки Kuhn Speeliner 4000.

МТА оборудованный системой мониторинга производит обработку поля, бортовой терминал собирает данные с датчиков и производит отправку на выделенный сервер и далее на диспетчерское программное обеспечение АвтоГРАФ 5 ПРО (рис. 1).

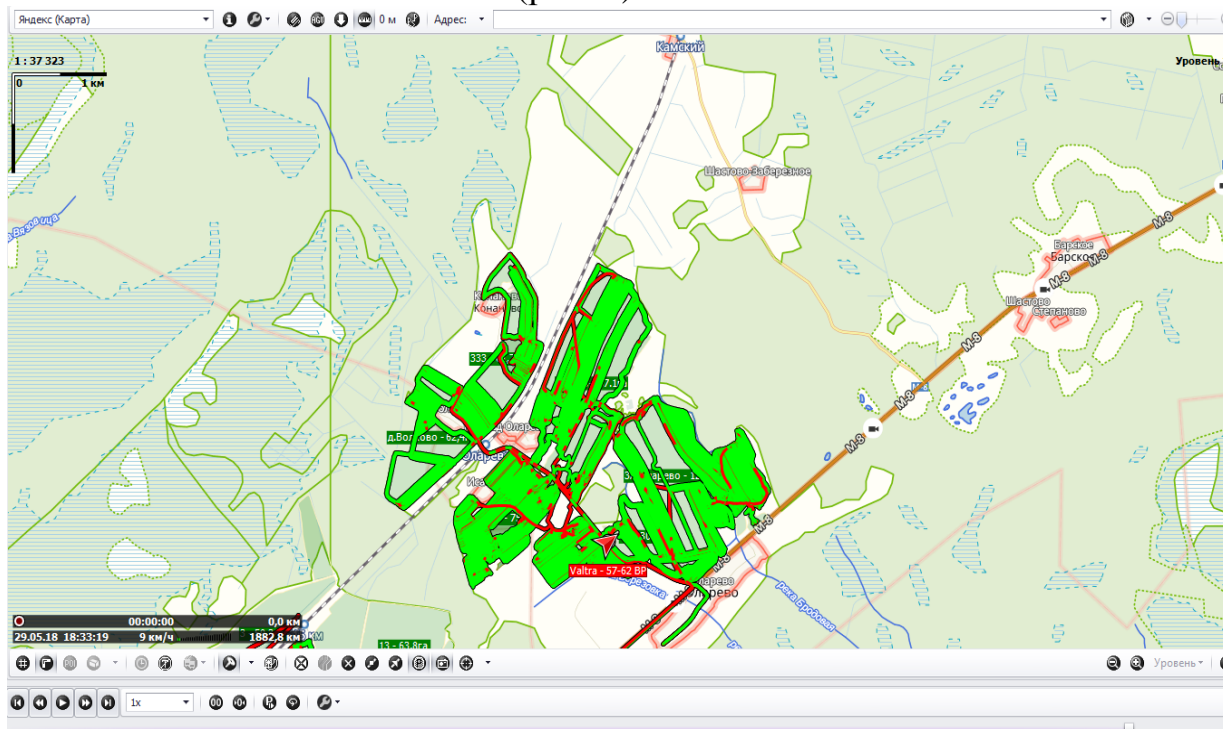


Рис. 1. Электронная карта траектории движения трактора Valtra и пневматической сеялки Kuhn Speeliner 4000 в период с 11.05.2018 г по 29.05.2018 года

Программа формирует отчет, где отображаются основные данные по работе МТА, а именно средняя скорость, обработанная площадь, время заезда и выезда агрегата с поле, моточасы при рабочих и холостых ходах, номера и площади полей, дата обработки, расход топлива, чистую и сменную выработку МТА.

По данным сформированного отчёта в программе проводим анализ

траектории движения для определения поправочных коэффициентов и определения длин гона. В результате получаем готовый отчет за выбранный промежуток времени с необходимыми данными для анализа работы МТА.

При составлении отчета и для приведения показателей выработки к общему значению, все полученные данные были приведены к семи часовому рабочему дню (таблица 1).

Таблица 1 – Отчет о работе машинно-тракторного агрегата в составе трактора Valtra и пневматической сеялки Kuhn Speeliner 4000 в период с 11.05.2018 г по 29.05.2018 года.

Название поля	Длина Гона L (м)	K <sub>общ</sub>	Дата	Время работы с включенным датчиком положения	Время работы выключенным датчиком положения	Обработанная площадь S (га)	Средняя скорость V <sub>ср</sub> (км/ч)	Расход на гектар Q (л/га)	Норма выработки W(га/ч)	
									Сменная (W <sub>см</sub> )	Чистая (W <sub>ч</sub> )
22	700	0,78	11.05.18	04:27:50	01:31:04	10,8	9,69	11,3	12,68	16,99
35	300	0,66	11.05.18	02:52:44	00:43:46	8,19	10,19	9,56	11,19	19,92
57	400	0,71	11.05.18	04:16:47	02:01:08	13,0	10,46	10,1	12,60	21,29
9	600	0,77	12.05.18	03:52:16	01:09:13	12,2	10,75	9,42	15,58	22,20
7	300	0,66	12.05.18	02:09:45	00:33:11	5,81	10,0	11,5	14,98	18,81
8	500	0,74	13.05.18	04:26:42	01:16:31	13,4	11,04	8,81	16,48	21,20
5	500	0,74	13.05.18	03:43:43	01:03:42	9,57	10,43	10,8	11,71	17,97
23	300	0,66	13.05.18	06:01:02	07:57:02	14,2	9,41	12,0	7,11	16,51
32	300	0,66	14.05.18	02:43:34	02:48:50	7,02	9,09	9,33	8,87	18,03
75	900	0,79	14.05.18	09:24:27	03:34:07	31,9	11,82	7,67	11,15	23,78
50	700	0,78	15.05.18	06:49:36	04:15:33	19,9	10,43	8,79	12,60	20,47
60	300	0,66	15.05.18	01:12:12	00:28:22	3,96	10,07	8,30	16,55	23,05
1	600	0,76	16.05.18	04:55:04	01:04:57	16,6	10,38	6,97	17,45	23,64
2	700	0,78	16.05.18	05:21:18	02:07:26	14,9	9,74	8,78	11,74	19,48
2а	500	0,76	17.05.18	07:01:27	02:00:08	19,2	10,06	8,52	14,94	19,20
30	300	0,66	17.05.18	02:31:46	00:21:45	7,93	11,10	9,00	19,19	21,94
O1	700	0,78	21.05.18	09:06:15	03:49:32	25,5	10,78	9,82	13,83	19,65
П1	400	0,71	21.05.18	03:42:11	01:41:48	9,08	10,13	11,8	11,77	17,16
O2	400	0,71	22.05.18	02:34:04	00:29:51	6,18	8,90	9,87	14,11	16,85
33	500	0,76	26.05.18	06:45:07	02:16:07	17,0	9,37	10,3	11,64	17,71
34	200	0,66	26.05.18	05:00:40	00:34:36	11,5	9,45	11,6	12,94	16,07
И1	900	0,80	28.05.18	08:48:40	02:25:02	25,3	10,05	9,03	13,01	20,17
B1	400	0,71	28.05.18	08:21:34	11:18:00	22,0	9,62	9,34	7,52	18,49
26	300	0,66	29.05.18	02:18:45	01:27:43	6,74	10,19	9,94	10,38	20,40
Средние значение							9,4	8,9	11,9	18,1
Максимальное отклонение значение от среднего %							26	35	61	31

Анализ полученных данных:

а) рабочая скорость для сеялки Kuhn Speeliner 4000 находится в диапазоне от 8 до 12 км/ч, средняя скорость движения в поле составила 9,4 км/ч при максимальной скорости 11,82 км/ч и минимальной 8,9 км/ч при максимальном отклонении значения от среднего в 26%, что свидетельствует о правильном выборе скоростного режима для соблюдения агротехнических условий посева;

б) значение погектарного расхода топлива изменяется в широком диапазоне от 7,67 л/га до 12 л/га. При этом относительное отклонение от среднего (8,9 л/га) достигает 35%. Это свидетельствует о том, что в процессе посева тяговые характеристики трактора меняются в зависимости от условий работы;

в) в зависимости от рабочей длины гона конкретных полей и обобщенного нормообразующего коэффициента сменная производительность изменяется от 7,11 га/ч до 19,19 га/ч. Отклонение максимального значения сменной производительности от среднего (11,9 га/ч) составляет 61%. При анализе электронных карт обработанных полей видно, что поля имеют большую изрезанность контуров, при этом средняя длина гона составляет 400 м. На поверхности полей имеются препятствия в виде кустарников и вымочек, что в конечном итоге значительно влияет на производительность машинно-тракторного агрегата;

г) в результате работы датчика фиксирующего положение сельскохозяйственной машины (транспортное и рабочие) получаем чистую норму выработки в диапазоне от 16,07 га/ч до 23,64 га/ч. Отклонение значения от среднего (18,1 га/ч) составляет 31%, с учетом нормообразующих факторов.

Проанализировав полученные данные можно сделать вывод, что способ определения нормы выработки агрегата во время выполнения работ более точен, так как с помощью системы спутникового мониторинга и с дополнительными датчиками можно учесть конкретные условия работы для каждого поля и соответственно определить технически обоснованную норму производительности машинно-тракторного агрегата для этих полей.

### Список литературы

1. Гафуров, И.Д. Способ нормирования выработки машинно-тракторного агрегата / И.Д. Гафуров // Техника в сельском хозяйстве. – М., 2012.
2. Система спутникового мониторинга транспорта «Автограф», ООО «Техноком» г. Челябинск. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tk-chel.ru/autograph-system/ag-system-description.html>.
3. Расчет полевой производительности сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kaps.kz/-stati/rastenievodstvo/raschet-polevoy-proizvoditelnosti-skh-tekhniki/>
4. Вершинин, В.Н. Разработка операционной технологии выполнения механизированных работ: учебно-методическое пособие / В.Н. Вершинин. –

Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. – 104 с.

5. Вершинин, В.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка: практикум / В.Н. Вершинин. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 82 с.

**УДК 631.172**

## **ОПЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОЛЕВЫХ РАБОТ**

*Бушманов Павел Васильевич, студент-магистрант  
Углицкий Александр Германович, студент-магистрант  
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** для эффективного практического применения методов операционной технологии необходимо составлять операционно-технологические карты на выполнение каждого вида работы для конкретных условий обрабатываемого поля. Точность выполнения технологических операций обеспечивается своевременным контролем и неукоснительным соблюдением требований составленных операционно-технологических карт.*

***Ключевые слова:** виды работ, технологическая операция, технологическая карта, операционная технологическая карта, агротехнические требования, виды контроля*

Каждый технологический процесс, имеющийся в технологической карте на возделывание сельскохозяйственных культур, детализируют обычно операционными технологиями. Для эффективного практического применения операционной технологии составляются операционно-технологические карты на выполнение каждого вида работы в конкретных условиях обрабатываемого поля.

Операционная технологическая карта на выполнение полевой механизированной работы является аналогом технологической карты на изготовление какой-то детали или проведения определенного вида работы в различных отраслях промышленности, в которых соответствующие виды работ можно выполнять только после разработки и передачи технологических карт непосредственным исполнителям.

К сожалению, полевые механизированные работы в подавляющем большинстве случаев выполняют пока на основе устных указаний агрономов и инженеров без передачи механизатору конкретной операционной технологической карты, что отрицательно сказывается как на качестве работы, так и на объективности ее оценки.

В операционно-технологической карте на выполнение определённого вида работы должны быть представлены в хронологической последовательности все материалы, необходимые для точного выполнения данной технологической операции. К ним относятся:

- схема севооборота (или полей предприятия), конфигурация поля и его размер (площадь);
- агротехнические требования к выполнению заданной сельскохозяйственной работы;
- состав машинно-тракторного агрегата и режим его работы;
- правила установки и технологической регулировки рабочих органов машины, обеспечивающие безусловную реализацию агротехнических требований;
- порядок подготовки рабочего участка к осуществлению заданной работы с конкретными рекомендациями по разбивке поля на загоны, отбивке поворотных полос, выбору направления и способа движения, поворота агрегата, выполнению первых проходов агрегатов;
- норма выработки за смену и расход топлива;
- может указываться размер оплаты труда механизаторов и обслуживающего персонала за выполнение сменной нормы выработки и нормы материального поощрения за высокое качество работы;
- методы контроля качества выполнения операции с указанием контролируемых показателей, порядок и количество замеров, используемых инструментов и приспособлений, а также номинальных значений и допусков на основные правила по обеспечению безопасности жизнедеятельности для исполнителей при производстве работы.

Основные показатели качества технологических операций определяются агрономическими нормативами и установленными для них допусками. Контроль качества при этом сводится к проверке и количественной оценке степени соблюдения в процессе работы агрегатов агрономических нормативов и допусков.

При этом рационально ввести три вида контроля качества полевых механизированных работ - вводный, текущий и приемочный.

*Вводный контроль*, или инструктаж, проводят перед началом работы. Он предусматривает подробное ознакомление механизаторов с агротехническими требованиями; особенностями выполнения предстоящей операции; правилами комплектования агрегата и проведения соответствующих регулировок; выбором скоростного режима агрегата; правилами подготовки поля; порядком проведения первых и заключительных проходов агрегата; методами оценки качества работы; нормами выработки и расхода топлива; оплатой труда; правилами охраны труда и природы, а также техники безопасности. Вводный инструктаж проводит руководитель производственного подразделения.

*Текущий контроль* предусматривает непосредственную проверку в

полевых условиях качества работы, как при первых проходах агрегата, так и в течение всего рабочего дня. Такой контроль проводит сам тракторист-машинист, а также контролер-учетчик.

*Приемочный контроль* качества работы могут осуществлять в зависимости от конкретных условий агроном, контролер, бригадир, руководитель работ. Основные результаты приемочного контроля - количественная оценка качества и объема выполненной работы, которые служат также основанием для соответствующей оплаты труда.

Наибольшее простотой в использовании это балльный метод оценки качества работ.

Количественную оценку при этом можно осуществить по девяти балльной шкале и по числу набранных баллов вывести следующие оценки: 8...9 баллов - отлично; 6...7 - хорошо, 4...5 - удовлетворительно; 3 балла и менее - неудовлетворительно.

Результаты контроля и оценки качества работы в баллах оформляют в форме таблицы 1, показанной на примере боронования.

Таблица 1 – Результаты контроля и оценки боронования почвы

Показатель качества работы	Градация нормативов	Оценка, балл	Метод определения
Глубина рыхления почвы, см	Не менее 4	3	В 10 точках по диагонали участка измерить линейкой глубину рыхления почвы
	Не менее 3	2	
	Менее 3, в отдельных местах корка не разрушена	1	
Высота гребней и глубина борозд, см (выровненность поверхности поля)	Не более 3	3	В 10 указанных ранее точках с помощью планки и линейки измерить высоту гребней и глубину борозд
	Не более 4	2	
	Более 4	1	
Наличие глыб диаметром менее 4 см на 1 м <sup>2</sup> (комковатость)	Не более 4	3	В указанных ранее 10 точках наложить рамку площадью 1 м <sup>2</sup> , подсчитать число глыб указанных размеров
	Не более 5	2	
	Более 5	1	

Сложив соответствующие баллы по всем трем показателям, получим число набранных баллов. Например, если качеству работы по каждому показателю соответствуют первые цифры, то получим  $3 + 3 + 3 = 9$  баллов работа выполнена с оценкой отлично.

Сумме цифр  $3 + 2 + 1 = 6$  соответствует оценка хорошо. В пределах указанных девяти цифр в принципе возможны любые сочетания. Основной недостаток такой оценки - то, что все показатели качества работы считаются равноценными при одном и том же числе баллов, хотя их влияние на урожайность неравноценно.

Более эффективными в перспективном плане могут оказаться установленные на самих агрегатах автоматизированные средства контроля ка-

чества работы. Такие устройства независимого объективного контроля позволяют существенно повысить качество полевых механизированных работ и уровень оплаты механизаторов.

Операционно-технологическая карта должна выглядеть как задание исполнителям при осуществлении сельскохозяйственных работ. Поэтому ее целесообразно представить в виде планшета формата А4.

Для большей наглядности в нее надо внести соответствующие графические изображения: схему расположения полей севооборота; схему разбивки полей на загоны и отбивки поворотных полос с указанием их размеров; схемы поворотов и способов движения; схему агрегата, схему проведения замеров при контроле качества работы.

Операционно-технологические карты должна хранить инженерно-техническая служба сельхозпредприятия. Исполнитель (тракторист, комбайнер и т. д.) получает планшеты перед началом работы и сдает их инженеру после завершения работ.

Повсеместное внедрение операционно-технологических карт позволит значительно повысить эффективность использования машинно-тракторных агрегатов и улучшить качество механизированных работ в растениеводстве.

#### **Список литературы**

1. Вершинин, В.Н. Разработка операционной технологии выполнения механизированных работ: учебно-методическое пособие / В.Н. Вершинин. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 104 с.
2. Завражнов, А.И. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии / А.И. Завражнов. – СПб., М., Краснодар: Лань, 2013. – 495 с.

**УДК 631.33**

### **РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

*Васюнин Максим Сергеевич, студент-бакалавр  
Нагорнов Антон Евгеньевич, студент-бакалавр  
Овтов Владимир Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

**Аннотация:** в статье рассмотрены кинематические параметры шнекового транспортирующего устройства высадкопосадочной машины, а также проведен расчет подобранных подшипников.

**Ключевые слова:** сахарная свекла; подшипник; зубчатая передача; посадка; моделирование; скорость

Отечественные производители овощных культур в большинстве своем используют гибриды иностранного производства, при этом наибольшую зависимость от импортных семян испытывают производители сахарной и кормовой свёклы, производство которой наиболее распространено в средней полосе и центральных черноземных областях России [1-5].

Для производства семян используют высадки сахарной свеклы, высаженные на второй год, так как сахарная свекла это двухлетнее растение. Наиболее трудоемким процессом является посадка маточников на семена, так как этот процесс наименее механизирован [1-6].

При реализации схемы рядовой посадки необходимо обеспечить ориентированную поштучную подачу корнеплодов и равномерность их распределения вдоль рядка с последующим сохранением первоначального положения при заделке почвой [1-6].

Шнековый валец транспортирующего устройства представлен на рисунке 1 [7]. Обеспечение технологического процесса поштучной подачи корнеплодов к высаживающему аппарату во многом будет зависеть от надежной работы подшипников качения установленных на осях и валах вальцов с винтовой навивкой. Следовательно, необходимо провести проверочный расчет выбранных и установленных подшипников качения. Вращение вальцов с винтовой навивкой происходит в разных направлениях через цилиндрическую зубчатую передачу.

Окружная сила в цилиндрической зубчатой передаче ( $F_t$ ) определится по формуле [8]:

$$F_t = \frac{2T}{d},$$

где  $T$  – крутящий момент на валу шнекового транспортирующего устройства, Н·мм,

$d$  – делительный диаметр зубчатого колеса, мм,  $d = 75$  мм.

Величина крутящего момента определяется по выражению

$$T = 9550 \frac{P}{n},$$

где  $P$  – мощность привод на шнекового транспортирующего устройства, кВт,  $P = 0,204$  кВт;

$n$  – частота вращения звездочки,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $n = 210 \text{ мин}^{-1}$ .

$$T = 9550 \frac{0,203}{210} = 9,24 \text{ Нм},$$

$$F_t = \frac{2 \cdot T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 9,24 \cdot 10^3}{220,01} = 84 \text{ Н}.$$

Радиальная сила в цилиндрической зубчатой передаче ( $F_r$ ) определится по формуле [8]:

$$F_r = F_t \cdot \frac{\tan \alpha}{\cos \beta},$$



где  $\beta$  – угол наклона зубьев косозубой зубчатой передачи, град,  $\beta = 8^\circ 12' 25''$

$$F_r = F_t \cdot \frac{\tan \alpha}{\cos \beta} = 84 \cdot \frac{\tan 20^\circ}{\cos 8.24} = 32 \text{ Н.}$$

Тогда осевая сила в цилиндрической зубчатой передаче ( $F_a$ )

$$F_a = F_t \cdot \tan \beta = 32 \cdot \tan 12.9 = 7,3 \text{ Н.}$$

Основные критерии работоспособности подшипника качения – его динамическая и статическая грузоподъемности.

Из конструктивных соображений выбраны подшипники шариковые по ГОСТ 8338-75 радиальные однорядные: 60206  $d = 30$  мм;  $D = 62$  мм;  $B = 16$  мм;  $C_d = 19,5$  кН;  $C_{ст} = 10,0$  кН.

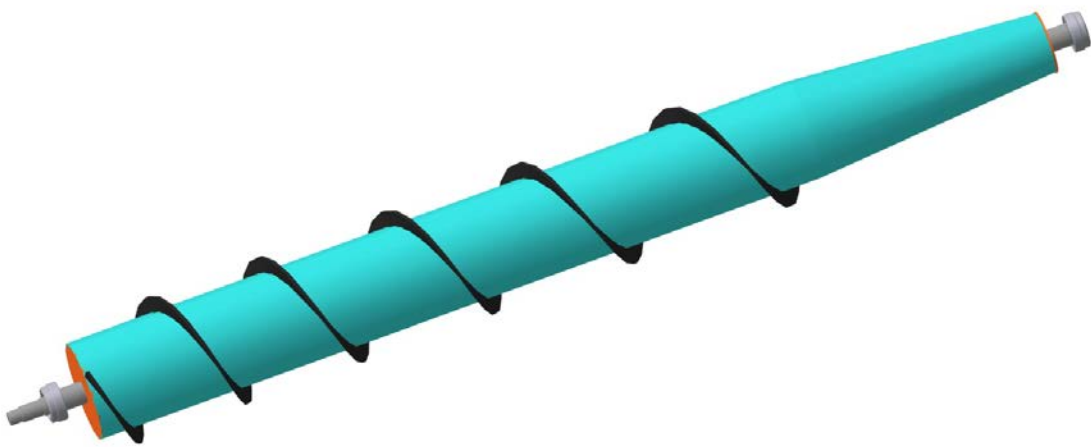


Рис. 1. Валец с подшипниками

Определим опорные реакции, действующие на подшипники в вертикальной и горизонтальной плоскостях, используя схему представленную на рисунке 2.

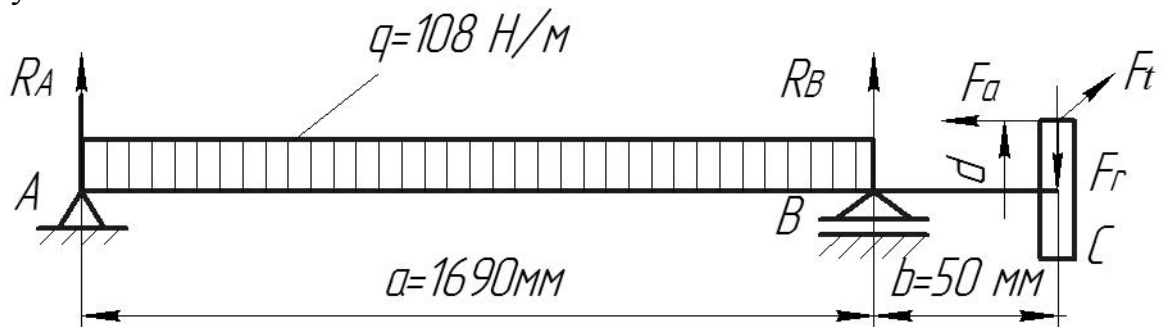


Рис. 2. Расчётная схема действия сил

Определение реакций в вертикальной плоскости.

$$\sum m_A = 0. \quad -R_B^v a + F_r(a + b) - F_a \frac{d}{2} + q \frac{a^2}{2} = 0,$$

$$R_B^z = \frac{F_r(a+b) - F_a \frac{d}{2} + q \frac{a^2}{2}}{a} = \frac{32(1,69 + 0,05) - 7,3 \frac{0,22}{2} + 108 \frac{1,69^2}{2}}{1,69} \\ \approx 123,7 \text{ Н.}$$

$$\sum m_B = 0. \quad R_A^z a + F_r b - F_a \frac{d}{2} - q \frac{a^2}{2} = 0, \\ R_A^z = \frac{-F_r b + F_a \frac{d}{2} + q \frac{a^2}{2}}{a} = \frac{-32 \cdot 0,05 + 7,3 \frac{0,22}{2} + 108 \frac{1,69^2}{2}}{1,69} \approx 90,8 \text{ Н.}$$

Проверка:  $\sum F_z = 0. \quad R_B^z + R_A^z - F_r - qa = 0$   
 $123,7 + 90,8 - 32 - 108 \cdot 1,69 = 0$

Определение реакций в горизонтальной плоскости.

$$\sum m_A = 0. \quad -R_B^x a + F_t(a+b) = 0, \\ R_B^x = \frac{F_t(a+b)}{a} = \frac{84(1,69 + 0,05)}{1,69} \approx 86,5 \text{ Н.}$$

$$\sum m_B = 0. \quad R_A^x a + F_t b = 0, \\ R_A^x = \frac{-F_t b}{a} = \frac{-84 \cdot 0,05}{1,69} \approx -2,5 \text{ Н.}$$

Проверка:  $\sum F_y = 0. \quad R_B^x + R_A^x - F_t = 0$   
 $86,5 + (-2,5) - 84 = 0$

Определяем реакцию в наиболее нагруженной опоре.

$$R_B^z = \sqrt{(R_B^x)^2 + (R_B^z)^2} = \sqrt{(123,7)^2 + (86,5)^2} \approx 151 \text{ Н.}$$

Определяем машинное время работы (ресурс) привода:

$$t_{\Sigma} = L_{200\text{д}} \cdot t_{200\text{д}},$$

где  $t_{\text{год}}$  – время наработки за год,  $t_{\text{год}} = 120$  ч;

$L_{\text{год}}$  – срок эксплуатации, год.

$$t_{\Sigma} = 12,5 \cdot 120 = 1500 \text{ ч.}$$

Определяем требуемую долговечность подшипника (ресурс) в миллионах оборотов [8, 9]:

$$L = \frac{60n \cdot L_h}{10^6},$$

$$L_h \approx t_{\Sigma}.$$

$$L = \frac{60 \cdot 210 \cdot 1500}{10^6} = 18,9 \text{ млн. об.}$$

Определяем приведенные нагрузки на подшипники:

$$F_{np} = (XVF_r + YF_a)K_b K_m \text{ при } \frac{F_a}{VF_r} > e,$$

$$F_{np} = F_r V K_b K_m \text{ при } \frac{F_a}{V F_r} < e.$$

где  $V$  – коэффициент вращения кольца, при внутреннем  $V=1$ ,  
 $X, Y$  – соответственно коэффициент радиальной и осевой нагрузки,  
 $K_b$  – коэффициент безопасности, принимаем  $K_b = 1,4$ ,  
 $F_a$  – осевая нагрузка на подшипник,  
 $F_r$  – радиальная нагрузка на подшипник,  
 $e$  – коэффициент осевого нагружения,  
 $K_m$  – температурный коэффициент  $K_m = 1,05$  (до  $125^\circ$ ),  
 $F_{np} = X \cdot V \cdot R_B K_\sigma \cdot K_\tau = 1 \cdot 1 \cdot 151 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 222 \text{ Н}$ .

Определяем требуемую динамическую грузоподъемность подшипника:

$$C_{r(\text{тресб})} = F_{\text{экв}} \cdot \sqrt[p]{L},$$

где  $p=3$  – для шариковых подшипников.

$$C_{r(\text{тресб})} = 0,222 \cdot \sqrt[3]{18,9} = 0,338 \text{ кН}$$

$$C_{d(\text{тресб})} = 0,59 \text{ кН} < C_{d(\text{кат})} = 19,5 \text{ кН}$$

Определяем номинальную долговечность выбранного подшипника в часах:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{C_{r(\text{кат})}}{F_{\text{экв}}} \right)^p = \frac{10^6}{60 \cdot 210} \cdot \left( \frac{19,5}{0,59} \right)^3 = 2865347 \text{ ч}$$

Ресурс выбранных подшипников обеспечит надежную работу шнекового транспортирующего устройства.

### Список литературы

1. Овтов, В.А. К вопросу ориентирования маточников сахарной свеклы / В.А. Овтов, В.М. Поветкин, В.А. Чугунов // Роль науки в развитии АПК: сборник научных трудов научно-практической конференции инженерного факультета Пензенской ГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – 252 с.
2. Емельянов, П.А. Конструкционные параметры скребкового транспортера при выборке маточников сахарной свеклы из бункера / П.А. Емельянов, В.А. Овтов // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – №2. – С. 34-36.
3. Овтов, В.А. Обоснование кинематических параметров вальцового транспортирующего устройства при посадке маточников сахарной свеклы / В.А. Овтов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №2. – С. 36-37.
4. Овтов, В.А. Устройство для ориентированной посадки маточников свеклы / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, В.А. Чугунов // Сельский механизатор. – 2019. – № 1 – С. 11.
5. Овтов, В.А. Теоретические исследования щеточного устройства для заделки лукович в борозде / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев // Нива Поволжья. – 2018. – № 1. – С. 103-108.

6. Овтов, В.А. Устройство с коническими щетками для заделки луковиц в борозде / В.А. Овтов, П.А. Емельянов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10 – С. 10.
7. Патент 2633543 РФ МПК А01С 11/00. Вальцовое транспортирующее устройство для ориентированной посадки маточников свеклы / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, В.А. Чугунов. Опубл. 13.10.2017, Бюл. №29.
8. Чугунов, В.А. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / В.А. Чугунов, В.А. Овтов, Ю.В. Польшивяный. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – 219 с.
9. Иванов, М.Н. Детали машин: учебник для академического бакалавриата / Иванов М.Н., Финогенов В.А. – 15-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт 2015. – 408 с.

**УДК 631.365.33**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЕГО ЧЕРЕЗ ТЕЛО РУЛОНА ПРЕССОВАННОГО СЕНА**

*Виноградов Алексей Николаевич, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье представлено исследование движения теплоносителя через рулон прессованного сена. Определены основные факторы влияющие прохождение теплоносителя через тело рулона.*

***Ключевые слова:** сено, рулон, теплоноситель, сушка, плотность*

При расчете вентиляционной системы сушильной установки необходимо определить сопротивление определенных ее частей движению воздуха, которое в некоторых случаях может повлиять не только на выбор вентилятора, но также и на тип сушильной установки и схему ее рабочего процесса.

Статическое давление, созданное вентилятором при досушивании рулонов провяленной травы расходуется на потери давления воздуха в материале, преодоление трений и местных сопротивлений воздухораспределительной системы. Потери давления на преодоление трения и местных сопротивлений в воздухораспределительной системе вентиляционного оборудования, по сравнению с потерями давления в рулоне, незначительны и составляют всего около 5% [2].

Теоретическим определением этих потерь занимаются давно. Однако число аналитических решенных случаев в настоящее время не велико. Объясняется это тем, что до сих пор не разработан общий аналитический метод расчета сопротивлений в рулоне. Привлекаемые для решения этой

задачи уравнения аэродинамики, как правило, нуждаются в тех или иных допущениях.

Поэтому необходимо знать потери давления в рулоне в зависимости от плотности прессования материала, скорости теплоносителя и других факторов.

Досушиваемый рулон провяленной травы представляет собой систему с весьма сложными и многообразными геометрическими характеристиками. Формы и размеры пустот внутри рулона очень сложны и разнообразны. Способность воздуха перемещаться в таких каналах не одинакова по различным направлениям. Поэтому целесообразно вводить некоторые обобщенные характеристики. Основными из них являются: пористость и эквивалентный диаметр.

Пористость или доля свободного объема выражает свободное пространство между частями в единице объема материала, обозначим ее как  $\varepsilon$  ( $\text{м}^3/\text{м}^3$ ). Для анализа пористости уложенного растительного сырья пользовались методом испарения всей влаги, находящейся в поровых каналах материала и по массе испарившейся влаги определяли объем пор. Такой подход нередко не справедлив, так как влагомoleкулярная адсорбция в процессе сушки не испаряется. Но этой ошибкой можно пренебречь и формально принять ее за основу расчета концентрации влаги в любой форме связи.

Результаты исследований по определению пористости слоя прессованной не измельченной травы плотностью 60-250  $\text{кг}/\text{м}^3$  представлены на рисунке 1 [1].

Полученные результаты можно аппроксимировать в эмпирическую формулу:

$$\varepsilon = 96 - 0,25 \rho_{\text{сл}}, \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{сл}}$  – плотность прессования материала,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

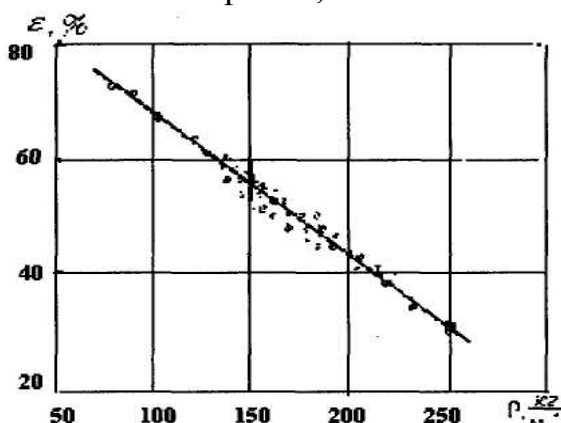


Рис 1. Зависимость пористости тюков травы ( $\varepsilon$ ) от плотности прессования ( $\rho$ )

Аналогичные результаты получены Любарским В.М и Деркачевым И.П. [2]. Они пористость уложенного плотностью 50-140  $\text{кг}/\text{м}^3$  сена, опре-

деляли по методике профессора Дейка К.П., заполняя пустоты предварительно сжатым воздухом и заливая образцы бензолом. Полученные данные показывают, что пористость уложенной травы не зависит от формы частиц, состояния их поверхности, а зависит только от характера упаковки, т.е. от плотности прессования.

Частицы растений обладают и внутренней пористостью. Внутренняя поверхность и объем пор, имеющих в стеблях растений, существенно определяют их статику (емкость) и кинетику (адсорбцию). В этих порах практически нет гидродинамических потоков. Поэтому в величину, характеризующую гидродинамические свойства в слое, не включается внутренняя пористость.

Рассматривая течение в слое как внутреннее, можно определить эквивалентный диаметр  $d_э$ . По аналогии с определением эквивалентного диаметра для каналов некруглого сечения получаем:

$$d_э = \frac{4\varepsilon}{S} = \frac{4\varepsilon}{S_0(1-\varepsilon)}, \quad (2)$$

где  $S=S_0(1-\varepsilon)$  – поверхность частиц слоя, приходящаяся на единицу его объема,  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ;

$S_0$  – удельная поверхность частиц материала,  $\text{м}^2/\text{м}^3$ .

Эквивалентный диаметр  $d_э$  является наиболее характерным определяющим размером стационарного слоя (тела рулона). Он объединяет два основных параметра – пористость материала  $\varepsilon$  и удельную поверхность частиц  $S$  досушиваемой травы

Эквивалентный диаметр соответствует суммарному поперечному сечению каналов в слое материала, обычно его определяют экспериментальным путем. Опыты, проведенные при обработке слоев плющенной провяленной, измельченной, не измельченной травы показывают, что эквивалентный диаметр (без учета пустот внутри стеблей) в основном зависит от плотности прессования травы в рулоне и выражается формулой:

$$d_э = 0,66\rho_c^{-1,35}. \quad (3)$$

Вследствие того, что поры в слое имеют различные формы, и частицы воздуха при своем движении изменяют направление и удлиняют путь передвижения, определение потерь давления в слое досушиваемого растительного материала можно по экспериментальному пути. При этом может быть использована зависимость, аналогичная по виду уравнению для определения потерь давления на трение в шероховатых трубопроводах [3].

$$\Delta P = \lambda_э \frac{H_p \rho_v v^2}{2d_э}, \quad (4)$$

где  $\lambda_э$  – общий коэффициент сопротивления, учитывающий не только влияние сопротивление трения, но и дополнительных местных сопротив-

лений, возникающих при движении воздуха по искривленным каналам в слое и обтекании его отдельных элементов, т.е. является общим коэффициентом сопротивления;

$H_p$  – высота досушиваемого рулона, м;

$\rho_v$  – плотность вентилируемого воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$U$  – скорость движения воздуха через слой материала, м/с.

Общий коэффициент сопротивления зависит от аэродинамического режима, определяемого значением критерия Рейнольдса. Для плотного слоя провяленной травы, обобщив экспериментальные данные, полученные при досушивании рассыпной, прессованной и брикетированной травы, мы получили следующую формулу для определения  $\lambda_{\text{э}}$ :

$$\lambda_{\text{э}} = \frac{641,3}{R_e^{1.18}} ; \quad (5)$$

где  $R_e$  – число Рейнольдса.

Используя формулы (3, 4, 5), с учетом потерь в воздухораспределительной системе воздухораспределительного оборудования можно определить давление, потребляемое для поддержания заданной скорости воздуха через материал при вентиляции.

### Список литературы

1. Ахмедов, М.Ш. Интенсивные энергосберегающие способы заготовки сена в условиях Северо-Запада РФ / М.Ш. Ахмедов // СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2001. – С. 144.
2. Любарский, В.М. Исследование процесса досушивания измельченного сена в слое методом активного вентилирования в условиях Литовской ССР / В.М. Любарский // Автореф. дисс... к.т.н. – Каунас, 1969. – С. 19.
3. Кузнецов, Н.Н. Исследование закономерностей потерь давления воздуха при искусственной сушке прессованной в рулоны травы / Н.Н. Кузнецов. – Петрозаводск: ПГУ, 2007. – С. 42-48.
4. Кузнецов, Н.Н. Анализ технических средств процесса измельчения зерна / Н.Н. Кузнецов, И.И. Иванов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвузовский сборник научных трудов. – Саранск, 2017. – С. 132-135.
5. Кузнецов, Н.Н. Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки семенного зерна / Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – №1(29). – С. 126-133.
6. Савиных, П.А. Оценка влияния различных режимов работы измельчителя зерна роторно-центробежного типа на качество получаемого продукта / П.А. Савиных, А.Ю. Исупов, Н.Н. Кузнецов, И.И. Иванов // В сборнике: Энергосберегающие агротехнологии и техника для северного земледелия и животноводства. – Киров, 2018. – С. 269-274.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ  
ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЕННОГО ЗЕРНА  
С ВЫДЕЛЕНИЕМ ФУРАЖНОЙ ФРАКЦИИ ДО СУШКИ**

*Виноградова Юлия Николаевна, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье промоделирована работа зерносушильного пункта, производительностью 120 тонн в сутки. Составлена программа математической модели на языке GPSS, получены результаты фракционирования зернового вороха до сушки.*

***Ключевые слова:** зерно, сушка, фураж, влажность, математическое моделирование, КРС*

Зерновое производство является основой устойчивого функционирования агропромышленного сектора, и продовольственная безопасность нашей страны в первую очередь зависит от объема и качества заготовленного продовольственного и фуражного зерна. [1] В себестоимости производства зерна доля очистки и сортирования при послеуборочной обработке составляет не более десяти процентов, но отказ от этих операций или недостаточно качественное их выполнение приводит к большим финансовым потерям, цена которых может значительно превышать затраты на их проведение. [2] В связи с изложенным совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна, создание на ее основе новых и модернизация существующих технических средств являются актуальными проблемами, имеющими важное хозяйственное значение.

В соответствии с технологией послеуборочной обработки зерна были составлены программы имитационной модели на языке GPSS. На рисунке 1 представлена программа для имитационного моделирования работы ЗОСП без выделения фуражной фракции до сушки, а на рисунке 2 - программа для имитационного моделирования работы ЗОСП с выделением на машинах предварительной очистки 30% зерна в фуражную фракцию до сушки.

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от производительности машин установленных в технологической линии.

Применены следующие условные обозначения одноканальных устройств (оборудования ЗОСП): SUSH - сушилка; OCHPRED, OCH1, OCH2, TRIER - зерноочистительные машины, соответственно, предварительной, первичной, вторичной и триерной очистки.

Условные обозначения накопителей (бункеров): BUNKAER – аэро-



жёлоба, BUNKSEM – бункер семенного зерна, BUNKFUR – бункер фуражного зерна. Условные обозначения складов сухого зерна: SEMSKL – склад семенного зерна, FURSKL – склад фуражного зерна.

```

10 * FRAKCIIONIROVANIE
20 POD FVARIABLE -15#LOG((1+RN1)/1000)
30 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
40 * 1 segment-ZERNO
50 GENERATE VSPOD,,1200
60 QUEUE BUNKAER
70 SEIZE OCHPRED
80 DEPART BUNKAER
90 ADVANCE 12,FNSXPDIS
100 RELEASE OCHPRED
110 TRANSFER 0.0,SEM,FUR
120 SEM PRIORITY 2
130 QUEUE BUNKSEM
140 SEIZE SUSH
150 DEPART BUNKSEM
160 ADVANCE 45,FNSXPDIS
170 RELEASE SUSH
180 SEIZE OCH1
190 ADVANCE 24,FNSXPDIS
200 RELEASE OCH1
210 TRANSFER 0.1,SEM1,FURSKL
220 SEM1 SEIZE OCH2
230 ADVANCE 24,FNSXPDIS
240 RELEASE OCH2
250 TRANSFER 0.2,SEM2,FURSKL
260 SEM2 SEIZE TRIER
270 ADVANCE 23,FNSXPDIS
280 RELEASE TRIER
290 TRANSFER 0.05,SEMSKL,FURSKL
300 SEMSKL TERMINATE 1
310 FUR QUEUE BUNKFUR
320 SEIZE SUSH
330 DEPART BUNKFUR
340 ADVANCE 23,FNSXPDIS
350 RELEASE SUSH
360 TRANSFER ,FURSKL
370 FURSKL TERMINATE 1
380 * CONTROL CARDS
START 1200
END

```

Рис.1 Текст моделирующей программы без фракционирования зернового вороха до сушки

```

10 * FRAKCIIONIROVANIE (30% FUR)
20 POD FVARIABLE -15#LOG((1+RN1)/1000)
30 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
40 * 1 segment-ZERNO
50 GENERATE VSPOD,,1200
60 QUEUE BUNKAER
70 SEIZE OCHPRED
80 DEPART BUNKAER
90 ADVANCE 12,FNSXPDIS
100 RELEASE OCHPRED
110 TRANSFER 0.3,SEM,FUR
120 SEM PRIORITY 2
130 QUEUE BUNKSEM
140 SEIZE SUSH
150 DEPART BUNKSEM
160 ADVANCE 38,FNSXPDIS
170 RELEASE SUSH
180 SEIZE OCH1
190 ADVANCE 20,FNSXPDIS
200 RELEASE OCH1
210 TRANSFER 0.0,SEM1,FURSKL
220 SEM1 SEIZE OCH2
230 ADVANCE 20,FNSXPDIS
240 RELEASE OCH2
250 TRANSFER 0.0,SEM2,FURSKL
260 SEM2 SEIZE TRIER
270 ADVANCE 23,FNSXPDIS
280 RELEASE TRIER
290 TRANSFER 0.05,SEMSKL,FURSKL
300 SEMSKL TERMINATE 1
310 FUR QUEUE BUNKFUR
320 SEIZE SUSH
330 DEPART BUNKFUR
340 ADVANCE 23,FNSXPDIS
350 RELEASE SUSH
360 TRANSFER ,FURSKL
370 FURSKL TERMINATE 1
380 * CONTROL CARDS
START 1200
END

```

Рис.2. Текст моделирующей программы с фракционированием зернового вороха до сушки (выделяется 30% фуражной фракции)

Условные обозначения накопителей (бункеров): BUNKAER – аэрожёлоба, BUNKSEM – бункер семенного зерна, BUNKFUR – бункер фуражного зерна. Условные обозначения складов сухого зерна: SEMSKL – склад семенного зерна, FURSKL – склад фуражного зерна.

В данной модели в качестве транзакта принят один центнер зерна, а за единицу модельного времени принят интервал времени 1 секунда.

Для получения случайных величин интервалов обслуживания транзактов использованы непрерывная числовая функция XPDIS, заданная табличной зависимостью, содержащей 24 точки (C24). Интервал обслуживания транзактов определяется произведением среднего значения времени и вычисленного значения функции, полученный результат усекается отображением дробной части и используется в качестве случайного времени интервала обслуживания транзактов. Блоки ADVANCE содержат ссылки на соответствующие переменные.

Для получения случайных величин интервалов поступления транзактов действительные переменные определяются с помощью оператора определения FVARIABLE. Переменные имеют единственный СЧА с

названием  $V$ , значением которого является результат вычисления арифметического выражения, определяющего случайный интервал времени. Вычисление времени поступления транзакта определяется путем умножения значений среднего значения времени на соответствующее вычисленное значение функции.

Переменная  $POD$  задаёт выражение для вычисления интервалов времени с заданным средним значением этого времени. Блок  $GENERATE$  содержит ссылку на соответствующую функцию. Также одним из операндов блока  $GENERATE$  задано максимальное количество зерна поступающего с поля (1200 ц).

Во всех случаях для генерирования случайных чисел использован встроенный генератор случайных чисел  $RN1$ .

Выделение фуражной фракции при фракционировании зернового вороха и при работе машин первичной, вторичной и триерной очистки осуществляется с помощью блока  $TRANSFER$ .

Бункера накопители семенного и фуражного зерна моделируются блоками  $QUEUE$  и  $DEPART$  с соответствующими именами.

Блоком  $PRIORITY$  транзактам семенного зерна присваивается более высокий приоритет, по сравнению с транзактами фуражного зерна, и поэтому эти транзакты первыми идут на обслуживание. Задействованные в модели блоки  $TERMINATE$  с соответствующими именами являются счётчиками центнеров готового семенного и фуражного зерна.

Запуск модели осуществляется картой  $START$ , в поле операндов которой указано общее количество стартов (1200), соответствующее количеству зерна в центнерах, которое необходимо высушить.

Реализация модели предполагает практическое использование результатов моделирования для определения пропускной способности технологической линии обработки зернового вороха с выделением фуражной фракции до сушки.

За время моделирования на зерноочистительно-сушильный пункт поступило 1200 ц зерна. При сушке без выделения фуражной фракции получено 797 ц сухого семенного зерна и 403 ц фуражного зерна, из которого 116 ц было выделено на машинах первичной очистки, 236 ц на машинах вторичной очистки и 51 ц на триерных блоках.

Сушилка во время работы была загружена на 99,9%. При заданных интервалах поступления сырого зернового вороха с поля от комбайнов и таком режиме работы оборудования потребуются два бункера активного вентилирования БВ-40 для временного хранения сырого зерна до сушки.

Общее время работы зерноочистительно-сушильного пункта без выделения фуражной фракции до сушки при обработке 120 тонн зерна составило 52565 секунд или 14,6 часа.

При обработке зерна с выделением фуражной фракции до сушки на машинах предварительной очистки было выделено 336 ц фуражного зерна.

Оставшиеся 864 ц зерна просушили в семенном режиме, и в процессе обработки дополнительно на триерных блоках было выделено ещё 48 ц дроблёного зерна, которое также отправили на фураж. Общее количество фуражного зерна составило 384 ц. Семенного зерна было получено 816 ц.

Выделенное фуражное зерно 336 ц просушили после сушки семенного зерна в фуражном режиме без последующей очистки и сортировки.

Сушилка во время работы была загружена на 99,9%. При таком режиме работы потребуется один бункер активного вентилирования БВ-40 для временного хранения сырого семенного зерна до сушки и один бункер активного вентилирования БВ-40 для временного хранения сырого фуражного зерна.

Общее время работы зерноочистительно-сушильного пункта с выделением фуражной фракции до сушки при обработке 120 тонн зерна составило 40326 секунд или 11,2 часа.

При выделении фуражной фракции до сушки на 25% увеличилась нагрузка на машины предварительной очистки (фракционеры). На машины первичной и вторичной очистки нагрузка наоборот снизилась, соответственно на 29% и 15%.

Анализ производительности технологической линии без выделения и с выделением фуражной фракции до сушки показал, что пропускная способность всей технологической линии зерноочистительно-сушильного пункта за счёт выделения фуражной фракции возрастает в 1,3 раза.

### **Список литературы**

1. Федоренко, В.Ф., Ревякин Е.Л. Зерноочистка - состояние и перспективы / В.Ф. Федоренко, Е.Л. Ревякин. – М: Росинформагротех, 2006. – 204 с.
2. Перекопский, А.Н. О роли послеуборочной подработки семян / А.Н. Перекопский // Сельскохозяйственные вести. – 2018. – №4 (115). – С. 46-48.
3. Эрк, А.Ф. Математическая модель процесса сушки зерна в карусельной сушилке / А.Ф. Эрк, А.Н. Перекопский // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – №90. – С. 78-83.
4. Кузнецов, Н.Н. Анализ технических средств процесса измельчения зерна / Н.Н. Кузнецов И.И. Иванов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвузовский сборник научных трудов. – Саранск, 2017. – С. 132-135.
5. Ивановская, В.Ю. Территориальные изменения в использовании земель Вологодской области / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская // В сб.: Проблемы рационального использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве. – М., 2013. – С. 169-173.
6. Кузнецов, Н.Н. Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки семенного зерна / Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – №1(29). – С. 126-133.

К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ ШВОВ  
ИЛИ РЕМОНТЕ ЕМКостей

*Войтик Олег Валерьянович, студент  
Климчук Никита Андреевич, студент  
Оскирко Александр Иванович, науч. рук.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Беларусь*

**Аннотация:** в данной статье представлен расчет прочности сварных швов при ремонте емкостей (представлены формулы и схемы расчета).

**Ключевые слова:** емкость, днище, обечайка, сварной шов, герметичность, прочность

Емкости для хранения жидкостей (например, жидких удобрений на базах сельхозхимии) имеют значительные размеры и соответственно стоимость. По истечении времени из-за коррозии металла нарушается герметичность. Чаще всего это проявится на днище и боковой поверхности внизу емкости. Проводимый ремонт заключается в накладке внутри нового днища листовой сталью и изготовления обечайки (рисунок 1). При укладке листов днища остаются зазоры между дном и стенкой, поэтому обечайка в нижней части имеет технологический зазор со стенкой емкости. Соответственно прочность сварного шва В вызывает сомнение и требует прочностного расчета.

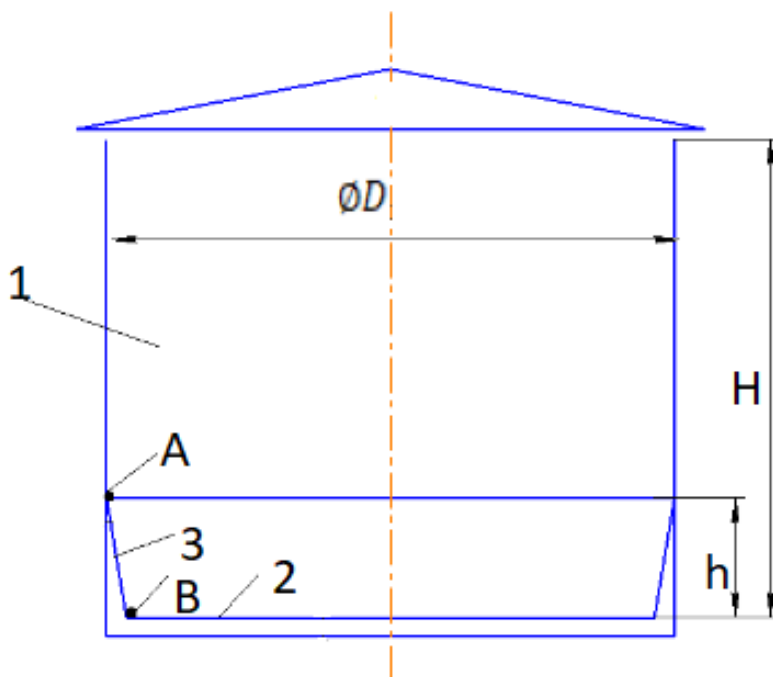


Рис. 1. Емкость жидких удобрений 1 – емкость, 2– днище, 3 – обечайка

Работа цилиндрической обечайки, соединенной с плоским днищем и нагруженной давлением рассмотрена в работе 1. К сожалению предлагаемая методика трудна для понимания и математических очень сложная. Нами предлагается производить расчет сварных швов емкости упрощенно и понятно, основываясь на том, что в соединении будут возникать линейные деформации, а влияние на прочность угловых деформаций учтем коэффициентом.

Согласно закона Паскаля, сила действующая на стенку со стороны жидкости равна:

$$F = p \cdot S, \text{ Н}, \quad (1)$$

где:  $p = p_0 \cdot \rho g H$  – давление жидкости на уровне дна емкости, Н/мм<sup>2</sup>;  $p_0 = 0,1013$  МПа – атмосферное давление;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/мм<sup>2</sup>;  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения;  $H$  – высота жидкости в емкости, мм;  $S = h \cdot \pi D$  – площадь стенки обечайки, мм<sup>2</sup>;  $h$  – высота обечайки, мм;  $D$  – диаметр емкости, мм.

Сосредоточенная сила  $F$  уравнивается реакциями  $R_A$  и  $R_B$  в угловых сварных швах А и В (см. рисунок 2).

$$R_A = R_B = \frac{F}{2}, \text{ Н};$$

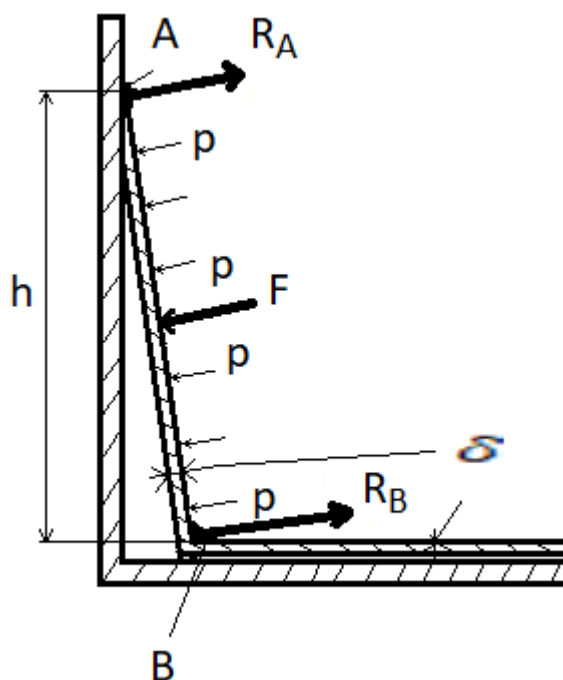


Рис. 2. Схема к расчету сварных швов

Напряжения среза в угловом шве В (как более опасном) определится по выражению:

$$\tau_F = \frac{R_B}{0,7kl_{шв}}, \text{ МПа}, \quad (2)$$

где:  $k$  – катет шва, принимаемый толщине свариваемых листов  $\delta$ , мм;

$l_{шв} = \pi D$  – длина шва, мм.

Учитывая, что кроме линейных деформаций на сварной шов действуют и угловые деформации т.е. кроме силы  $R$  действует и момент  $M$  и анализируя соотношения этих величин можем принять:

$$\tau'_M = 0,5\tau'_F.$$

Следовательно суммарные напряжения в сварном шве от действия силы и момента определяется по выражению:

$$\tau'_\Sigma = \tau'_F + \tau'_M = 1,5\tau'_F, \text{ МПа.}$$

Допускаемые напряжения на срез для углового шва

$$[\tau'] = \frac{\sigma_T}{n} \varphi, \text{ МПа,} \quad (3)$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести свариваемого материала, МПа;  $n$  – принятый коэффициент запаса прочности;

$\varphi = 0,6$  – коэффициент ослабления шва (для углового шва при ручной дуговой сварке электродами Э-42 (Э-50)).

Соединение считается работоспособным когда:

$$\tau' \leq [\tau']$$

### Список литературы

1. Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли. Ч.1. Тонкостенные сосуды и аппараты химических производств: учебное пособие / сост. В.М. Беляев, В.М. Миронов. – 3-е изд., доп. и испр. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 314 с.
2. Иванов, М.П. Детали машин: Учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений / М.П. Иванов. – 5-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1991. – 383 с.

УДК 631.86

## ПРОИЗВОДСТВО ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

*Голицын Алексей Михайлович, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.т., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье проведен общий обзор основных применяемых в настоящее время удобрений, указана актуальность и выгодность использования удобрений в виде гранул, а так же задан вектор развития изучения данной темы на будущее.

**Ключевые слова:** органические удобрения, гранулы, почва, растения

Для рывка в промышленном растениеводстве нужно использовать

мировой опыт интенсивного восстановления микроэлементов в почве за счет внесения гранулированных органических удобрений (ГОУ). Их производство в сравнении с минеральными удобрениями гораздо менее капиталоемко и энергоемко, имеет дешевую и постоянно воспроизводимую сырьевую базу [1].

Гранулированные органические удобрения – это один из видов подкормки для растений в виде шариков, палочек или комков. Размер частиц варьируется от 1,5 до 5 мм. Сырьем для изготовления служат органические удобрения или их комбинации с минеральными компонентами [2].

Основным достоинством ГОУ является то, что после внесения в почву, внутрь гранулы проникает вода и постепенно высвобождает вещества в грунт. Скорость растворения зависит от температуры и влажности. Чем теплее земля, и чем больше она насыщена водой, тем быстрее удобрения попадают в почву и достигают корней растений. Гранулы могут иметь различную форму, размер и оттенок, но определяющее значение в данном случае имеет только то, что удобрения заключены в плотную частицу [3].

Преимущества гранулированных удобрений:

- Из-за меньшего контакта с веществами почвы они медленнее, чем порошки переходят в недоступное для растений состояние, а значит, корнями впитывается большее количество;
- Требуется вносить меньший объем удобрений;
- Не разносятся ветром, благодаря этому не попадают в дыхательные пути человека и в полном объеме достигают корней растений;
- Гранулы не вымываются из почвы водой;

Для их внесения могут быть использованы механизированные методы, что актуально при подкормке больших площадей, при этом удобрения распределяются равномерно и экономно расходуются.

Гранулированные органические удобрения характеризуются уникальным комплексом качеств:

- в концентрированном виде содержат все необходимые питательные вещества (N,P,K) и микроэлементы;
- не содержат патогенной микрофлоры, семян сорняков, яиц и личинок возбудителей заболеваний;
- имеют длительный срок хранения (более 3 лет);
- не слеживаются и не склонны к самовозгоранию;
- не токсичны, экологически чисты, не имеют неприятного запаха.

ГОУ универсальны и применяются для любых растений на любых почвах. Питательные вещества здесь присутствуют в составе органических соединений в оптимальном для растений и почвенной микрофлоры сочетании, они не вымываются из почвы, и, постепенно растворяясь в воде, легко усваиваются растениями. Эта особенность органических гранул обеспечивает более высокие (до 30%) урожаи экологически чистой продукции за счет восстановления гумусного слоя почв. Важным свойством

ГОУ является длительный (2-3 летний) эффект их действия.

Далее рассмотрим основные виды органики для производства ГОУ.

Изготовление гранул из отходов птицеводства – новое, перспективное решение загрязнения окружающей среды. Гранулированный куриный помет представляет собой универсальную концентрированную подпитку для почв, широко используемый мелкими и крупными сельскохозяйственными предприятиями. По сравнению с минеральными составами, он равноценен по содержанию полезных веществ (азот, кальций, магний, фосфор, калий, железо, органические вещества), однако, быстрее растворяется в воде, лучше усваивается и не несет побочных эффектов, таких, как накапливание нитритов в овощах.

Сапропель – илистые перегнившие отложения растительного и животного происхождения на дне замкнутых пресных водоёмов (болот, озёр), содержащие большое количество органических веществ в коллоидном состоянии.

Так же, как и искусственно изготовленные органоминеральные удобрения, гранулированный сапропель:

- значительно увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур;

- улучшает качество урожая;

- при внесении в почву улучшает ее структуру, влагопоглотительную и влагоудерживающую способность;

- на несколько лет увеличивает содержание в почве гумуса, активизирует почвенные процессы;

- обеспечивает сбалансированное питание растений всеми необходимыми элементами;

- может вноситься равномерно на большие площади стандартной сельскохозяйственной техникой.

Торф – полезное ископаемое, образовавшееся в процессе отмирания и неполного разложения болотных растений в условиях избыточной влажности и ограниченном доступе воздуха. В зависимости от степени разложения органики торф подразделяется на верховой, низинный и переходный.

Низкая питательная ценность и высокая кислотность торфа делают использование его в качестве удобрений бессмысленным или даже вредным (например – для кислых почв). Однако, торф обладает двумя очень важными качествами: высокой поглотительной способностью и способностью улучшать структуру почвы.

В силу перечисленных причин в чистом виде торф как удобрение не применяют. Но торф, не смотря на это, массово используется в производстве удобрений. Происходит это двумя основными вариантами:

1. Торф используют в качестве подстилки скоту, птице, для приготовления компостов. В этом случае содержащийся в торфе органический



азот постепенно переходит в доступные для растений минеральные формы, а сам торф при этом фиксирует органические соединения, попадающие в него из помета или навоза. Особенно хорошо это срабатывает при использовании торфа совместно с пометом, т.к. помет имеет щелочную реакцию.

2. Торф смешивают с минеральными удобрениями и раскисляющими добавками. В результате получают высококачественные органоминеральные удобрения, которые имеют высокую питательную ценность, обладают всеми полезными свойствами торфа, но не имеют при этом его недостатков.

В настоящее время на инженерном факультете Вологодской молочно-хозяйственной академии прорабатывается вопрос производства гранул органических удобрений диаметром 3-5 мм. Данные гранулы планируется загружать в сеятельные машины и вносить в землю вместе с семенами во время посева.

### Список литературы

1. Гарзанов, А.Л. Переработка помета как способ увеличения доходности птицеводства / А.Л. Гарзанов // Журнал АПК Эксперт: Животноводство. Птицеводство. IV кв /19. – 2016 – С. 30-31.
2. Романов, А.С. К вопросу о местном внесении органических удобрений при посадке картофеля / А.С. Романов, Н.Н. Кузнецов // Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий: материалы Всероссийской н.-п. к. – Чебоксары, 2017. – С. 139-142.
3. Романов, А.С. Повышение качества внедрения органических удобрений под картофель / А.С. Романов, Н.Н. Кузнецов // Молодежь и наука XXI века: материалы м. н.-п. к. – Ульяновск, 2017. – С. 80-83.
4. Ивановская, В.Ю. Территориальные изменения в использовании земель Вологодской области / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская // В сб.: Проблемы рационального использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве. – М., 2013. – С. 169-173.
5. Кузнецов, Н.Н. Анализ технических средств процесса измельчения зерна / Н.Н. Кузнецов И.И. Иванов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвузовский сборник научных трудов. – Саранск, 2017. – С. 132-135.
6. Савиных, П.А. Оценка влияния различных режимов работы измельчителя зерна роторно-центробежного типа на качество получаемого продукта / П.А. Савиных, А.Ю. Исупов, Н.Н. Кузнецов, И.И. Иванов // В сб.: Энергосберегающие агротехнологии и техника для северного земледелия и животноводства. – Киров, 2018. – С. 269-274.

## РАСЧЕТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗОН ШУМА В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

*Громов Сергей Витальевич, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье изложены нормативные размеры санитарно-защитных зон с учётом основных негативных факторов, а также описаны методы расчёта санитарно-защитных зон по шумовому фактору.

**Ключевые слова:** автостоянка, автозаправочная станция, шум, уровень звука, транспортное средство, окружающая среда

В городской застройке значительное место занимают автостоянки (АС) и автозаправочные станции (АЗС), которые загрязняют окружающую среду вредными веществами и создают шум от движения автомобилей, работы топливораздаточных колонок (ТРК) и ряда других источников.

Однако методики расчета шумового воздействия АС и АЗС на прилегающую территорию, используемые на стадии их проектирования, не позволяют ни самим разработчикам этих объектов объективно и достоверно оценить неблагоприятное воздействие шума на жилую застройку, ни надзорным органам провести обоснованную экспертизу проектов.

Такое положение объясняется, во-первых, отсутствием соответствующих методов расчета, учитывающих шум не только от движения автомобилей по территории АС и АЗС с малой скоростью (примерно 5 км/ч), но и от других источников: прогрева двигателей на холостом ходу, работы ТРК и топливозаправщиков (особенно в ночное время); во-вторых – недостатком необходимых шумовых характеристик таких источников.

В настоящее время эквивалентный уровень звука движущихся автомобилей, в том числе и по территории АС и АЗС, можно рассчитать по формуле:

$$L_{\text{АЭКВ}} = 10\lg Q + 13,3\lg V + 4\lg(1 + \rho) + \Delta L_{\text{А1}} + \Delta L_{\text{А2}} + 1, \quad (1)$$

где  $L_{\text{АЭКВ}}$  - эквивалентный уровень звука транспортного потока на расстоянии 7,5 м, дБА;  $Q$  – интенсивность движения автомашин/час;  $V$  – средняя скорость потока, км/ч;  $\rho$  – доля грузового и общественного транспорта в потоке, %;  $\Delta L_{\text{А1}}$  – поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги, дБА;  $\Delta L_{\text{А2}}$  – поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, дБА.

Расчет уровней звука по указанной формуле имеет недостатки и неопределенности.

Во-первых, формула (1) получена для движения интенсивных транс-

портных потоков по улицам и магистралям со значительно более высокой скоростью (не ниже 30 км/ч), чем скорость движения одиночных автомобилей по территориям АС и АЗС.

Во-вторых, не указан диапазон скоростей.

В-третьих, учет уровня звука при движении одиночных автомобилей по территории АС и АЗС не исчерпывает всех реальных источников шума на АС и АЗС, например таких, как шум от прогрева двигателей, их работы на холостом ходу и при трогании с места, от работы ТРК при заправке автомобилей и работы топливозаправщиков при сливе топлива в ёмкости АЗС.

Нормативные размеры санитарно-защитных зон.

Требования к размеру санитарно-защитных зон(СЗЗ) установлены в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03в зависимости от класса предприятия и характера производства с учетом основных негативных факторов, которыми могут быть, например, вредные выбросы или шум (табл. 1) [1].

Однако расстояние от АС и гаражей-стоянок для легкового транспорта до жилой и социальной застройки по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03[4] разрешено уменьшить до размеров, указанных в табл.2.

В СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03размеры СЗЗ для АЗС установлены с учетом шумового фактора. Для АС ведущим фактором в установлении минимального размера СЗЗ является не шумовое, а химическое загрязнение атмосферы (выбросы вредных химических веществ от автотранспорта) [1, 3].

Таблица 1 – Требования к размерам санитарно-защитных зон

Объект	Характеристика		Класс	Размер СЗЗ, м
АЗС	Заправка грузового и легкового автотранспорта жидким и газовым топливом		IV	100
	Заправка легкового автотранспорта в количестве не более 500 машин в сутки при отсутствии объектов технического обслуживания	Автотранспорт, оборудованный системой закольцовки паров бензина. АЗС с компрессорами внутри помещения.	V	50
Мини-АЗС		Количество ТРК не более 2	-	25
АС	См. также табл.2		V	50

Таблица 2 – Разрешенное расстояние, м, от АС и гаражей-стоянок до объектов жилой и социальной застройки

Объекты	Автостоянки (открытые площадки, паркинги) и наземные гаражи-стоянки вместимостью, машино-место				
	10 и менее	11 - 50	51 - 100	101 - 300	Свыше 300
Фасады жилых домов и торцы с окнами	10	15	25	35	50
Торцы жилых домов без окон	10	10	15	25	35
Школы, детские учреждения, ПТУ, техникумы, площадки отдыха, игр и спорта	25	50	50	50	50
Лечебные учреждения стационарного типа, открытые спортивные сооружения общего пользования, места отдыха населения (сады, скверы)	25	50	*	*	*

Расчет размеров санитарно-защитных зон.

Граница СЗЗ по шумовому фактору представляет собой линию, в каждой точке которой суммарные октавные уровни звукового давления (или уровни звука) от всех источников шума объекта равны предельно допустимым уровням (ПДУ), регламентированным в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [1, 3].

В основе определения размеров СЗЗ единичного источника шума лежит приведенная в СНиП 23-03-2003 формула для расчета уровня звука в расчетной точке по скорректированному уровню звуковой мощности:

$$L_A = L_{PA} - 15 \lg r = 10 \lg \Phi - \frac{\beta_a r}{1000} - 10 \lg \Omega, \quad (2)$$

где  $L_A$  – уровень звука в расчетных точках, дБА;  $L_{PA}$  – скорректированный уровень звуковой мощности, дБА;  $r$  – расстояние от источника шума до расчетной точки, м;  $\Phi$  – безразмерный фактор направленности источника шума;  $\beta_a$  – затухание звука в воздухе, дБ/км ( $\beta_a = 0$  при  $r \leq 50$  м);  $\Omega$  – пространственный угол, в который излучается звук.

Приняв для источников с равнонаправленным излучением звука  $\Phi = 1$  (дп $\Phi = 0$ ) и расположенных на поверхности территории  $\Omega = 2\pi$  ( $10 \lg 2\pi = 8$ ), пренебрегая ввиду малости затухания в воздухе величиной  $\frac{\beta_a r}{1000}$  и задавшись значением  $L_A = L_{АПДУ}$ , по формуле (2) можно определить размер СЗЗ:  $r = 10^{(L_{PA} - 8 - L_{АПДУ})/15}$  (3)

Если в формуле (3) использовать не уровень звуковой мощности источника  $L_{PA}$ , а уровень звука  $L_A$ , создаваемый им, то формула будет иметь вид:  $r = 10^{(L_A - L_{АПДУ})/15}$  (4)

Если значение  $L_A$  установлено на расстоянии 7,5 м ( $L_{A7,5}$ ) от линии

движения автотранспортного средства (потока), то с учетом перехода к шумовой характеристике источника шума в его акустическом центре значение  $r$  определяется по следующей формуле:

$$r = [10^{(L_A - L_{A\text{ЦД}})/15}] * 7.5 \quad (4a)$$

Границы СЗЗ объектов, имеющих несколько источников шума (в нашем случае АС и АЗС), могут быть определены двумя методами.

Первый метод – это метод акустических центров.

В качестве исходных данных необходимо иметь координаты источников шума на территории АС и АЗС в выбранной системе координат  $X_i, Y_i$  скорректированный уровень звуковой мощности каждого из этих источников  $L_{PAi}$ .

По этим данным для выделенных источников шума определяют координаты приведенного акустического центра  $X_{AЦ}$  и  $Y_{AЦ}$  по формулам:

$$X_{AЦ} = \frac{\sum X_i 10^{0.1L_{PAi}}}{\sum 10^{0.1L_{PAi}}} \quad (5)$$

$$Y_{AЦ} = \frac{\sum Y_i 10^{0.1L_{PAi}}}{\sum 10^{0.1L_{PAi}}}, \quad (6)$$

где  $X_i, Y_i$  - координаты источников шума в выбранной системе координат;  $L_{PAi}$  - уровень звуковой мощности  $i$  – го источника, дБ.

Для АС и АЗС при определении  $X_i, Y_i$  по формулам (5) и (6) вместо уровней звуковой мощности источников  $L_{PAi}$  могут быть использованы характеризующие их расчетные или измеренные значения уровней звука  $L_{Ai}$ .

Обобщенной акустической характеристикой АС и АЗС становится источник шума, расположенный в их акустическом центре и имеющий скорректированный уровень звуковой мощности объекта  $L_{PAi}$ , который определяется по двум формулам:  $L_{PAi} = L_{Acp} + 10 \lg \frac{2S}{S_0}$ , (7)

где  $L_{PAi}$  - скорректированный уровень звуковой мощности предприятия (объекта), дБА;  $L_{Acp}$  - средний уровень звука по периметру площадки предприятия (объекта), дБА;  $S$  – площадь территории, м<sup>2</sup>;  $S_0=1$  м<sup>2</sup>;

$$L_{Acp} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{A_{экви}i}}, \quad (8)$$

где  $n$  – количество точек измерения по периметру участка предприятия;  $L_{A_{экви}i}$  – эквивалентный уровень звука в  $i$  – й точке измерения по периметру участка, дБА. По указанным данным радиус СЗЗ может быть определен по формуле (4).

В результате получаем СЗЗ в виде круга радиусом  $r$  с центром в акустическом центре объекта с координатами  $X_{AЦ}$  и  $Y_{AЦ}$ .

Для расчета границ СЗЗ этим методом, необходимо знать такие входящие, как скорректированные уровни звуковой мощности отдельных ис-

точников и эквивалентные уровни звука в точках по периметру участка предприятия. Значения этих параметров для АС и АЗС можно получить по результатам инструментальных исследований на уже действующих предприятиях [2].

Использование данного метода для АС и АЗС целесообразно при выборе наиболее неблагоприятной ситуации, когда одновременно работают (излучают шум) несколько наиболее шумных источников, расположенных по периметру этих объектов или достаточно близко к нему.

Второй метод нахождения границы СЗЗ (метод огибающей) состоит в расчете радиусов  $r$  для отдельных источников шума и построении огибающей всех рассмотренных источников.

Радиус  $r$  отдельных источников, характеризующихся скорректированным уровнем звуковой мощности  $L_{РА}$ , может быть определен по формуле (2), а для источников, характеризующихся уровнем звука  $L_A$  (или эквивалентным уровнем звука), - по формуле (4).

При использовании уровней звука в качестве исходных данных, характеризующих шум источников, не учитывается энергетическое сложение шума, генерируемого отдельными источниками. Это допущение практически не влияет на результаты расчетов при наличии одного из следующих условий: одновременное действие различных источников, большое различие (более 6 дБА) в уровнях их шумовых характеристик, а также значительная (более 5м) их удаленность друг от друга и (или) от защищаемого объекта. При отсутствии этих условий результаты расчетов могут дать заниженные значения размеров СЗЗ [3].

Приведенные методики расчета позволяют на стадии проектирования более полно и достоверно оценить ожидаемое воздействие шума АС и АЗС на прилегающую территорию и определить действительно безопасные размеры СЗЗ при наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации АС и АЗС с учетом их геометрии и размеров, количества и типов обслуживаемых автомобилей.

Размеры СЗЗ, определенные предложенными методами расчета, могут превысить (особенно для ночного времени) значения, установленные СанПиН 2.2.1/ 2.1.1.1200-03.

### Список литературы

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов).
2. Ковязин, В.Ф. Защита жилой зоны поселения от воздействия шума акустическими экранами/ В.Ф. Ковязин, Н.А. Глушкова // Инновационная наука. – 2015. – №12 – С. 67-70.
3. Литвинов, В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебное пособие / В.И. Литвинов, И.Н. Кружкова. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 202 с.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ КОСИЛКИ Е-302 ДЛЯ УБОРКИ  
ЛЬНА-ДОЛГУНЦА**

*Гущин Алексей Николаевич, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** современная техника для теребления и уборки льна дорогая в приобретении и ремонте. Использование навесных льнотеребилкок является менее затратным, чем применение комбайнов, но снижает производительность, тем самым повышает стоимость продукции. С учетом узких агротехнических сроков уборки льна-долгунца и снижения себестоимости необходимо применять производительную и недорогую в обслуживании и ремонте технику. Мы предлагаем модернизацию косилки Е-302 для уборки льна-долгунца. Переделка заключается в переоборудовании жатки косилки Е-302 для теребления льна. В качестве рабочего органа будут использованы две льнотеребилки ТЛН-1,5.

**Ключевые слова:** теребление льна, Е-302, ТЛН-1,5

Лен – одна из немногих технических культур, которая дает одновременно два вида продукции, важные для народного хозяйства страны, – волокно и семена. Однако получать высокие урожаи продукции обоих видов на одном растении довольно трудно. Льняное волокно – основной продукт льна-долгунца, получаемый из его стеблей, – очень широко используется во многих отраслях народного хозяйства. В сырьевом балансе текстильной промышленности льноволокно занимает второе место после хлопка. Оно является одним из самых прочных растительных волокон. По крепости на разрыв льняное волокно значительно превосходит наиболее распространенное текстильное сырье – хлопок, шерсть, джут, уступая лишь рами и кендырю, удельный вес которых в мировом производстве текстильного волокна крайне невелик.

Целью является повышение качества и эффективности уборки льна-долгунца путем разработки и обоснования параметров льнотеребилки на базе косилки Е-302.

Научная новизна заключается в следующем:

- разработка конструктивно технологической схемы самоходной льнотеребилки на базе косилки Е-302;
- оценка технико-экономической и энергетической эффективности использования самоходной льнотеребилки на базе косилки Е-302.

Льнотеребилка ТЛН-1,5 предназначена для теребления льна с растителем его в ленту. Кроме того, машина используется для деления поля на участки при подготовке их к механизированной уборке льна. Льнотере-

билка может применяться на уборке полеглого льна [1].

С учетом ширины захвата всего 1,5 метра данные льнотеребилки не обеспечивают необходимой производительности. Агрегатируется ТЛН-1,5 с тракторами класса 0,6 тс. И для работы каждой льнотеребилки ТЛН-1,5 необходим отдельный трактор. Это существенно снижает производительность и увеличивает расходы при уборке льна-долгунца.

Выходом может являться объединение двух льнотеребилок и установка их в отдельный навесной блок.

Устройство рабочих органов навесной льнотеребилки заключается в следующем. Делители сварной конструкции и выполнены так же, как и у других машин, в виде пространственных клиньев, собранных из прутков. Каждый делитель собран из трубки и пяти прутков и прикреплен к раме шарнирно в трех точках. Полевой (крайний правый) делитель отличается от остальных четырех более удлиненными боковыми прутками. Изменением положения нижнего шарнира крепления изменяют наклон делителя.

Теребилный аппарат включает в себя четыре шкива, теребилный ремень, надетый на ведомый натяжной и ведущий шкивы, а также нажимные ролики. Теребилные шкивы диаметром 350 мм из алюминиевого сплава покрыты слоем резины толщиной 20 мм. Они смонтированы на шариковых подшипниках и ограждены специальными прутками, отделяющими уже вытеребленные стебли от вновь поступающих в ручей.

Основной теребилный ремень – специальной конструкции, имеет два трапецевидных выступа с вырезами. Выступы перемещаются по клиновидным канавкам ведомого и ведущего шкивов и тем самым обеспечивают устойчивую работу ремня. Ведущий шкив смонтирован на вертикальном валу конической коробки передач и вместе с ней закреплен на раме машины. Ведомый шкив – натяжной и смонтирован в двух шариковых подшипниках. Ремень натягивают перемещением оси шкива 6 натяжным устройством. Все нажимные ролики устроены одинаково. Они смонтированы на осях в двух шариковых подшипниках. Оси роликов установлены в пазах косынок рамы и закреплены так, что их можно перемещать натяжными устройствами и тем самым регулировать степень зажатия стеблей в теребилном ручье (рис.1) [2].

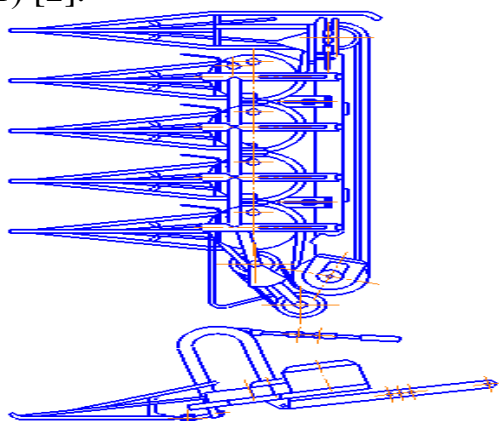


Рис. 1. Льнотеребилка ТЛН-1,5.



В качестве основания такого блока используем жатку самоходной косилки Е-302. Рабочие органы жатки самоходной косилки Е-302 демонтируются (рис. 2).

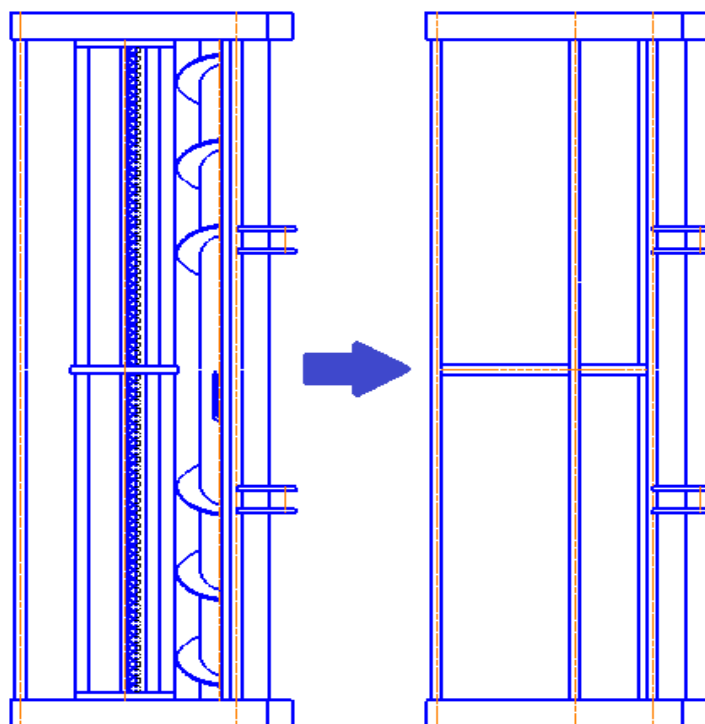


Рис. 2. Демонтаж рабочих органов жатки самоходной косилки Е-302.

Две льнотеребилки устанавливаются друг за другом со смещением внутри жатки (рис. 3).

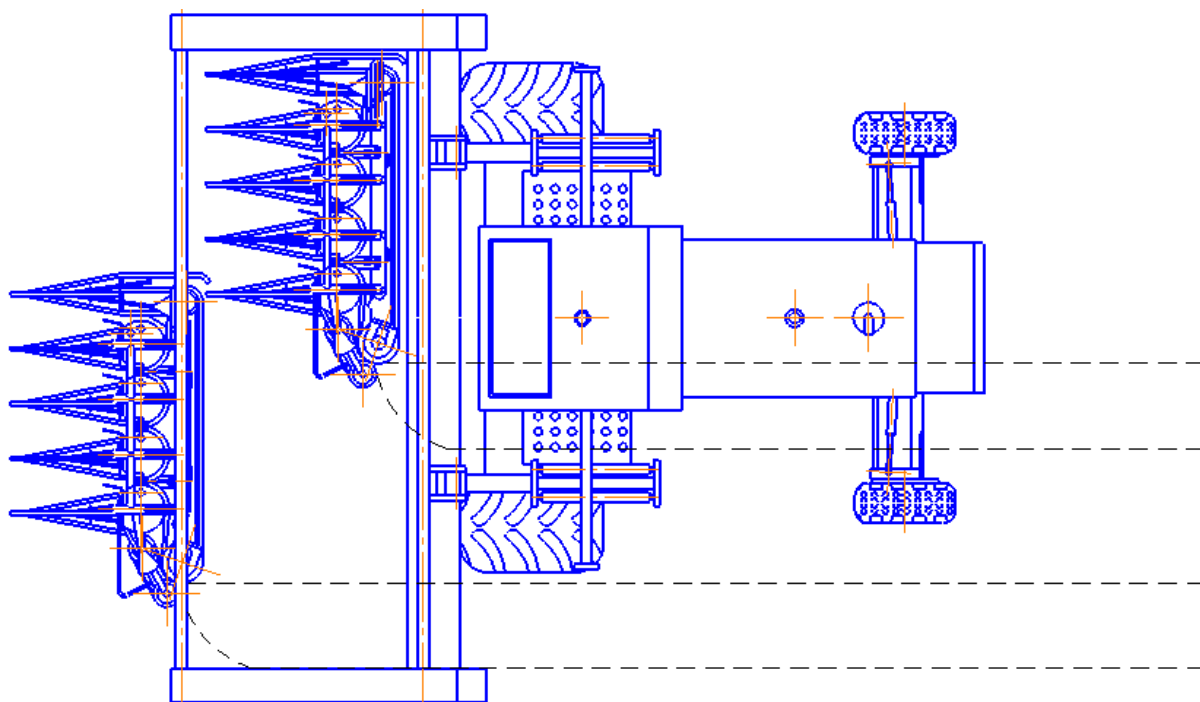


Рис. 3. Схема размещения льнотеребилок ГЛН-1,5 на базе косилки Е-302.

Привод льнотеребиллок разумно применить гидромеханический. Связь с приводом косилки осуществить стандартным карданным валом. Далее на жатке установить гидравлический насос и гидравлический бак. На льнотеребилках установить гидромотор систему соединить гидравлическими рукавами высокого давления. Такая система является изолированной и не требует переделки самой косилки. Регулировка оборотов привода льнотеребиллок осуществляется за счет изменения оборотов ВОМа.

### Список литературы

1. Обьедков, М.Г. Лен-долгунец / М.Г. Обьедков. – М.: Россельхозиздат, 1999. – 223 с.
2. Льноводство / Отв.ред.А.Р.Рогаш. – М.: Колос, 1967. – 583 с.
3. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – 2004.
4. Особов, В.И. Сеноуборочные машины и комплексы / В.И. Особов, Г.К. Васильев. – М.: Машиностроение, 1983. – 304 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1986. – 720 с.

УДК 631.3-6

## ОЧИСТКА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

*Данцевич Иван Денисович, студент  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., ст. преп.  
Закревский Игорь Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** описан метод центрифугирования для очистки смазочных материалов сельскохозяйственной техники. Рассмотрены конструкции центрифуг, применяемых для очистки нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** смазочные материалы, очистка, центрифугирование, конструкции центрифуг

**Введение.** Работа современных сельскохозяйственных машин и механизмов немислима без использования смазочных материалов. В процессе работы смазочные материалы снижают потери на трение, уменьшают износ деталей, отводят тепло из зон трения, защищают детали от коррозии, удаляют с трущихся поверхностей продукты износа и другие загрязнения [1]. Однако в процессе работы под воздействием высоких температур и давлений, при контактировании с металлическими поверхностями, водой, топливом и воздухом в смазочных материалах

происходит процесс непрерывного накапливания загрязнений, приводящий к постепенному ухудшению и потере ими необходимых эксплуатационных свойств. Природа этих загрязнений связана с последствиями износа трущихся деталей, попаданием пыли при всасывании воздуха, разложением и окислением масла в зоне высоких температур и при контактировании с кислородом воздуха, попаданиями продуктов неполного сгорания топлива и др. Накапливание загрязнений отрицательно сказывается на работоспособности узлов и агрегатов, приводит к преждевременному износу ответственных и дорогостоящих деталей и, как следствие, к увеличению расхода топлива и смазочных материалов [2]. Очевидно, что своевременная очистка смазочных материалов повышает надежность и долговечность сельскохозяйственной техники, снижает материальные затраты на приобретение дополнительных нефтепродуктов. Кроме того, современные методы очистки позволяют восстанавливать необходимые эксплуатационные свойства отработанных масел, тем самым вторично вовлекать их в эксплуатацию.

Одним из основных методов очистки является метод центрифугирования, заключающийся в осаждении частиц загрязнений под действием центробежной силы.

*Результаты и обсуждения.* Центрифуги относятся к аппаратам, в которых центробежная сила возникает в результате вращения подвижной части аппарата – ротора, приводимого в движение от постороннего источника электроэнергии с помощью электрического, механического, гидравлического, пневматического приводов или же путем использования для этой цели энергии потока нефтепродукта с применением соплового устройства. Конструкции центрифуг, применяемых для очистки нефтепродуктов, весьма разнообразны и различаются как принципиальными особенностями устройства аппарата, так и компоновкой отдельных узлов. Центрифуги могут быть толстослойными (с трубчатым ротором) и тонкослойными (с цилиндрическими, коническими, спиральными, радиальными вставками) [3]. Движение нефтепродукта в центрифуге может осуществляться параллельно образующей ротора, в плоскости его поперечного сечения или под углом к его оси, по винтовой линии и т.д. Подвод нефтепродукта к ротору выполняется осевым или радиальным (по всей длине ротора), причем направление потока во втором случае может быть из центра к периферии или наоборот. На рисунке 1 приведены схемы толстостенных центрифуг [4].

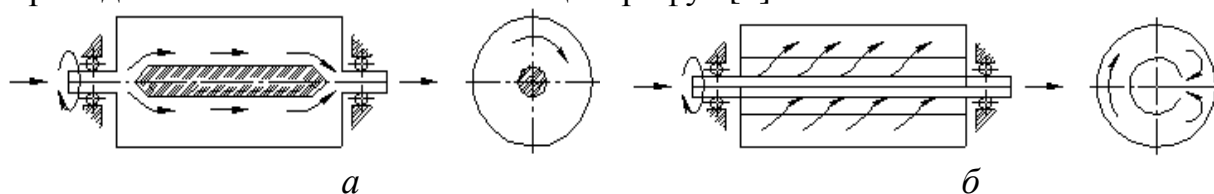


Рис. 1. Толстостенные центрифуги: *а* – с осевым подводом очищаемой жидкости; *б* – с подводом очищаемой жидкости по всей длине ротора

Наиболее простое устройство имеют толстослойные (трубчатые) центрифуги с ротором в виде пустотелого цилиндра, в которых движение нефтепродукта может осуществляться вдоль оси ротора или же в перпендикулярном к ней направлении. Толстослойные центрифуги применяются только для довольно грубой очистки нефтепродуктов от частиц большого размера, т.к. из-за значительного расстояния между ротором и стенкой центрифуги сравнительно мелкие частицы не успевают достичь стенки и уносятся потоком нефтепродукта.

Для повышения эффективности очистки созданы тонкослойные центрифуги (рисунок 2), в которых ротор с помощью вставок различной конструкции (цилиндрических, конических, спиральных и других) разделен на отдельные камеры, радиальные размеры которых значительно меньше, чем в толстослойных центрифугах, что уменьшает длину траектории частиц загрязнений [4].

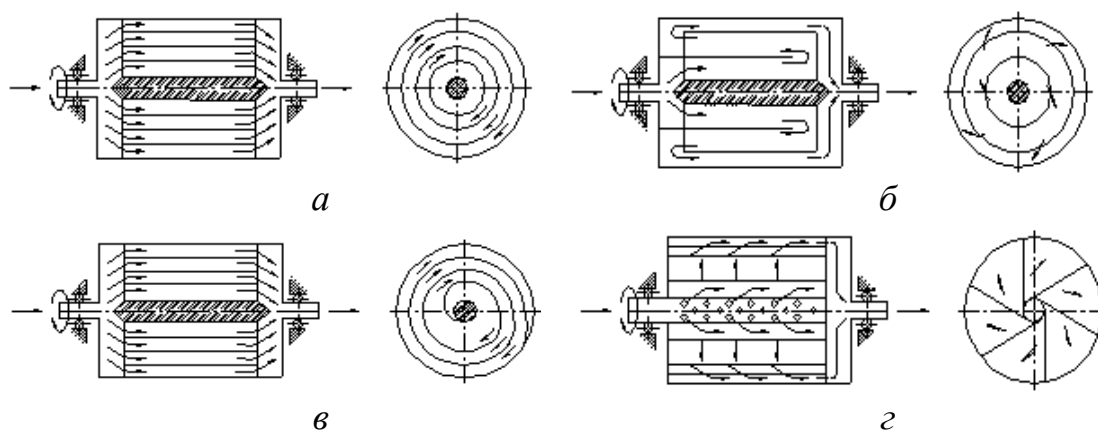


Рис. 2. Тонкостенные центрифуги: *а* – с концентрическими вставками; *б* – с концентрическими вставками с последовательным включением камер; *в* – с аксиально-спиральной вставкой; *г* – многокамерная трапециидального профиля

Эффективность очистки в таких устройствах повышается также благодаря уменьшению проскальзывания очищаемого смазочного материала относительно ротора, которое происходит в толстослойных центрифугах.

Для обезвоживания нефтепродуктов в настоящее время применяются главным образом тонкослойные центрифуги с трубчатым пустотелым ротором или тонкослойные центрифуги с коническими тарелками, т.к. при других конструкциях трудно обеспечить непрерывный отвод из ротора сепарируемой воды.

Кроме центрифуг с цилиндрическим и спиральным расположением вставок в роторе, широкое распространение получили центрифуги, ротор которых или вставки имеют коническую форму, а жидкость движется вдоль образующей конуса. В центрифуге с коническим ротором (рисунок 3) установлены автоматические грязеловушки, закрывающиеся при остановке центрифуги [5]. Значительная часть объема такой центрифуги

используется нерационально, что объясняется довольно большими размерами ротора.

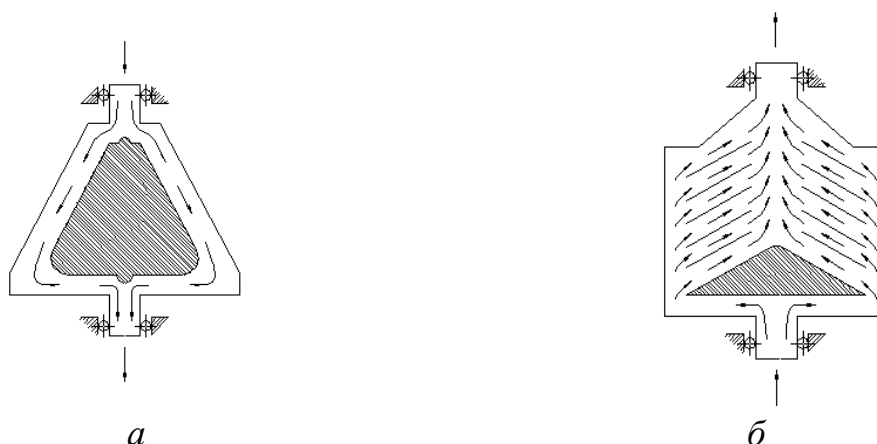


Рис. 3. Центрифуги с коническими вставками:  
*a* – со сплошным ротором; *б* – тарельчатая

Центрифуги с коническими тарелками, применяемые для обезвоживания нефтепродуктов, получили название пурификаторов. В них осуществляется довольно эффективное отделение воды от нефтепродукта и непрерывный раздельный отвод отдельных фаз из ротора очистителя. Это достигается благодаря наличию в верхней части корпуса центрифуги гравитационного диска, который обеспечивает фиксированное положение границы раздела фаз в роторе и образование гидравлического затвора в верхней его части.

Центрифуги позволяют осуществлять удаление загрязнений из нефтепродуктов при малом гидравлическом сопротивлении и постоянной пропускной способности, поэтому они находят довольно широкое применение для очистки и обезвоживания нефтепродуктов. Наибольшее распространение получили центрифуги в масляных системах двигателей внутреннего сгорания (автомобильных, тракторных) и в гидравлических системах различного назначения, т.е. при многократной циркуляции нефтепродукта, что повышает эффективность очистки. Центрифуги находят также применение для очистки и обезвоживания масел в установках для регенерации масел и т.д., однако одноразовое центрифугирование не всегда обеспечивает достаточно полное удаление загрязнений.

Центрифуги по сравнению с другими устройствами для очистки нефтепродуктов имеют следующие преимущества: постоянство пропускной способности и гидравлического сопротивления на всем протяжении рабочего цикла, способность работать при больших перепадах давления, нечувствительность к пульсации потока очищаемого нефтепродукта, способность самоочищаться в процессе эксплуатации. Однако центрифуги имеют довольно сложную конструкцию, трудоемки в изго-

товлении, требуют квалифицированного обслуживания, нуждаются в постороннем источнике энергии. Существенный недостаток центрифуг – их сравнительно малая пропускная способность, что делает невозможным их использование для очистки больших количеств нефтепродукта.

*Выводы.* Описан способ очистки смазочных материалов методом центрифугирования. Рассмотрены основные конструкции центрифуг, их достоинства и недостатки.

### Список литературы

1. Школьников, В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение / Под ред. В. М. Школьников. – Москва: Химия, 1999. – 608 с.
2. Бродский, Г.С. Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин / Г.С. Бродский // Горная промышленность. – Издатель НПК «ГЕМОС Лтд.», 2003. – 360 с.
3. Коваленко, В.П. Очистка нефтепродуктов от загрязнения / В.П. Коваленко, В.Е. Турчанинов. – Москва: Недра, 1990. – 160 с.
4. Капцевич, В.М. Очистка и регенерация смазочных материалов в условиях сельскохозяйственного производства: монография / В.М. Капцевич и др. – Минск: БГАТУ, 2007. – 232 с.
5. Коваленко, В.П. Загрязнения и очистка нефтяных масел / В.П. Коваленко. – Москва: Химия, 1978. – 304 с.

УДК 629.331

### ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Дорофеева Карина Андреевна, студент-специалист  
Аникин Николай Викторович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

*Аннотация:* сжиженный природный газ является альтернативой вида топлива и приоритетным для использования в агропромышленном комплексе. В данной статье проводится анализ преимуществ и недостатков сжиженного природного газа.

*Ключевые слова:* сжиженный природный газ, метан, газобаллонное оборудование

Сжиженный природный газ является веществом, которое химически не активно и не токсично, удельная теплота сгорания 12 тыс. ккал/кг, октановое число 1,05-1,07 единиц, это на 13 % - 15 % выше, чем у бензина, однако он почти в 2 раза легче бензина. В продуктах его сгорания содержится

ся в 10 раз меньше окиси углерода CO и в 2 раза - окислов азота NO [3].

Чистый природный газ не горит, а так же сам по себе не воспламеняется и не взрывается. Находясь на открытом пространстве, при нормальной температуре сжиженный природный газ возвращается в газообразное состояние и быстро взаимодействует с воздухом.

Однако при испарении сжиженный природный газ может воспламениться, но для этого необходимо, чтобы произошел контакт с источником пламени. Для того чтобы произошло воспламенение в воздухе должна быть концентрация газа от 4,4 до 17%. Если в воздухе газ присутствует более чем 17%, то это свидетельствует о том, что в воздушной смеси находится мало кислорода O. Чтобы сжиженный природный газ можно было использовать, он подвергается регазификации, т.е. испарению без присутствия воздуха.

Стоит учесть, что у природного газа есть преимущества между нефтью и углем, он при своем горении не производит побочных продуктов, т.е. он горит чисто, за исключением углекислого газа CO<sub>2</sub> и воды H<sub>2</sub>O, это свидетельствует о том, что он не вызывает загрязнение воздуха, а также природный газ не производит шлак получаемый при сжигании угольного топлива.

Природный газ является хорошей альтернативой бензиновому и дизельному топливу. Автомобили на природном газе используют иную технологию заправки, которая практически идентична процессу заправки бензином. Многие автомобили имеют двойную систему заправки топливной смесью, т.е. осуществляют свою работу, как на бензине (дизели), так и на газе.

Автомобили, которые осуществляют свою работу на природном газе, имеют высокий уровень экологической безопасности и соответствуют стандартам Евро 5 и Евро 6, т.е. у данных автомобилей является низкая эмиссия сгорания газа [1].

Также важным положительным качеством для автомобилистов, которые используют природный газ в качестве топлива, является его низкая стоимость по сравнению с бензиновым и дизельным топливом.



Рис. 1. Варианты газоснабжения сжиженным природным газом

Процесс передачи сжиженного природного газа от производителя к потребителю:

1. добыча, подготовка и транспортировка природного газа по газовому проводу до завода, на котором происходит сжижение газа;
2. очистка, обработка и сжижение природного газа;
3. хранение и погрузка сжиженного природного газа на специальные танкеры-газовозы;
4. транспортировка сжиженного природного газа морским транспортом;
5. разгрузка сжиженного природного газа на приемном терминале;
6. хранение и его регазификация;
7. поставка конечным потребителям по газовому проводу.

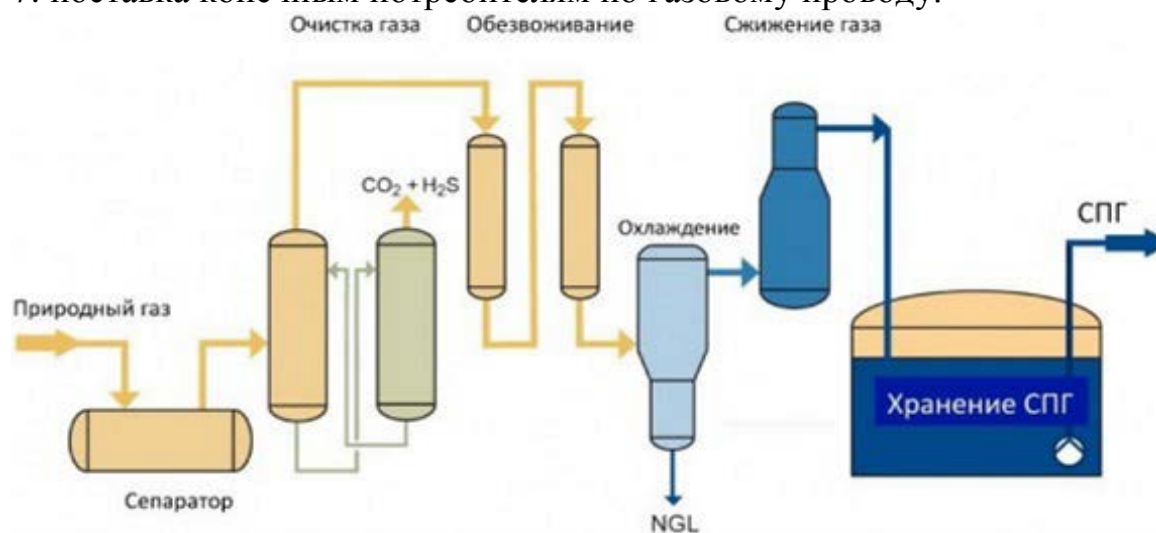


Рис. 2. Процесс сжижения газа

Оборудование, используемое при сжижении природного газа:

1. установка благодаря, которой происходит предварительная очистка и сжижение газа;
2. технологические линии производства сжиженного природного газа;
3. резервуары для хранения сжиженного природного газа (специальные криоестерны);
4. оборудование для загрузки в танкеры-газовозы;
5. оборудование, которое обеспечивает заводы электроэнергией и водой для охлаждения.

Основные преимущества сжиженного природного газа:

1. сжиженный природный газ дает возможность газификации объектов, которые удалены от магистральных трубопроводов на значительные расстояния, путем создания резерва сжиженного природного газа непосредственно вблизи потребителя. Это способствует значительному снижению материальных затрат на строительство дорогостоящих трубопроводных систем;



2. возможность перевозки сжиженного природного газа в другие страны благодаря специальным танкерам-газовозам;

3. сжиженный природный газ является криогенной не токсичной жидкостью, поэтому ее хранение осуществляется в теплоизолированной емкости, температура которой минус 160°C, также большие объемы сжиженного природного газа можно хранить при атмосферном давлении в специальных наземных резервуарах;

4. когда происходит процесс сжижения природного газа, его плотность увеличивается в сотни раз, благодаря этому повышается эффективность удобства и хранения, а также транспортировки и потребление энергоносителя.

Основные плюсы работы автомобильного транспорта на сжиженном природном газе:

1. невысокая стоимость сжиженного природного газа;
2. высокий уровень экологической безопасности;
3. значительное снижение вредных загрязняющих атмосферу выбросов;
4. увеличивается срок службы масла в автомобиле;
5. уменьшается изнашивание двигателя автомобиля;
6. снижение теплотворной способности газо-воздушной смеси в автомобиле.

Основные недостатки сжиженного природного газа:

1. самой значительной причиной нерациональной замены нефти природным газом, является то, что количество залежей ограничено. Из-за действующих потребностей человечества в газе запасы природного газа быстро снижаются;

2. переоборудование автомобильного транспорта с бензинового (дизельного) на газовое является дорогостоящим, хотя это быстро и окупается за счет того, что газ имеет не высокую стоимость, но позволить эту модернизацию автомобиля могут не все.

Основные минусы работы автомобильного транспорта на сжиженном природном газе:

1. усложнение конструкции автомобиля и увеличение трудоемкости при его обслуживании;
2. увеличение массы автомобиля за счет его переоборудования;
3. возможность неравномерной работы двигателя;
4. ухудшение пуска двигателя в холодное время года;
5. снижение динамических характеристик автомобиля.

С точки зрения потребителя сжиженный природный газ представляется собой экологически безопасный и чистый вид топлива. Имеет высокие энергетические характеристики и высокое октановое число, а также при своем сгорании не выпускает пепла. При этом имея низкую стоимость по сравнению с бензиновым и дизельным видом топлива.

### Список литературы

1. Аникин, Н.В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте / Н. В. Аникин, К. А. Дорофеева // В сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России»: Материалы Национальной научно-практической конференции. – 22 ноября 2018 г. – Ч. 1. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 25.
2. Гольцяпин, В.Я. Использование природного газа в качестве моторного топлива в энергетических средствах сельскохозяйственного назначения / В. Я. Гольцяпин ; под ред. В. Ф. Федоренко. – Электрон. текстовые данные. – М. : Росинформагротех, 2005. – 39 с.
3. Дорофеева, К.А. Особенности применения метана в качестве одного из перспективных видов топлива для автомобильного транспорта / К.А. Дорофеева, Н.В. Аникин // Сборник студенческих научно-практических работ «Актуальные вопросы применения инженерной науки»: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, 20 февраля 2019. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 29-34.
4. Безруких, П.П. Справочник ресурсов возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива. Показатели по территориям / П.П. Безруких. – М. : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2007. – 272 с.
5. Береснев, А.Л. Особенности систем управления ДВС подвижных объектов на альтернативных видах топлива: монография / А.Л. Береснев, М.А. Береснев. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2015. – 150 с.
6. Кириллов, Н.Г. Природный газ как моторное топливо: газ сжатый или газ сжиженный / Н. Г. Кириллов // Газовая промышленность. – 2003. – № 2. – С. 74-75.
7. Терентьев, Е.С. Применение газа в качестве топлива в ДВС / Е.С. Терентьев, О.Ю. Ретюнский // Инновационные технологии в машиностроении: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Юргинский технологический институт, 2017. – С. 78-81.
8. Портал о газобаллонном оборудовании для автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rezauto.ru/gbo/pokoleniya\\_gbo/opisanie-vseh-pokoleniy-gazovogo-oborudovaniya-dlya-auto.html](http://rezauto.ru/gbo/pokoleniya_gbo/opisanie-vseh-pokoleniy-gazovogo-oborudovaniya-dlya-auto.html)

**УДК 621.651**

### **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА, СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИХ ПОДАЧИ В ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**

*Евстигнеев Сергей Васильевич, студент-магистрант<sup>1</sup>  
Зефиоров Игорь Владимирович, науч. рук., к.т.н., доцент<sup>1</sup>  
Паутов Алексей Иванович, науч. рук., инженер по метрологии<sup>2</sup>*

**Аннотация:** в статье рассмотрены основные виды альтернативных топлив из возобновляемых источников энергии. Показаны способы получения альтернативных топлив из растительного и животного сырья двумя способами: химическим путем реакции этерификации и способ газификации органического сырья. Приведены существующие способы и устройства для подачи двух топлив одновременно (например, дизельного и альтернативного) в дизельный двигатель. Представлены разработанные авторами конструкции насосов-дозаторов.

**Ключевые слова:** альтернативные топлива, дизельный двигатель, устройства для подачи топлива, получение альтернативного топлива

Возрастающий интерес к альтернативным топливам для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) вызван растущим потреблением энергии в связи с ростом транспортных средств, укомплектованных ДВС. За период 1950-2010гг. мировое потребление энергии увеличилось примерно 4.5 раза, а по прогнозам с 2010 по 2030 гг. потребление энергоресурсов увеличится ещё в полтора раза. Основными источниками энергии при этом являются: нефть и продукты её переработки, уголь, газ, атомная энергия, энергия воды, ветра, солнца.

К альтернативным топливам относятся этанол, природный газ, газовый конденсат, шахтный метан, биогаз, водород, электричество, биодизельное топливо, отработанное масло, P-Series - смесь этанола, сжиженного природного газа и метилтетрагидрофурана (MeTHF) - растворителя, полученного из биомассы.

При использовании альтернативных видов топлива как правило уменьшается количество выбросов вредных веществ в выхлопных газах двигателей, однако мощность двигателя несколько уменьшается. Большинство альтернативных видов топлива не дороги и производятся из возобновляемых ресурсов.

Так, например, использование природного газа для ДВС требует его сжижения, на что затрачивается примерно 25% энергии природного газа.

Перспективным направлением получения альтернативного топлива является производство биодизельного топлива (биодизель).

Биодизельное топливо может производиться как из масел растительного и животного происхождения путем реакции этерификации или газификацией органического сырья.. Производство биодизеля в Евросоюзе началось в 1992 году и к 2010 году было построено 245 заводов, где производилось 22 млн. тонн биодизеля в год [1].

За один год (2010 г.) мировое производство биодизеля выросло на 12 %. Процесс производства биодизеля представлен двумя вариантами в зави-

симости от используемого сырья.

Процесс получения биодизеля из растительной биомассы состоит из газификации органического сырья путем неполного сгорания при 900–1500°C, в результате чего образуется газ, содержащий CO, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>. При каталитической конверсии газа при 200–250°C и давлении 1,0 МПа получается смесь жидких углеводородов. Азот воздуха в реакцию не вступает. При этом 1 т компонентов моторного топлива получается из 8 т исходного сырья.

Из лесосечных или сельскохозяйственных отходов с 1 кв. км на передвижных установках можно получить от 100 до 200 т жидкого топлива.

Полученный биодизель прошел испытания на ряде фирм. При этом возникли трудности связанные с большей вязкостью и, следовательно, с подачей биодизеля в цилиндры двигателя.

Разработаны достаточно сложные системы подачи топлива, которые предназначены для работы только на альтернативном, растительном топливе, так и двухтопливные, которые предусматривают работу, как на дизельном топливе, так и на растительном масле.

Особенностью второй системы является то, что, что перед работой необходимо прогреть двигатель на дизельном топливе, а затем автоматика переключает двигатель на работу на альтернативном, растительном топливе.

Использование смесей растительных масел с дизельным топливом позволяет обеспечить постепенный переход к таким топливам. Кроме этого возможно смешивание различных масел и создание топлив с заданными свойствами.

На кафедре энергетических средств и технического сервиса ВГМХА проведены научные исследования по получению и применению альтернативного топлива из растительных масел. Разработана система питания дизельного двигателя, обеспечивающая работу дизеля на смеси дизельного и альтернативного топлива, путем установки в системе питания дизеля двух подкачивающих насосов (помп) и дозатора или одну двухсекционную помпу, которые обеспечивает дозирование составляющих смеси топлива в зависимости от нагрузки на двигатель [2]. При этом запуск дизеля и окончание работы производится на дизельном топливе а работа проводится на смеси, вплоть до 100%.

Двухсекционная помпа [3], представленная на рис.1., состоит из чугунного корпуса (1), основного (9) и дополнительного (10) поршней с пружинами (8), роликового толкателя (3) со стержнем (5) и пружиной (2), кулачка (4), всасывающих (11) и нагнетательных (7) клапанов с пружинами и дозатора (6).

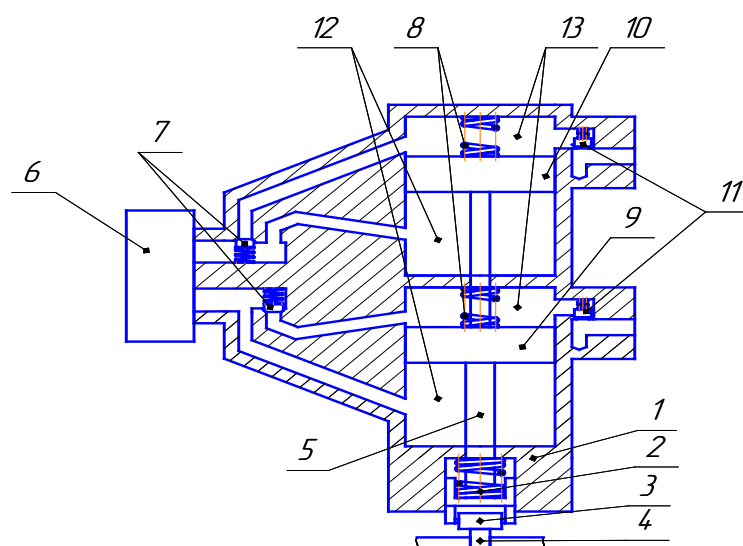


Рис. 1. Двухсекционная подкачивающая помпа

Устройство работает следующим образом:

Под воздействием кулачка (4) роликовый толкатель (3) вместе с поршнями (9,10) перемещаются вверх. При этом давление во всасывающей полости (13) возрастает. Из – за повышенного давления всасывающий клапан (11) закрывается, а нагнетательный клапан (7) открывается и топливо по каналу перетекает в нагнетательную полость (12).

При дальнейшем вращении кулачка (4) поршни (9,10) под действием пружин (8) будут перемещаться в обратном направлении. Одновременно нагнетательный клапан (7) закроется при этом топлива из нагнетательных полостей (12) поршней (9,10) поступает к дозатору, где топлива смешиваются в заданной дозировке и подаются к фильтру тонкой очистки. При этом во всасывающих полостях (13) образуется разрежение и топливо через клапаны (11) заполняет эту полость.

Разработка двухсекционной помпы проводилась с целью подать два различных вида топлива (дизельное и альтернативное) к штатному ТНВД, причем запатентованная двухсекционная помпа устанавливается на штатное место штатного ТНВД.

Таким образом, использование разработанной конструкции подкачивающего топливного насоса (помпы), позволяет управлять подачей дизельного и альтернативного топлива к топливному насосу высокого давления при различных режимах эксплуатации дизельного двигателя.

### Список литературы

1. Новости альтернативной энергии ТОП – 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://aenews.ru/Top-8\\_alternative\\_fuel.html](http://aenews.ru/Top-8_alternative_fuel.html)
2. Зефирова И.В., Мартынов П.С., Паутов А.И. Система питания дизеля на смешевом топливе. Патент № 174573 Опубликовано 20.10.2017,бюл. №29.
3. Зефирова И.В., Кузнецова Н.И., Паутов А.И. Подкачивающая помпа. Патент №146724. Опубликовано 20.10.2014,бюл. №29

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КРУТОНАКЛОННОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

*Жарков Кирилл Николаевич, студент*  
*Романюк Вадим Николаевич, студент*  
*Романюк Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент,*  
*Агейчик Валерий Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** в статье рассматриваются вопросы, связанные с механизацией погрузочно-разгрузочных работ. Проведенный патентный поиск позволил выявить существующие недостатки крутонаклонных ленточных конвейеров. Предложена оригинальная конструкция крутонаклонного ленточного конвейера, использование которого позволит повысить производительность, уменьшить энергоемкость транспортирования насыпных грузов различной крупности, снизить нагрузки на конвейерную ленту и роликоопоры.

**Ключевые слова:** крутонаклонный ленточный конвейер, энергоемкость транспортирования, производительность, нагрузка, патентный поиск, оригинальная конструкция, желобчатые роликоопоры

В создании материально-технической базы Республики Беларусь значительную роль играет подъемно-транспортное машиностроение, перед которым поставлена задача внедрения во всех областях народного хозяйства комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, ликвидации ручных погрузочно-разгрузочных работ и исключения тяжелого ручного труда при выполнении любых технологических операций. Это указывает на необходимость увеличения производства прогрессивных средств механизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ.

Правильный выбор подъемно-транспортного оборудования является главным фактором нормальной работы и высокой продуктивности производства.

Ленточные конвейеры, используемые для транспортировки грузов, изготавливаются с углами наклона 16-20°, имеют большую длину, занимают значительные полезные площади, что в производственных условиях неудобно и экономически невыгодно. Поэтому создание крутонаклонных конвейеров является перспективным и весьма целесообразным направлением. Крутонаклонные конвейеры нашли широкое применение для транспортирования насыпных и штучных грузов в качестве стационарных и передвижных транспортно-перегрузочных машин в сельском хозяйстве.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью совер-

шенствования конструкции крутонаклонных ленточных конвейеров.

Новизной исследований является постановка нового подхода к данной проблеме. В связи со сказанным целью исследований является повышение производительности, снижение энергоёмкости транспортирования и нагрузок на конвейерную ленту и желобчатые роlikоопоры крутонаклонных ленточных конвейеров.

Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать конструкции крутонаклонных ленточных конвейеров.

2. Снизить энергоёмкость транспортирования и нагрузки на конвейерную ленту и желобчатые роlikоопоры за счет усовершенствования конструкции крутонаклонного ленточного конвейера.

Реализация поставленных задач исследований осуществлена следующим образом.

Известен крутонаклонный ленточный конвейер со снабженным индивидуальным приводом, удерживающим контуром, содержащий замкнутый в вертикальной плоскости приводной двухканатный контур с ходовыми катками с возможностью их перемещения по продольным направляющим и закрепленными на нем поперечными перегородками с их прогибом в сторону, противоположную направлению движения грузонесущей ветви ленты при увеличенной высоте в их средней части и с ориентацией наружных частей перегородок в сторону от конвейерной ленты, при этом верхняя ветвь контура размещена над грузонесущей ветвью ленты конвейера, а нижняя - под холостой ветвью [1].

Недостатками конвейера являются:

- ограниченная скорость движения конвейерной ленты, так как удерживающий контур выполнен с опиранием тягового органа с закрепленными на нем перегородками на ходовые катки. Поэтому его скорость и скорость конвейерной ленты не могут превышать величину 1-1,5 м/с, что ограничивает возможную производительность конвейера;

- замыкание удерживающего контура с размещением его нижней ветви под холостой ветвью ленты затрудняет загрузку и разгрузку конвейера, очистку ленты и уборку просыпи транспортируемого груза, а также увеличивает высоту основной части конвейера, что связано с затруднением обслуживания его оборудования;

- ограниченная желобчатость грузонесущей ветви ленты и его производительность за счет расположения нижних горизонтальных срезов перегородок на незначительной высоте над грузонесущей ветвью ленты.

Известен ленточный конвейер с размещенным над грузонесущей ветвью конвейера прижимным контуром из гибкой ленты с прижимными жесткими или подпружиненными роliками, размещенными над нижней ветвью прижимной ленты [1].

Недостатками конвейера являются:

- ограничение крупности кусков транспортируемого груза;
- ограничение желобчатости грузонесущей ветви конвейерной ленты и соответственно - производительности конвейера;
- максимальная нагрузка, воспринимаемая конвейерной лентой и ее приводом, которая должна быть рассчитана на возможность преодоления нагрузок не только от веса транспортируемого груза и самой ленты, но и от дополнительного их прижатия к роликоопорам грузонесущей ветви ленты.

Известен крутонаклонный ленточный конвейер, содержащий размещенный над грузонесущей ветвью ленты конвейера прижимной контур, выполненный из трех тяговых кольцевых цепей, связанных поперечными отрезками пластинчатой цепи [1].

Недостатками конвейера являются:

- выполнение прижимного контура цепным, что ограничивает скорость конвейерной ленты, которая при цепной передаче не может быть более 1 м/с. Соответственно ограничена и производительность конвейера;
- увеличенная металлоемкость конвейера.

Известен крутонаклонный ленточный конвейер, содержащий размещенный над грузонесущей ветвью ленты прижимной контур из гибкой ленты и с прижимными роликами, закрепленными на связанной с компрессором надувной камере [1].

Недостатками конвейера являются:

- сложность конструкции и необходимость поддержания необходимого давления воздуха в надувной камере, что связано со снижением надежности эксплуатации конвейера;
- ограничение крупности кусков транспортируемого груза;
- ограничение желобчатости грузонесущей ветви конвейерной ленты и соответственно – производительности конвейера;
- максимальная нагрузка, воспринимаемая конвейерной лентой и ее приводом, которая должна быть рассчитана на возможность преодоления нагрузок не только от веса транспортируемого груза и самой ленты, но и от дополнительного их прижатия к роликоопорам грузонесущей ветви ленты.

Известен крутонаклонный ленточный конвейер, содержащий бесконечно замкнутый удерживающий контур с закрепленными на нем поперечными перегородками, причём обе ветви удерживающего контура, выполненного из прокладочной прорезиненной ленты, размещены над грузонесущей ветвью конвейера, а перегородки выполнены уголкового профиля и шарнирно соединены с лентой удерживающего контура, при этом нормально ориентированная к ленте часть каждой перегородки повторяет формируемый желобчатыми роликоопорами профиль грузонесущей ветви конвейерной ленты и в исходном положении расположена с зазором над



рабочей поверхностью грузонесущей ветви, а размещенная параллельно ленте удерживающего контура другая часть ориентирована в сторону, противоположную направлению движения грузонесущей ветви и ветвей ленты удерживающего контура, а ее конец выполнен криволинейного профиля с прогибом в сторону грузонесущей ветви ленты [2].

Недостатками такого конвейера являются повышенные затраты энергии на внедрение поперечных перегородок, закреплённых на бесконечно замкнутом удерживающем контуре, в перемещаемый грузонесущей ветвью конвейера груз и извлечение их оттуда, а также повышенные нагрузки на конвейерную ленту и желобчатые роликоопоры.

В БГАТУ разработана оригинальная конструкция крутонаклонного ленточного конвейера [3] (рисунок 1: а – продольный разрез по оси симметрии конвейера; б – разрез А-А; в – положение перегородки на переходном участке у загрузочного устройства конвейера и при взаимодействии перегородки с крупным куском транспортируемого груза), состоящего из бесконечно замкнутой на приводном 1 и натяжном 2 барабанах конвейерной ленты 3 с загрузочным устройством 4 и содержит бесконечно замкнутый на приводном 5 и натяжном 6 барабанах удерживающий контур 7 с закреплёнными на нем поперечными перегородками 8 и 19.

Обе ветви контура 7 размещены над грузонесущей ветвью ленты 3. Верхняя ветвь опирается на прямые роликоопоры 9, а перегородки 8 и 19 выполнены уголкового профиля и шарнирно 10 соединены с лентой 7 удерживающего контура. Нормально ориентированная к ленте 7 часть каждой перегородки 8 повторяет формируемый желобчатыми роликоопорами 11 профиль грузонесущей ветви конвейерной ленты 3 и в исходном положении расположена с зазором 12 над рабочей поверхностью ленты 3. Размещенная параллельно ленте 7 другая часть 13 перегородок 8 и 19 ориентирована в сторону, противоположную направлению 14 движения грузонесущей ветви ленты 3 и ветвей ленты 7 удерживающего контура. Конец 15 этой части 13 выполнен криволинейного профиля с прогибом в сторону грузонесущей ветви ленты 3. Роликоопоры 11 грузонесущей ветви и роликоопоры 16 холостой ветви конвейерной ленты 3, а также прямые роликоопоры 9 удерживающего контура 7 закреплены на общей раме 17 конвейера. 18 - транспортируемый груз.

Закрепленные на бесконечно замкнутом удерживающем контуре поперечные перегородки выполнены через один укороченными 19 с высотой меньшей в два раза спереди и сзади расположенных поперечных перегородок нормальной высоты 8, которые выполнены со сквозными окнами 20, подобными относительно центра тяжести плоской поверхности перегородки нормальной высоты её контуру, причём площадь каждого сквозного окна 20 на 30-40% меньше ограниченной внешним контуром площади плоскости поперечной перегородки нормальной высоты 8.

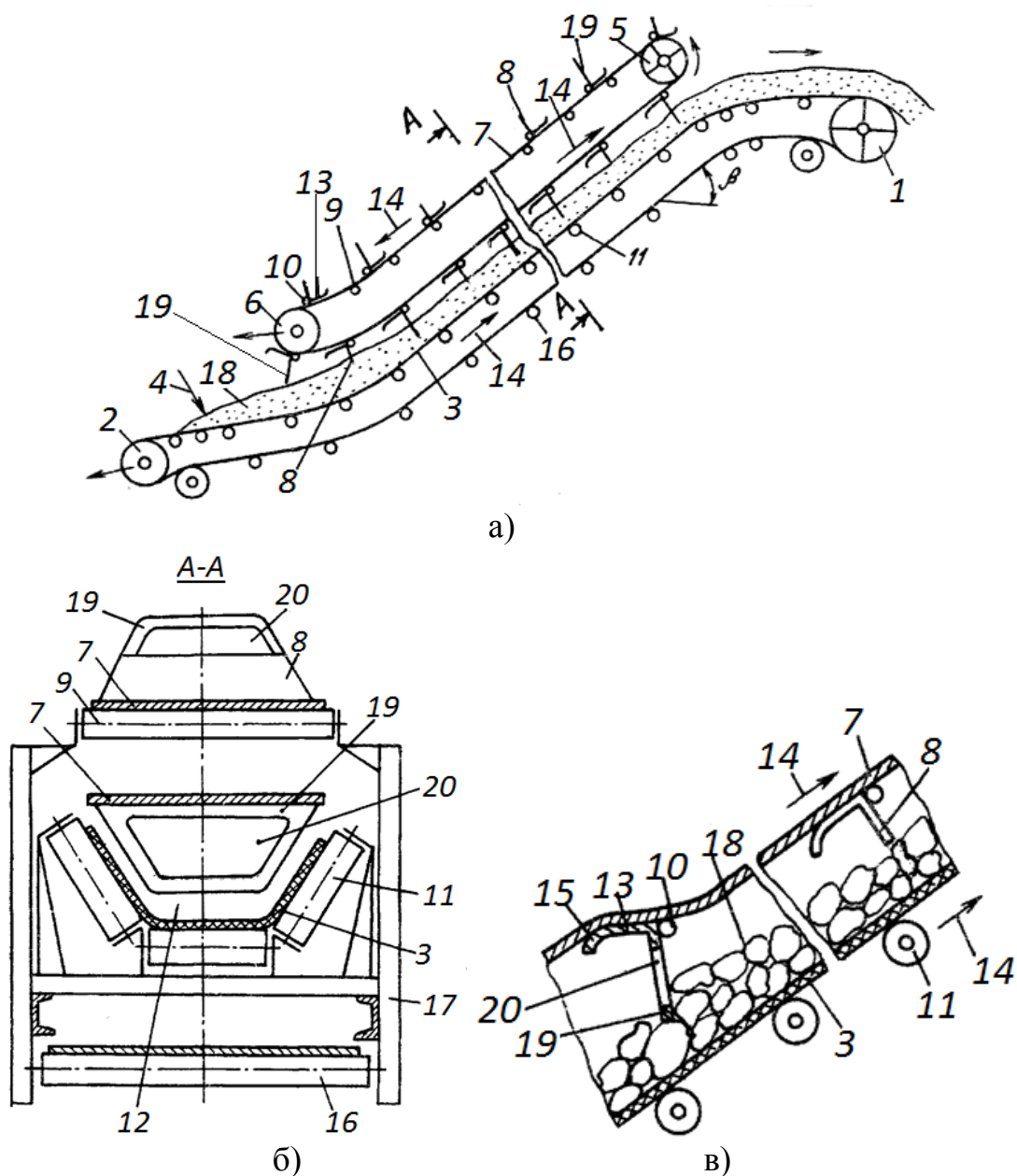


Рис. 1. Крутонаклонный ленточный конвейер

Подаваемый загрузочным устройством 4 на грузонесущую ветвь конвейерной ленты 3 на ее горизонтальном или слабонаклонном участке подлежащий транспортированию груз 18 подхватывается перегородками 8 и 19, удерживается ими от скатывания на крутонаклонном участке конвейера под углом  $\beta$ .

При этом укороченные перегородки 19 в ряде случаев могут минимально взаимодействовать с перемещаемым грузом, играя при этом страховую роль, а перегородки нормальной высоты 8 внедряются в груз и оказывают на него удерживающее воздействие, однако за счёт наличия в каждой из них сквозного окна 20 их воздействие в виде нагрузок на конвейерную ленту и желобчатые роlikоопоры значительно ниже. Одновременно уменьшаются за счёт наличия сквозного окна 20 и затраты энергии

на внедрение поперечных перегородок 19, закреплённых на бесконечно замкнутом удерживающем контуре, в перемечаемый грузонесущей ветвью конвейера груз и извлечение их оттуда. При транспортировании крупнокускового груза при взаимодействии перегородок 8 и 19 на переходном участке конвейера с крупными кусками груза перегородки 8 и 19 за счет их шарнирного 10 крепления к ленте 7 удерживающего контура могут отклоняться в сторону, противоположную направлению 14 движения конвейерной ленты, с упругой деформацией нижней ветви ленты 7 удерживающего контура без ее повреждения за счет криволинейного профиля концевых частей верхних частей 13 перегородок 8 и 19. Удержание транспортируемого груза 18 от его скатывания вниз по грузонесущей ветви ленты 3 осуществляется не за счет прижатия к ней груза 18, а в основном за счет его непосредственного удержания. Благодаря этому существенно уменьшаются сопротивление движению грузонесущей ветви ленты 3, ее натяжение, мощность привода приводного барабана 1 и нагрузки на желобчатые ролик-опоры 11.

Суммарное усилие, необходимое для удержания транспортируемого груза 18 от его скатывания, реализуется лентой 7 прижимного контура и приводом его приводного барабана 5. Таким образом, не только уменьшается общая энергоёмкость транспортирования груза 18, но и реализуется возможность перераспределения мощностей приводов грузонесущего и удерживающего контуров, кроме того это позволяет увеличить желобчатость грузонесущей ветви конвейерной ленты 3 и соответствующую ей производительность конвейера.

Предложенная конструкция крутонаклонного ленточного конвейера позволяет существенно уменьшить энергоёмкость транспортирования насыпных грузов, снизить нагрузки на конвейерную ленту и ролик-опоры, перераспределить потребную для транспортирования груза суммарную мощность между приводами грузонесущего и удерживающего контуров, повысить производительность конвейера при той же ширине конвейерной ленты за счет увеличенной желобчатости грузонесущей ветви и скорости движения ленты.

### Список литературы

1. Полунин, В.Т. Конвейеры для горных предприятий / В.Т. Полунин, Г.Н. Гуленко. – М. : Недра, 1978. – 311с.
2. Патент РФ 2478549, МПК В65G15/16, 2013.
3. Крутонаклонный ленточный конвейер : патент 20484 С2 Респ. Беларусь, МПК В 65G 15/16 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, В.Н.Романюк, Е.С.Курьян ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а20131115; заявл. 26.09.2013; опубл. 30.10.2016 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 5. – С.89–90.

*Захаров Владимир Викторович, ст. преп.  
Дашков Владимир Николаевич, науч. рук., д.т.н., профессор  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** в работе проведен анализ ротационных вакуумных насосов применяемых в составе работы доильных установок. Указаны достоинства, и недостатки описываемых в работе вакуумных насосов.

**Ключевые слова:** вакуумный насос, мощность, энергозатраты, доильная установка

Энергетическим узлом доильной машины, обеспечивающим ее работоспособность, является вакуум-насосная станция, включающая в себя вакуумный насос, привод и, как правило, электродвигатель (рисунок 1).

Вакуум-насосная станция основана на принципе выведения молока из вымени коров под действием переменного разрежения[1].

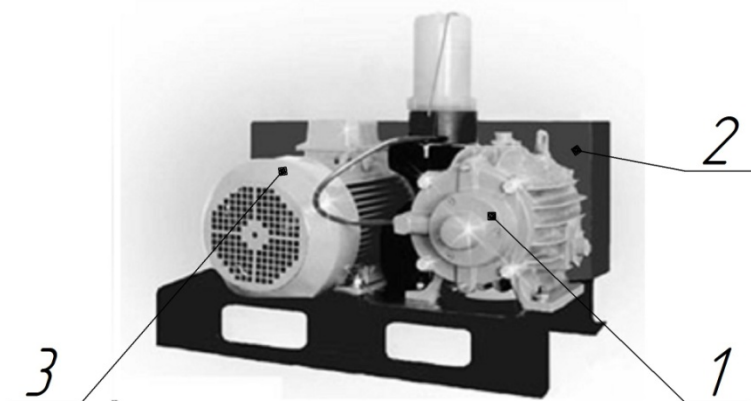


Рис. 1. Вакуум-насосная станция:  
1-вакуумный насос, 2-ременная передача, 3-электродвигатель

Используемые отечественные вакуум-насосные станции укомплектованы, водокольцевыми вакуумными насосами ВВН производства Гомельского мотороремонтного завода или роторно-пластинчатыми насосами типа НВУ, ДВН производства ОАО "Технолит Полоцк" [2]. И те, и другие насосы имеют недостатки в сравнении с зарубежными аналогами - насосами фирм De-Laval (Швеция), GEA Westfalia (Германия), Gascoigne Melotte (Голландия), VouMatic (США). Общий недостаток отечественных насосов - малая воздухопроизводительность на единицу потребляемой мощности. Так, удельные затраты энергии на  $1 \text{ м}^3$  производительности в среднем составляют: у насосов фирм De-Laval -  $0,041 \text{ кВт ч/м}^3$ , Gascoigne Melotte -  $0,042 \text{ кВт ч/м}$ , Fullwood -  $0,047 \text{ кВт ч/м}$ , VouMatic-  $0,046 \text{ кВт}$

ч/м, а у отечественных водокольцевых и пластинчато-роторных насосов этот показатель составляет в среднем 0,066 кВт ч/м, двухроторных – 0,055 кВт ч/м, что в 1,4-1,6 раза выше, чем у зарубежных [3]. Годовое потребление энергии одним отечественным насосом производительностью 60 м<sup>3</sup>/ч на 3,3 тыс. кВт ч больше, чем насосами зарубежного производства. В целом по республике по этой причине перерасход электроэнергии (на 1,3 млн. дойных коров) составляет 50 млн. кВт ч чему должно быть уделено пристальное внимание.

Все вакуумные насосы подразделяются по конструктивному исполнению основного рабочего органа, по величине создаваемого разряжения, по назначению и характеру использования (рисунок 2). Так называемые «сухие» насосы предназначены для откачивания только газов, а «мокрые» – для откачивания воздушно-жидкостных смесей.

Преобладающее большинство отечественных доильных установок укомплектовано вакуумными системами, в которых используются три типа насосов: пластинчато-ротационный, водокольцевой и двуроторный (кулачковый) вакуумные насосы. Первый, в частности, нашел применение в передвижных доильных установках (УДС-3, АИД-1, МДУ-12) и линейных доильных установках для привязного содержания крупного рогатого скота с доением в молокопровод (АДМ-8) и с доением переносные ведра (УДС-В, АД-100А, АД-100Б, ДАС-2Б, ДАС-2В) [4].



Рис. 2. Классификация вакуумных насосов

Они характеризуются высокой производительностью, простотой конструкции, низкой стоимостью насоса, независимостью от природно-климатических условий. Действие насоса этого типа основана на изменении объема рабочей камеры, что отсекается пластинами при вращении ротора, который расположен эксцентрично в корпусе насоса. Пластины могут иметь радиальное или тангенциальное (наклонное) положение. Пластинчатые ротационные вакуумные насосы имеют механический КПД, который характеризует отношение индикаторной мощности к мощности на валу насоса, равный 0,8-0,9. Насосы этого типа хорошо уравновешены, при достаточно больших оборотах создают меньшие пульсации вакуума и имеют небольшие габаритные размеры и массу. Они состоят из меньшего количества деталей, в них нет всасывающих и нагнетательных клапанов. Кроме того, их отличает упрощенная схема распределения воздуха. Для пластинчатых ротационных вакуумных насосов не нужны массивные фундаменты, поскольку они имеют плавный, с минимальной вибрацией, характер работы. Эти насосы более равномерно откачивают воздух и более быстроходные (рисунок 3)

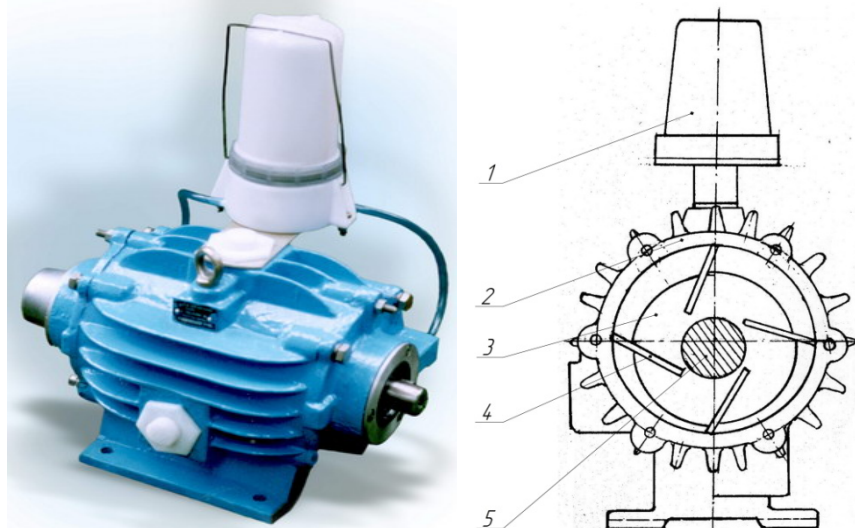


Рис. 3. Пластинчато-роторный вакуумный насос ДВН-1  
1 – масленка; 2 – корпус; 3 – ротор; 4 – лопатка; 5 – вал

Водокольцевые вакуумные насосы используются для больших доильных залов типа (УДА, УДМ) производства “Гомельагрокомплект” от 6 до 40 голов. Отличаются значительной объемной производительностью, простотой конструкции и надежностью в работе. Они не имеют всасывающего и выпускного клапанов, в них нет распределительного механизма, отсутствуют металлические поверхности трения и не требуется смазка во время работы. Однако достаточная надежность в работе обеспечивается лишь при определенных условиях эксплуатации. В частности, они требуют дополнительных устройств для подачи рабочей жидкости, могут работать только при плюсовой температуре окружающей среды (рисунок 4). Недо-

статками водокольцевых вакуумных насосов является: низкий механический КПД (0,48-0,52) через значительные гидравлические расходы в жидкостном кольце, неустойчивый режим работы и высокие эксплуатационные затраты на единицу удельной производительности. Кроме того, они имеют высокие расходы потребляемой мощности – 0,33-1,22 кВт·ч/м<sup>3</sup>. Возникающие кавитационные процессы в водяном кольце насоса в ходе его работы при котором интенсивно разрушаются лопатки насоса, выход из строя подшипников качения вала ротора насоса и, следствие, заклинивание его в процессе работы не дают полной картины о надежности данного типа роторного насоса.

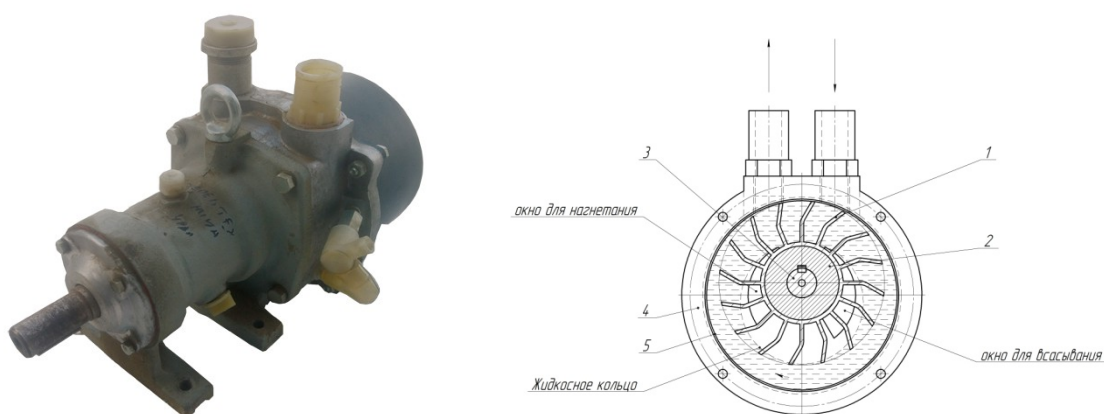


Рис. 4. Водокольцевой вакуумный насос ВВН-70:  
1-рабочее колесо, 2-ступица, 3-вал, 4- лобовина, 5-пластина

В некоторых хозяйствах Республики Беларусь находят применение вакуумные двуроторные кулачковые насосы устанавливающиеся в зарубежных доильных залах фирм: GEA Westfalia (Германия), De-Laval (Швеция), VouMatic (США). Они имеют два поршня (ротора), вращающиеся с двумя или тремя уплотняющими лопастями, которые переносят воздух от всасывающего до нагнетательного окна между двумя соседними цилиндрами (рисунок 5). Разновидностью двуроторных кулачковых вакуумных насосов является также винтовые насосы. Существенным недостатком насосов этого типа является то, что они не могут работать эффективно при высоких давлениях через большие внутренние перетечки воздуха. Эти насосы энергоемкие, поскольку на рабочие органы постоянно действует полный перепад давления нагнетания, их отличает небольшой адиабатический КПД и шум высокой частоты, который вызывается перерывами в процессе всасывания и нагнетания воздуха.

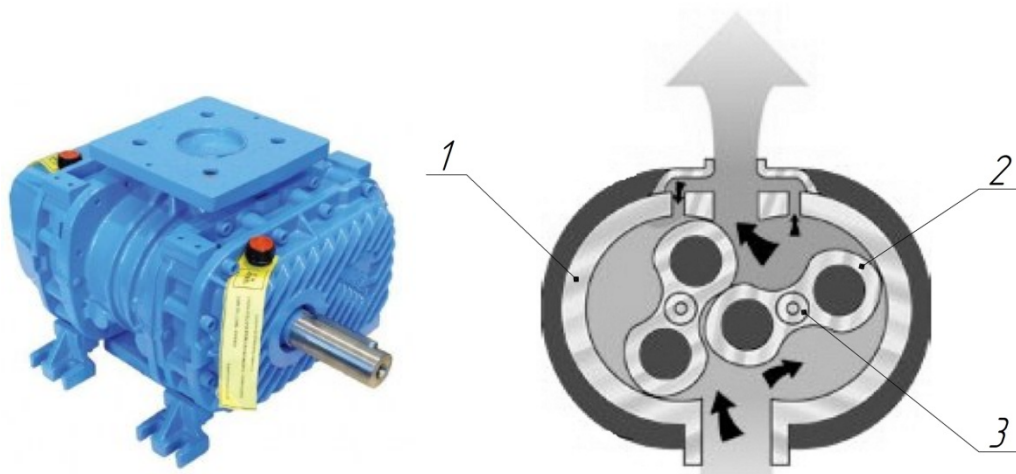


Рис 5. Кулачковый вакуумный насос марки DeLaval серии LVP  
1-корпус, 2- кулачек, 3-ось

Учитывая вышесказанное, для доильных установок с точки зрения уменьшения энергозатрат целесообразно использовать ротационные пластинчатые вакуумные насосы, потребляемую мощность электроприводов которых можно уменьшить путем:

- снижение удельной энергоемкости за счет оптимизации конструктивно-режимных параметров вакуумного насоса[5];
- правильного выбора вакуумного насоса для конкретной доильной установки
- сервоконтроль частоты вращения ротора вакуумного насоса.

### Список литературы

1. Мжельский, Н.И. Вакуумные насосы для доильных установок / Н.И. Мжельский. – М.: Машиностроение, 1974. – 151с.
2. Руководство по эксплуатации. Насос пластинчато-роторный вакуумный НВУ-2,8. ОАО «Технолит», г. Полоцк, 2013. – 31 с.
3. Дашков, В.Н., Анализ энергозатрат вакуумных насосов для доильного оборудования на животноводческих фермах/ В.Н. Дашков, С.А. Антошук, В.В. Захаров // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: Белорусский ГАТУ. – Минск 2017. – 358-361 с.
4. Дашков, В.Н. Обоснование требований к управляемому вакуумному режиму передвижной доильной установки / В.Н. Дашков, С.А. Антошук, В.В. Захаров // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. – Минск 10-11 октября 2012 г. в 3-х т. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации с/х. – 2012. – Т. 3. – С. 150-155.
5. Дашков, В.Н. Обоснование выбора расположения ротора в корпусе пластинчатого вакуумного насоса / В.Н. Дашков, С.А. Антошук, В.В. Захаров // Вестник Курской ГСХА. – 2017. – №6. – С.30-35.



**НЕОБХОДИМОСТЬ ПЕРЕХОДА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
К ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
РОБОТОТЕХНИКИ**

*Зырянец Андрей Дмитриевич, студент-бакалавр  
Разумов Виталий Алексеевич, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассматриваются основные положения и роль роботизации в сельском хозяйстве, проведен анализ особенностей внедрения и развития эффективных, цифровых технологий в сельском хозяйстве России. В качестве ключевой проблемы российского агропромышленного комплекса выделена низкая производительность и высокие издержки. Также авторами выполнен обзор актуальных и перспективных роботизированных систем для использования в агропромышленном комплексе.*

***Ключевые слова:** сельскохозяйственная робототехника, цифровые технологии, интеллектуальные технологии, роботы, роботизация, организационно-экономический механизм, инвестиции, подготовка кадров, автоматизация, инновационные технологии, модернизация*

Центральное звено современного АПК России – сельское хозяйство. Сельское хозяйство – это серьезная отрасль экономики любой страны. Перечень продуктов сельскохозяйственной отрасли обширен: от овощей и фруктов, поставляемых на прилавки магазинов, комбикормов, предназначенных для кормления животных, до сырья, используемого в различных отраслях промышленности.

Однако сельскохозяйственные организации функционируют в условиях острой нехватки квалифицированных кадров, низкой привлекательности труда в отрасли, снижения ожидаемой продолжительности жизни сельского населения и миграционного оттока жителей сельских территорий. Так, численность населения сельских территорий с 2000 по 2017 г. сократилась более чем на 2,5 млн чел.

Данные обстоятельства вызывают необходимость применения трудосберегающих технологий, среди которых можно выделить цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии. В основном данные технологии представлены именно робототехникой, одна из важнейших функций которой – интеллектуальная.

Область применения сельскохозяйственных роботов довольно разнообразна. В настоящее время крупнейшей нишей сельскохозяйственных роботов являются доильные аппараты. Растущий спрос наблюдается в сег-

менте БПЛА для мониторинга и обработки посевных площадей. Кроме того, в будущем будут востребованы роботы для замещения человека в операциях, которые требуют ручного труда: выборочная обработка посевов, сбор и сортировка плодов и т.д. Примером интеллектуальной робототехники могут служить роботы в животноводстве в целях доения, уборки навоза, стрижки овец и т.д. (рис.1).

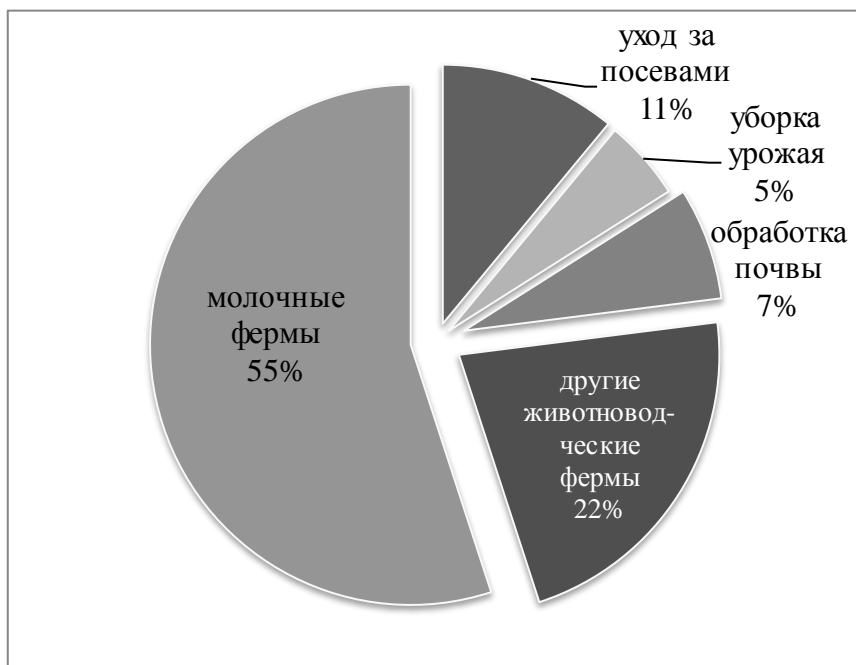


Рис. 1. Рынок сельскохозяйственных роботов

Причины, которые обуславливают необходимость применения робототехники в сельском хозяйстве, вытекают из факторов применения роботов в других областях народного хозяйства и включают в себя следующие актуальные направления:

1. Необходимость подъема производительности труда в сельском хозяйстве.

2. Оборудование и техника, применяемые в сельском хозяйстве, безнадежно устарели, и более 50% их находится за пределами сроков амортизации, что обуславливает необходимость обновления типов машин и оборудования.

3. В настоящее время кадровые риски в сельском хозяйстве являются основными ограничителями для роста производительности труда в сельском хозяйстве.

4. Роботы отвечают строгим правилам гигиены и безопасности, способны работать 24 часа в сутки и тем самым облегчить или избавить полностью работников от физически сложных задач.

5. Роботизация сельского хозяйства создаст мультипликативный эффект для машиностроения, электроники, научной сферы и приведет к созданию дополнительных рабочих мест.

Переход организаций сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным технологиям и робототехнике должен иметь определенную целевую направленность. При этом можно преследовать следующие цели:

- более экономичное потребление ресурсов, в том числе воды и электроэнергии, по сравнению с традиционными технологиями;
- снижение вредного экологического воздействия и уплотнения почвы по сравнению с традиционными технологиями за счет оптимальных размеров, веса робототехники и точечной обработки посевов;
- снижение потребности в кадрах и экономия затрат на оплату труда;
- снижение ущерба, связанного с неблагоприятным воздействием человеческого фактора на процесс и результаты производства, в том числе несоблюдение технологии производства, хищения, целенаправленное и случайное рисковое поведение;
- снижение затрат на охрану труда и технику безопасности, профилактику профессиональных заболеваний;
- оперативное получение объективной информации для принятия максимально обоснованных управленческих решений;
- экономное расходование семян, удобрений, химикатов за счет использования технологий точного земледелия;
- повышение качества продукции за счет использования современных технологий его контроля.

Таким образом, деятельность по переходу организаций сельского хозяйства к робототехнике должна иметь приоритетное значение, поскольку существуют объективные предпосылки применения данной техники и существенные преимущества использования по сравнению с традиционной технологией.

Для характеристики эффективности внедрения робототехники и плотности роботизации используется показатель «плотность роботизации сельского хозяйства». Плотность роботизации сельского хозяйства ( $P_p$ ) можно рассчитать как отношение численности используемых единиц робототехники в сельском хозяйстве к численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве:

$$P_p = \frac{K_p}{Ч_{рм}}, \quad (1)$$

где  $K_p$  – количество единиц робототехники, применяемых в сельском хозяйстве, шт.;  $Ч_{рм}$  – численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве.

Данный показатель целесообразно использовать в расчёте на 10000 работающих, занятых в сельском хозяйстве.

Определение плотности роботизации позволяет производить количественную оценку перехода на цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии. Данные плотности роботизации сельского хозяйства России показаны на рисунке 2.

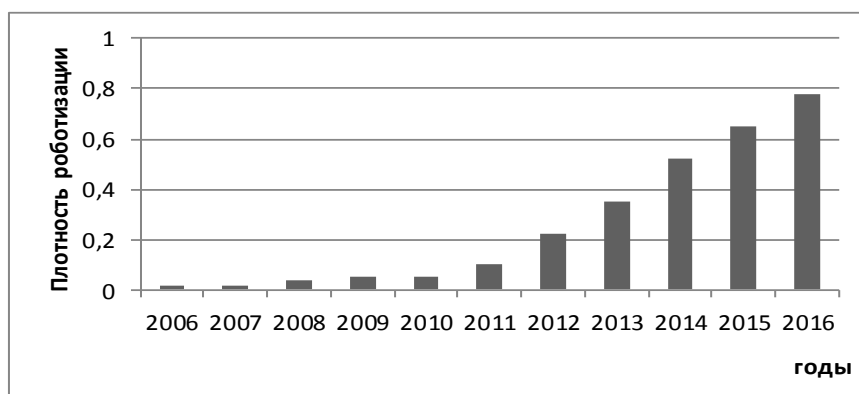


Рис. 2. Плотность роботизации сельского хозяйства РФ

Следует заметить, что средняя плотность роботизации в мире составляет 74 роботов на 10000 работников в целом по экономике (рис. 3). По уровню проникновения информационных технологий в сельское хозяйство Россия занимает 45-е место в мире.

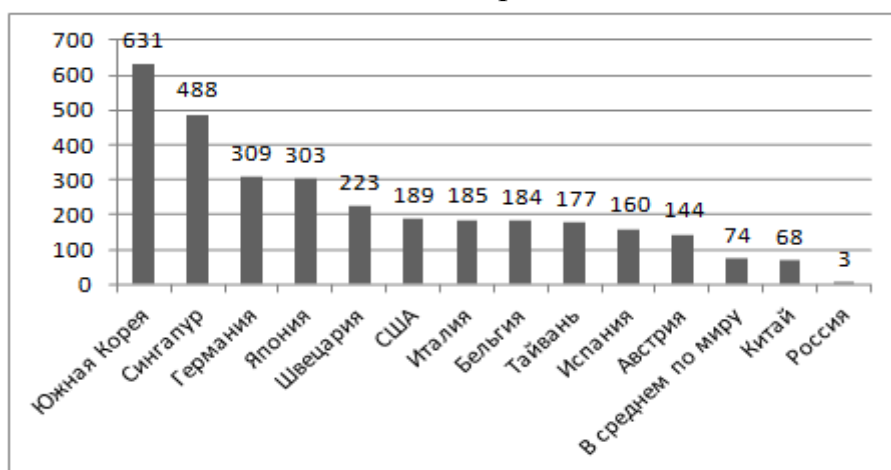


Рис. 3. Плотность роботизации в различных странах и мире в 2017

Низкие темпы перехода организаций сельского хозяйства на робототехнику объясняются тем, что данный процесс осуществляется бессистемно и имеются следующие проблемы:

1. Не решается задача создания робототехники отечественного производства с учетом российских условий в соответствии с запросами организаций сельского хозяйства. Вся применяемая робототехника зарубежного производства.
2. Отсутствуют научно обоснованные рекомендации по внедрению и использованию интеллектуальных, цифровых и роботизированных технологий в организациях сельского хозяйства.
3. Недостаточно изучены эффективность внедрения и использования робототехнических технологий. Более того, некоторые отечественные и зарубежные исследования показали, что с чисто экономической точки зрения использование доильной робототехники не является целесообразным по

причине высокой капиталоемкости.

4. Не разработаны учебные программы и перечень компетенций по подготовке специалистов, способных осваивать и использовать робототехнику. Дело в том, что использование данной техники требует от обслуживающих ее кадров новых компетенций: от инженеров – умения эксплуатировать, производить сервисное обслуживание и ремонт робототехники, от экономистов – умения определять целесообразность и рассчитывать экономическую эффективность внедрения робототехники, от зооинженеров – умения взаимодействовать с робототехникой для решения вопросов зоотехнического учета, от ветеринаров – умения использовать данные, полученные робототехникой, для принятия решений о лечении животных. В настоящее время обучение кадров основным навыкам использования робототехники осуществляется, в основном, ее поставщиками.

5. Отсутствует комплексная научно обоснованная оценка влияния применения робототехники на развитие сельских территорий, в частности на характер и тяжесть сельскохозяйственного труда, на уровень заболеваемости и производственного травматизма работников, на качество трудовой деятельности, уровень занятости населения сельских территорий.

Это настоятельно требует разработки и реализации целостного эффективно функционирующего организационно-экономического механизма перехода сельского хозяйства на цифровые, интеллектуальные технологии и робототехнику.

#### Список литературы

1. Скворцов, Е.А. Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям / Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова, И.С. Санду, Г.А. Иовлев // Экономика региона. Том 14. – №3 – 2018. – С. 1014-1028.
2. Литвинов, В.И. История беспривязного содержания скота в России / В.И. Литвинов, С.Е. Тяпугин // Вологда-Молочное, 2008. – 83 с.
3. Литвинова, Н.Ю. Перспективы развития личных подсобных хозяйств в Вологодской области / Н.Ю. Литвинова, В.И. Литвинов // Наука – агропромышленному комплексу. 2009. С.143-147.
4. Вартанова, М.Л. Перспективы цифровизации сельского хозяйства как приоритетного направления импортозамещения / М.Л. Вартанова, Е.В. Дробот // Экономические отношения. Том 8. – № 1. – 2018 с. 1-18.
5. Устинов, Н.Н. Состояние и перспектива развития мехатронных систем в сельском хозяйстве / Н.Н. Устинов, А.А. Елизарова, В.В. Елизаров // Молодой учёный. – №27. – 2016. – С. 73-75
6. Тяпугин, Е.А. Сельское хозяйство Вологодской области / Е.А. Тяпугин, И.В. Литвинов, В.И. Литвинов // В сб.: Перспективы развития айрширской породы крупного рогатого скота в России. – Вологда-Молочное, 2008. – С. 57-61.

*Кильдишев Андрей Алексеевич, студент-бакалавр  
Андреев Константин Петрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** очистка техники от загрязнений является важным технологическим процессом, от которого зависит качество проведения технического обслуживания и ремонта машин. Для повышения эффективности проведения очистки в работе предлагается конструкция устройства, позволяющего осуществлять мойку днища автомобиля. Применение данной разработки обеспечит повышение качества мойки и очистки машин и позволит улучшить условия труда работников, занятых на выполнении данной операции.*

***Ключевые слова:** очистка, мойка, автомобиль*

В процессе эксплуатации автомобилей и сельскохозяйственной техники на поверхности скапливаются различные загрязнения, которые под действием климатических факторов образуют плотные отложения, оказывающие резко негативное влияние на эффективность использования машин [1]. Для очистки машин используются различные стационарные моечные установки, предназначенные для орошения поверхностей моющим раствором и растирания их с помощью вращающихся щеток [2,3]. Качественная очистка позволяет в дальнейшем избежать появления очагов коррозионного разрушения в местах скопления остатков загрязнений [4-6]. Наличие на поверхностях деталей загрязнений снижает качество ремонтных работ и ухудшает санитарно-гигиенические условия труда [7-9].

В настоящее время для мойки техники используется ограниченное число наименований струйных и струйно-щеточных моечных установок, которые недостаточно производительны, имеют большой удельный расход воды, электроэнергии, низкое качество моечных работ [10,11]. Параметры моечных установок не взаимосвязаны с геометрическими параметрами подвижного состава и с условиями эксплуатации автомобилей и вследствие этого не являются оптимальными [12-14]. Неудовлетворительное качество мойки в большинстве случаев возникает из-за неправильно выбранных технологических параметров процесса мойки и моечных средств, а также из-за конструктивного и кинематического несовершенства моечных устройств.

С целью повышения качества очистки и мойки техники предлагается разработка установки для мойки днища, которая может быть использована даже в автопарках с небольшим количеством автомобилей. Установка позволяет значительно экономить электроэнергию и расход моечных жидко-

стей, вместе с этим обеспечивает высокую производительность и хорошее качество мытья днищ автомобилей.

Устройство для мойки днища автомобиля (рисунок) состоит из подвижной платформы 1, движение платформы обеспечивается с помощью звёздочки закреплённой на выходном валу червячного одноступенчатого редуктора 2 приводимого в действие асинхронным трёхфазным двигателем 3.

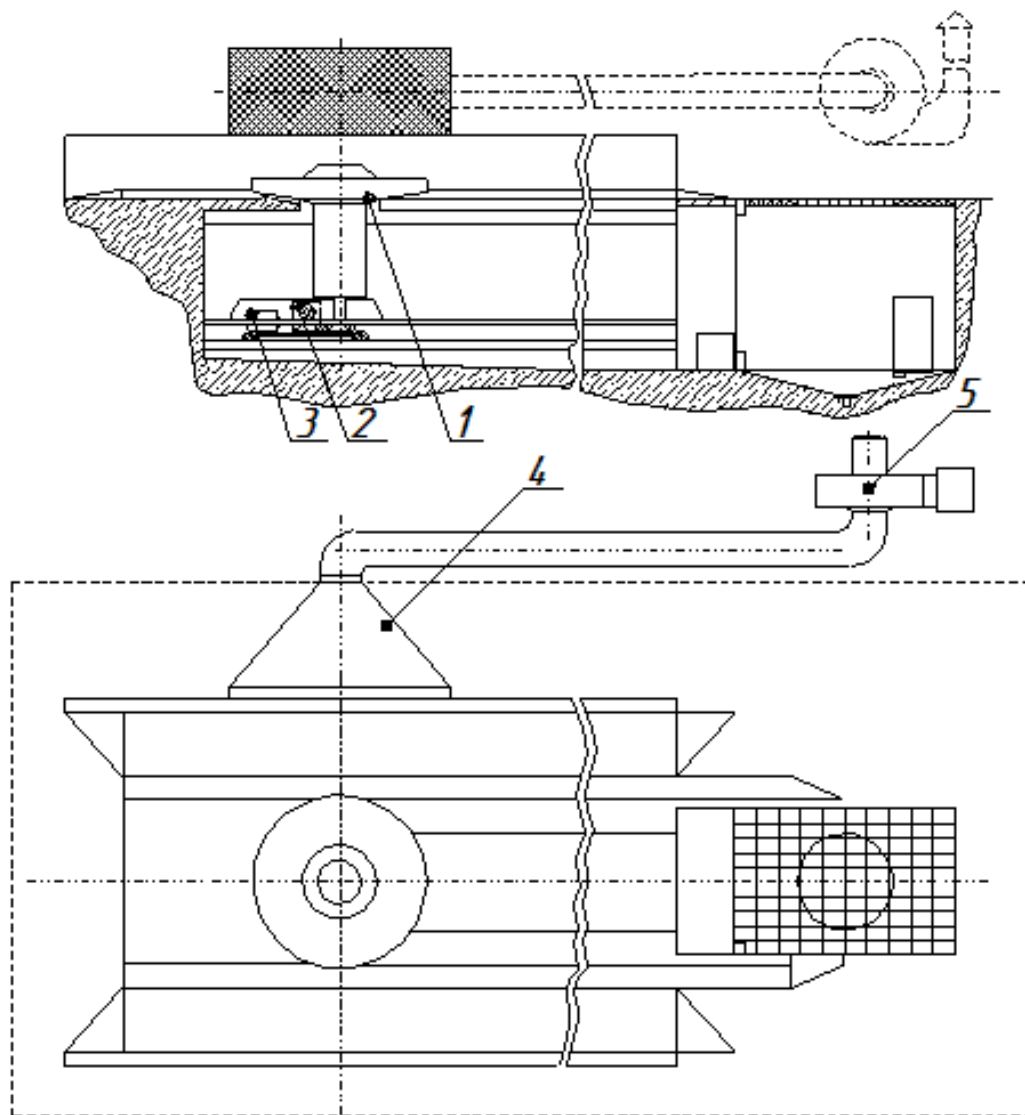


Рис. 1. Установка для мойки днища: 1 – подвижная платформа; 2 – редуктор, 3 – электродвигатель; 4 – вытяжка; 5 – вентилятор

Звёздочка входит в зацепление с цепью роликовой, которая закреплена на стальном уголке. На подвижной платформе закреплена вертикальная стойка, на которой неподвижно закреплён ротор электродвигателя. На вертикальной стойке, на двух роликовых подшипниках, установлен полый диск с закрепленным в нем статором. Диск свободно вращается на подшипниках вокруг стойки. Вращающийся диск имеет продолжение вниз в

виде полого цилиндра, в конце которого с внутренней стороны установлен осевой насос. На периферии диска установлены насадки для разбрызгивания воды.

Установка работает следующим образом: обслуживаемый автомобиль устанавливается в статическом положении и рабочий орган установки с помощью подвижной платформы перемещается в заданную область мойки, осевой насос поднимает воду в полости диска, где она под действием центробежной силы создает на периферии давление, достаточное чтобы обеспечить необходимое давление струи, исходящей из насадок. После этого загрязненная вода через отводные каналы попадает в отстойник и через фильтр идет на повторный круг работы.

Применение предлагаемой конструкции моечной установки позволяет повысить качество мойки в труднодоступных местах, снизить энергетические и трудовые затраты на выполнение данной операции, обеспечить улучшение условий труда работников при мойке техники.

### Список литературы

1. Шемякин, А.В. Устройство для очистки сельскохозяйственных машин с использованием энергии вращающейся жидкостной струи / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 3. – С. 77-80.
2. Шемякин, А.В. Экспериментальная установка для очистки сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация. – 2008. – № 6. – С. 29-30.
3. Бышов, Н.В. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин. / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 102 с.
4. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 1. – С. 11-14.
5. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенок // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 185-186.
6. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного гос. университета. – 2017. – № 1. – С. 50-56.
7. Баусов, А.М. Экспериментальная установка для очистки двигателей перед ремонтом / А.М. Баусов, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев и др. // Вестник АПК Верхневолжья – 2011. – № 1. – С. 82-83.
8. Шемякин, А.В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед



- ремонт (экспериментальные исследования) / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Е.Г. Кузин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2017. – №1. – С. 171-175.
9. Шемякин, А.В. Улучшение условий труда при подготовке сельскохозяйственной техники к хранению / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2017. – № 1 (22). – С. 58-63.
10. Патент на полезную модель РФ № 73293 Сопло для моечных установок. / Е.Ю. Макеева, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев – Оpubл. 02.03.2007.
11. Анурьев, С.Г. Устройство для подготовки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники к покраске / С.Г. Анурьев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 85-89.
12. Шемякин, А.В. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.
13. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-3914.
14. Латышенко, М.Б. Основные параметры абразивно-кавитационной струи и их влияние на интенсивность очистки сельскохозяйственных машин / М.Б. Латышенко, А.В. Шемякин, Е.М. Астахова, Н.М. Тараканова // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4. – С. 65-66.

### УДК 631.3

#### ЗАЩИТА РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ХРАНЕНИИ

*Кильдишев Андрей Алексеевич, студент-бакалавр  
Матюнина Екатерина Алексеевна, студент-бакалавр  
Мелькумова Татьяна Владимировна, науч. рук., ст. преп.  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** разрушение резинотехнических изделий в процессе ненадлежащего хранения оказывает отрицательное влияние на эксплуатационные характеристики сельскохозяйственной техники. Для предупреждения преждевременного разрушения изделий из резины предлагается использовать защитно-восстанавливающую смесь. Дано экономическое обоснование применения смеси в сравнении с известными аналогами.*

***Ключевые слова:** резинотехнические изделия, сельскохозяйственная техника, защита, хранение*

В процессе хранения технологических машин на них оказывают вли-

яние различные негативные факторы окружающей среды, вызывающие изменения физических и химических свойств материалов, используемых в конструкциях, и отрицательно сказывающиеся на последующей надежности эксплуатации техники [1-3].

Своевременное и качественное проведение всего комплекса организационно-технических мероприятий по подготовки техники к хранению позволяет обеспечить высокую эксплуатационную надежность машин в рабочий период [4-6].

Поддержание эксплуатационных характеристик резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин, находящихся на длительном хранении является одной из задач, стоящих перед инженерной службой агропромышленных предприятий [7,8].

Для предупреждения разрушения резинотехнических изделий (РТИ) следует выявить показатели, которые негативно действуют на детали машины в зависимости от условий их работы [9,10].

При длительном хранении техники срок сохраняемости резинотехнических изделий в значительной степени зависит от своевременности проведения организационно-технических мероприятий, а также их способности противостоять внешним воздействующим факторам, вызывающим преждевременное старение изделий из резины. В процессе эксплуатации резинотехнические изделия машин испытывают экстремальные нагрузки, следствием которых являются отказы деталей. Анализ повреждений и отказов агрегатов и систем, вызванных разрушениями резинотехнических изделий, показал, что у значительной части изделий из резины после межсезонного хранения в той или иной степени снижаются эксплуатационные характеристики. Следовательно, необходимо при подготовке техники к хранению проведение комплекса защитных мероприятий, позволяющих повысить эксплуатационный ресурс изделий из резины [11-14].

С целью определения направления повышения надежности резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин требуется выявить группы факторов, которые действуют на резиновые элементы техники в зависимости от условий их работы [7].

В резинотехнических изделиях разрушительные изменения могут быть вызваны длительным тепловым воздействием, диффузией неагрессивных веществ в полимерный материал. При химическом воздействии происходит изменение химического состава или строения полимерного материала. В результате взаимодействия развиваются реакции окисления, структурирования и деструкции. Скорость, направление, глубина изменений определяются амплитудой колебаний температуры, концентрацией реагирующих компонентов и продолжительностью воздействия.

Биологическая среда также снижает надежность резинотехнических изделий. К биологическим факторам относятся живые организмы, воздействие которых приводит к нежелательным изменениям свойств материа-

лов. Наибольший ущерб наносят биоповреждения, вызываемые действием на материалы микроорганизмов (плесневых грибов и бактерий). Приведенные выше факторы не действуют отдельно друг от друга, а воздействуют одновременно, ускоряя процесс старения резинотехнических изделий [8].

Сотрудниками Рязанского ГАТУ разработана защитно-восстанавливающая смесь, повышающая эффективность защиты изделий из резины от разрушительного действия негативных факторов окружающей среды. Основным компонентом смеси служит растопленный воск, в который добавляются жидкая резина и нано-порошок. Соотношение компонентов смеси следующее, мас. %: парафин – 92; жидкая резина – 7; нано-порошок (железо-углерод) – 1. Данная смесь для резинотехнических изделий отличается от существующих защитных покрытий тем, что в ней в качестве регенератора применяется жидкая резина, а в качестве наполнителя – нано-порошок [7,8].

Оценка защитных свойств предлагаемого состава проводилась в ходе натуральных исследований в сравнении с известными составами (парафином; жидкой резиной; парафином + жидкой резиной; парафином + рубераксом + канифолью и ее эфирами) для предупреждения разрушения резинотехнических изделий. Результаты исследований показали, что максимальный процент разрушения изделий, обработанных экспериментальной смесью составил 2,5%, что более чем в 2 раза ниже лучшего результата известных защитных составов – 5,8% с парафином, рубераксом, канифолью и ее эфирами. Снижение скорости старения изделий при использовании смеси объясняется ее высокой проникающей способностью в микротрещины резины.

Для оценки экономической эффективности применения защитно-восстанавливающей смеси были проведены необходимые расчеты по методике [15], которые показали, что стоимость 1 кг указанной смеси составит 260,2 руб. (табл. 1).

Таблица 1 – Расчет стоимости защитно-восстанавливающей смеси

Компонент смеси	Стоимость 1 кг компонента смеси, руб.	Пропорции для смеси, %	Стоимость компонента смеси с учетом предлагаемых пропорций, руб.
Парафин	130	92	119,6
Жидкая резина	273	7	19,11
Нано-порошок	12149	1	121,49
Итого:	-	100	260,2

Далее приведен расчет стоимости защитно-восстанавливающей смеси с учетом расхода на 1 м<sup>2</sup> (табл. 2).

Расчетная стоимость смеси в расчете на 1 м<sup>2</sup> равна 61,41 руб., что свидетельствует об экономической эффективности использования смеси при защите резинотехнических изделий.

Таблица 2 – Расход защитно-восстанавливающей смеси на 1 м<sup>2</sup>

Толщина покрытия, мм	Расход смеси (без учета технологических потерь), кг/м <sup>2</sup>	Стоимость смеси в расчете на 1 м <sup>2</sup>
2,05	0,292	75,98
1,79	0,255	66,35
1,53	0,218	56,72
1,26	0,179	46,58
В среднем	0,236	61,41

Применение предлагаемой защитно-восстанавливающей смеси обеспечивает замедление процесса старения резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин в межсезонный период при различных условиях хранения, что повлечет за собой увеличение продолжительности и надежности их эксплуатации техники.

### Список литературы

1. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1. – С. 11-14.
2. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.
3. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 1 (70). – С. 50-56.
4. Бышов, Н.В. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев – Рязань: РГАТУ, 2016. – 102 с.
5. Бышов, Н.В. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев – Рязань: РГАТУ, 2016. – 112 с.
6. Бышов, Н.В. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев – Рязань: РГАТУ, 2016. – 95 с.
7. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 36-38.
8. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяй-

- ственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Международный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 62-65.
9. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности. – Орел, 2017. – С. 164-166.
10. Мелькумова, Т.В. Оценка сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2018. – С. 243-248.
11. Морозова, Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб. Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. – СПб, 2013. – С. 355-358.
12. Терентьев, В.В. Анализ ухудшения сельскохозяйственной техники в период хранения / В.В. Терентьев, М.Б. Латышёнок // Сб.: Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: Материалы науч.-практ. конф. – Рязань, 2010. – С. 23-26.
13. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин / М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин // Сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Рязань, 1999. – С. 98-101.
14. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенок // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской ГСХА. – Рязань, 1998. – С. 185-186.
15. Морозова, Н.М. Методика оценки технологии хранения сельскохозяйственных машин / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы нац. науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 140-144.

## **УДК 631.311**

### **МЕТОД И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ**

*Клещик Александр Викторович, студент  
Мисуно Олег Иосифович, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** в статье рассмотрены метод и средства измерения тягового сопротивления почвообрабатывающей машины, агрегируемой с трактором по двухточечной схеме.

**Ключевые слова:** трактор, почвообрабатывающая машина, тяговое сопротивление, тензометрическая навеска, тензометрическое кольцо, тензорезистор

Основным энергетическим показателем почвообрабатывающих машин, характеризующих их работу, является тяговое сопротивление, от которого зависит производительность, расход топлива. Измерение тягового сопротивления прицепных орудий может осуществляться с помощью тензометрического кольца и не представляет больших трудностей. Значительно сложнее производить измерение тягового сопротивления полунавесных орудий, агрегируемых с трактором по двухточечной схеме.

Тяговое сопротивление, как и многие другие параметры, характеризующие эффективность работы почвообрабатывающих агрегатов, являются неэлектрическими величинами. Поэтому при проведении экспериментальных исследований для энергетической оценки почвообрабатывающих машин широко применяется электротензометрический способ измерения силовых показателей.

Для измерения тягового сопротивления почвообрабатывающей машины в полевых условиях разработана тензометрическая навеска (рис. 1), посредством которой происходит соединение нижних тяг навесной системы трактора с рабочей машиной.

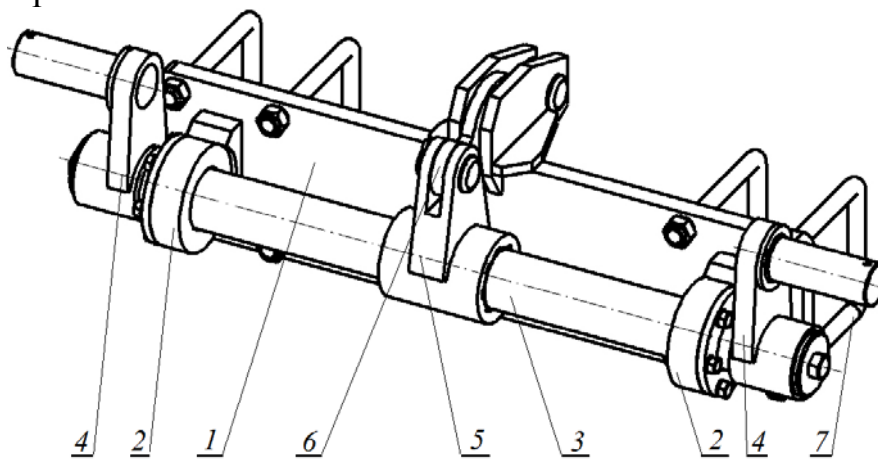


Рис. 1. Тензометрическая навеска

Тензометрическая навеска состоит из основания (плиты) 1, на котором закреплены две подшипниковые опоры 2. В опорах установлен вал 3. Посредством шлицевых соединений вал связан с двумя боковыми 4 и центральным 5 кривошипами. Центральный кривошип шарнирно соединен с тензометрическим звеном в виде кольца 6. Тензометрическая навеска закрепляется на передней поперечной балке почвообрабатывающей машины посредством хомутов 7 с необходимыми приспособлениями.

При работе почвообрабатывающего агрегата усилие, передаваемое от орудия на трактор через нижние тяги навесной системы, соединенных с боковыми кривошипами тензометрической навески, через вал и центральный кривошип передается на тензометрическое кольцо (рис. 2).

Для измерения деформации тензометрического кольца, пропорциональной приложенному растягивающему усилию, на его внутренней цилиндрической поверхности наклеены четыре тензорезистора ПКБ-20-100 (рис. 2). Размеры тензометрического кольца определяются из расчетов на прочность и жесткость.

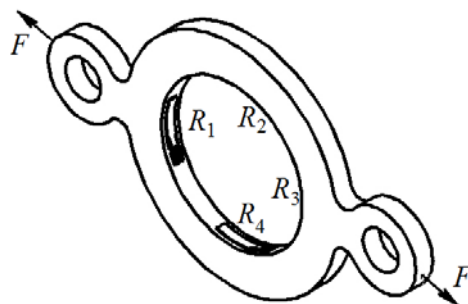


Рис. 2. Тензометрическое кольцо

Тензорезисторы соединяются в полный мост по 6-проводной схеме, обеспечивающей компенсацию сопротивления кабеля, разъема и ключей, термокомпенсацию (рис. 3).

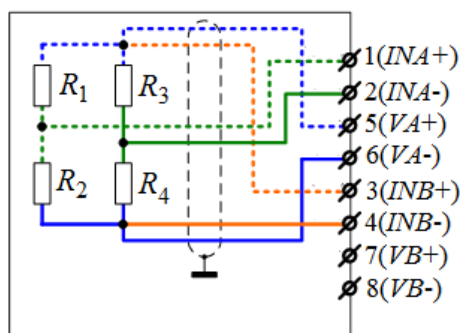


Рис. 3. Схема соединения тензорезисторов

Тензорезисторы, соединенные по схеме (рис. 3) посредством кабеля и USB-разъема подключаются к тензометрической станции *TS32L1-02*, предназначенной для измерения деформаций в элементах инженерных конструкций и деталях машин.

Принцип действия станции основан на измерении напряжения на плечах разбалансированного резисторного моста по отношению к напряжению питания моста. Напряжение на плечах моста измеряется с помощью прецизионного 24-разрядного АЦП со встроенным драйвером и усилителем с программируемым усилением. Управление АЦП и ключами осуществляется с помощью 32-разрядного микроконтроллера, который принимает команды и передает результаты измерения терминалу (персо-

нальному компьютеру, установленному в кабине трактора) через модуль беспроводного соединения по протоколу Bluetooth 2.0. Программное обеспечение тензометрической станции *TS32L1-02* версии 1.03 предназначено для работы на персональном компьютере (ПК), позволяет отображать результаты измерений тягового сопротивления почвообрабатывающей машины в виде таблицы и диаграммы и сохранять их в файлах ПК. Станция состоит из электронного блока и сетевого адаптера, установлены в одном корпусе с размерами 160x160x60 мм, который монтируется на тензометрической навеске.

Тяговое сопротивление почвообрабатывающей машины – результат измерения  $F$  автоматически рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{4}{k} \left( \frac{\Delta V}{V} - \frac{\Delta V_0}{V} \right), \quad (1)$$

где  $\frac{\Delta V}{V}$  – относительное напряжение на плечах моста;

$\frac{\Delta V_0}{V}$  – смещение нуля – начальное относительное электрическое напряжение на плечах моста, измеряется при проведении балансировки моста;

$k$  – тарировочный коэффициент, определяемый экспериментально перед проведением полевых испытаний в лабораторных условиях.

Относительное напряжение  $\frac{\Delta V}{V}$  для принятой схемы соединения тензорезисторов [1] соответствует следующим соотношениям сопротивлений:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{2} \left( \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_3 - R_4}{R_3 + R_4} \right), \quad (2)$$

где  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$  – сопротивления тензорезисторов в мосте.

Таким образом, рассмотренные электротензометрический метод и средства измерения тягового сопротивления почвообрабатывающих машин, навешенных на трактор по двухточечной схеме, при проведении полевых экспериментальных исследований дают возможность быстро и с высокой степенью точности фиксировать измеряемое тяговое сопротивление, видеть его изменение в реальном времени и сохранять в файле на компьютере.

### Список литературы

1. Шушкевич, В.А. Основы электротензометрии / В.А. Шушкевич. – Мн.: Вышэйшая школа, 1975. – 352 с.



**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗНОЙ МАССЫ**

*Кожанова Алина Андреевна, студент-бакалавр  
Полякова Юлия Владимировна, студент-бакалавр  
Маланин Никита Сергеевич, студент-бакалавр  
Шигапов Ильяс Исхакович, науч.рук., д.т.н., доцент  
Краснова Ольга Николаевна, науч.рук., преподаватель  
Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
г. Димитровград, Россия  
Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал  
ФГАОУ ВО Национальный исследовательский ядерный университет  
«МИФИ», г. Димитровград, Россия*

***Аннотация:** в нашей стране животноводческая отрасль представлена в виде многочисленных фермерских хозяйств, которые не располагают современными техническими средствами. Технологии которые существуют для обеспечения переработки жидкого навоза, повсеместно отработали свой ресурс. Разработка новых пружинно-транспортирующих технических средств, а также новых технологий в связи с этим приведут к снижению на порядок затрат труда, материалов и энергии во многих технологических процессах животноводства, в частности уборки и переработки навозной массы в животноводческих помещениях.*

***Ключевые слова:** спираль, пружина, навозная масса, очистка, осадок*

В настоящее время навоз по праву считается одним из наилучших естественных удобрений для сельскохозяйственных растений. Навозная масса является лучшим питательным веществом для растений при постоянном использовании одних и тех же участков почвы для мелиорации. Известно, что многие сельскохозяйственные культуры имеют свойство истощать почву, делая ее менее плодородной в будущем[2]. И никакие минеральные удобрения не смогут достаточно обогатить почву, чтобы на ней можно было вырастить достойный урожай других культур, особенно это относится к нечерноземной полосе. В этих регионах урожаи сельскохозяйственных растений напрямую зависят от содержания гумуса в земле. По результатам исследований при внесении в подобные почвы естественных органических удобрений повышается урожайность выращиваемых растений. При правильном применении навоз дает прекрасный результат на практически всех типах грунтов.

Ввиду различий в технологии содержания домашних животных различают следующие вариации навоза в животноводческих фермах

: Скотоводческая ферма подстилочный бесподстилочный. В основе подстилочного навоза лежат частицы подстилки и твердые и жидкие фекалии домашних животных. Главным образом качество конечного продукта зависит от вида сельскохозяйственных животных. На процентное содержание минеральных веществ в органических удобрениях оказывает значительное влияние кормовая база сельскохозяйственных животных [1,2]. Чем больше жидких и сочных составляющих в корме для животных, тем больше последние выделяют мочи, в связи с этим переработка отходов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных заключается в следующих этапах: сбор, хранение, при необходимости, утилизация. Вышеописанный способ переработки навоза является традиционным. Но сегодня существуют методы, например, бактериальный. Для его реализации в навозную массу добавляют готовые культуры бактерий, способных быстро и качественно его переработать в соединения, безвредные для сельскохозяйственных растений и максимально адаптированные для легкого усвоения ими. Бактериальный метод переработки отходов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных способствует сохранению значительно большего количества азотистых соединений в готовом гумусе и является намного более продуктивным и быстрым [2,3]. В результате получается, что продукт жизнедеятельности крупного рогатого скота, прошедший стадию метанового бескислородного брожения, намного более подходит для непосредственного удобрения сельскохозяйственных растений, в связи с этим нами были разработаны спирально-винтовой обезвоживатель навоза, который предназначен для разделения навоза КРС влажностью более 97 % (Рисунок 1).

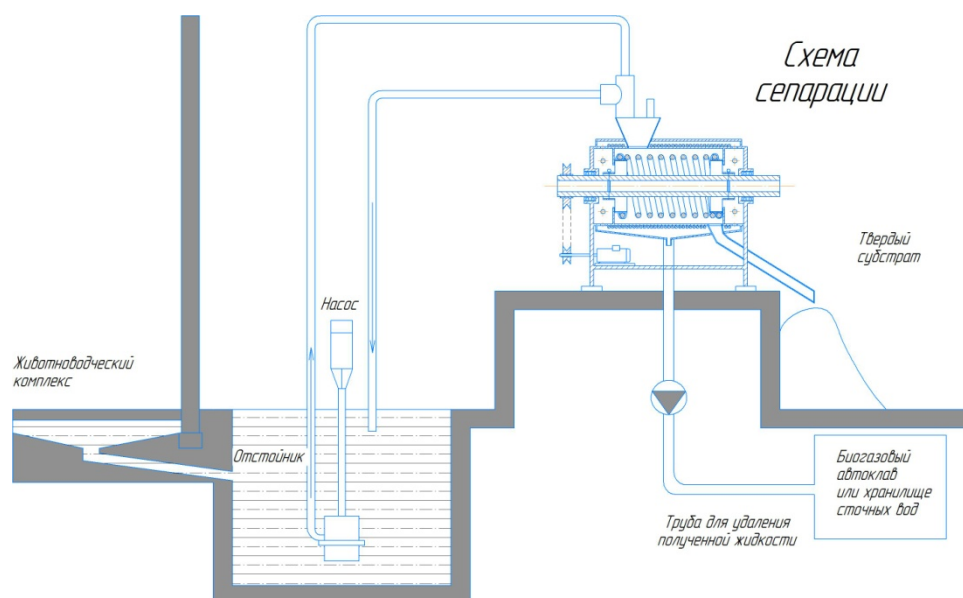


Рис.1. Схема разделения навозной массы

Устройство для обезвоживания навоза состоит из опорных стоек и

корпуса, внутри которого, расположена труба, закреплённая в подшипниковом узле с двух сторон и шкив, приводящий во вращение за счёт электродвигателя через клиноременную передачу. К трубе жёстко присоединена шпильковым соединением втулка со стаканом, с внешней стороны которого приделан скобой транспортирующий спирально-винтовой рабочий орган. В верхней и нижней части корпуса расположен бункер для загрузки и патрубков для выгрузки обезвоженного продукта и плотно прижатая спираль с зазором, а также в нижней части расположен по центру сливной патрубок [2].

Основным рабочим органом технического средства в рекомендуемом нами для удаления воды из жидкого и полужидкого навоза (крупного рогатого скота, свиного) и других загрязнённых жидкостей органического происхождения устройства является спиральный винт [3]. После переработки навозной массы твердая фракция используется как удобрение, может дополнительно гранулироваться и использоваться в качестве топлива для котлов. В сухой фракции в готовом удобрении содержание доступного азота после переработки составляет 100%, калия - 90%. фосфора - 70%, В готовом удобрении присутствует широкий спектр микроэлементов, в нем в большом количестве содержатся гуминовые и фолиевые кислоты и их соли.

Экономически целесообразно применение спирально-винтового обезвоживателя навоза на семейных фермерских хозяйствах, занимающихся как животноводством, так и выращиванием сельскохозяйственных культур.

Например, годовая экономия на удобрении одного семейного фермерского хозяйства на 150 голов КРС с посевной площадью 350 га составляет до 1.1 млн. руб. Технологический процесс разделения жидкой навозной массы позволяет существенно уменьшить на 70% транспортные и погрузо-разгрузочные работы при помощи использования трубопроводов, сократить потери навозной массы, питательных веществ, а также исключить загрязнение территории.

Данная технология позволяет сократить объем дорогих бетонированных навозохранилищ, упрощаются условия труда за счёт применения на всех стадиях механизированного и автоматизированного оборудования, а также заключительные технологические процессы внесению в почву. Таким образом, использование спирально-винтового обезвоживателя навоза на семейных фермерских хозяйствах решает задачу переработки навоза и позволяет самостоятельно обеспечить себя удобрением, используя бесплатное сырьё, объёмы которого постоянно пополняются самим же хозяйством.

### **Список литературы**

1. Губейдуллин, Х.Х. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуку-

- ком в животноводческих комплексах/ Х.Х. Губейдуллин, И.И.Шигапов, В.А. Кологреев, Н.В. Чумакова// Аграрная наука. – 2012. – №11. – С. 31-32.
2. Шигапов, И.И. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза/ И.И. Шигапов, Х.Х. Губейдуллин, В.Г. Артемьев, О.П.Гришин // Сельский механизатор. – 2013. – №8. – С. 26-27.
3. Шигапов, И.И., Уборка и переработка навоза на базе спирально-винтовых механизмов / И.И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – №5. – С. 22-23.

**УДК 631.363.284**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОЙ СМОТКИ РУЛОНОВ ЛЬНОТРЕСТЫ**

*Комиссарова Екатерина Евгеньевна, студент-магистрант  
Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье представлены результаты исследования стационарной смотки рулонов льнотресты, проводились теоретические исследования в среде GPSS, при помощи программы STATGRAPHICS выполнена статическая обработка данных, получены оптимальные сочетания факторов, результаты подтверждены экспериментом в реальных условиях.*

***Ключевые слова:** льноводство, технология, уборка, послеуборочная обработка, льнотреста, рулон, процесс формирования, смотчик, сушка, линия, имитационное моделирование*

В Вологодской области используется комбайновая технология уборки льна с прессованием его в рулоны. Согласно технологическим требованиям для уборки льнотресты в рулонах абсолютная влажность льносырья в ленте не должна превышать 23%. Но часто данные требования не выдерживаются из-за неблагоприятных погодных условий, обуславливающих повышенную влажность убираемого льносырья, при которой хранение льнотресты в рулоне невозможно ввиду развития биохимических процессов гниения [2].

Успешным решением этой проблемы может стать внедрение в льносеющих хозяйствах Вологодской области адаптивной технологии уборки и послеуборочной обработки льна. Для этого в технологию уборочных работ необходимо ввести дополнительную операцию – искусственное досушивание рулонов, состоящую из разматывания льнотресты из рулона, сушка размотанного слоя, сматывание сухого слоя льнотресты в рулон [3].

Для того чтобы понять суть исследуемой стационарной смотки ру-

лонов льна (процесса формирования рулонов льнотресты), не прибегая к эксперименту с реальным объектом используем имитационное моделирование – метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Целью имитационного моделирования является оптимизация параметров процесса формирования рулонов льнотресты [1].

Составим информационная модель объекта исследования (рис.1) для установления наиболее приемлемых величин факторов управляющих процессом формирования рулонов льнотресты.

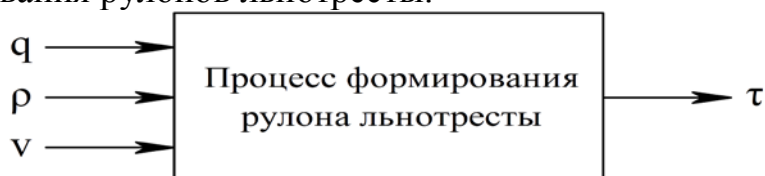


Рис. 1. Информационная модель объекта исследования

Входные параметры: подача льнотресты в камеру прессования  $q$ , кг/с; плотность прессования льнотресты  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, скорость движения прорезиненной бесконечной ленты камеры прессования  $v$ , м/с.

Выходной параметр: время формирования рулона  $\tau$ , с;

Все факторы: подача льнотресты, плотность прессования рулонов льнотресты, скорость движения прорезиненной ленты камеры прессования значимы и линейно независимы.

Исходный текст программы, позволяющей симитировать формирование рулонов льнотресты написанный в среде GPSS:

```

10 * PRESS
20 * 1 SEGMENT-RULON
30 GENERATE 200,10
40 QUEUE BANK
50 SEIZE PRESS
60 DEPART BANK
70 ADVANCE 110,5
80 RELEASE PRESS
90 TERMINATE 1
100 * CONTROL CARDS
    
```

Пояснения к тексту программы: для ввода исходных данных рулон льнотресты представим в виде схемы (рис.2.)

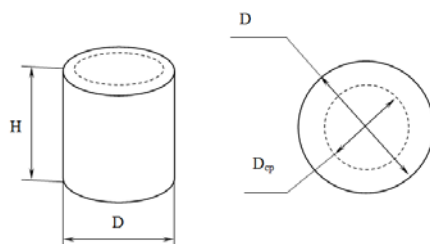


Рис. 2. Схема рулона льнотресты

Принимаем: диаметр рулона наружный  $-D_{рул}=140\text{см}$ , диаметр рулона средний  $-D_{ср}=70\text{см}$ , высота рулона  $-H_{рул}=100\text{см}$ .

Длина окружности при  $D_{ср}=70\text{см}$  определяется по формуле:

$$C = 2\pi R = 6,28 \cdot 35 = 220\text{см}$$

Предельные значения факторов установили в результате анализа литературных источников.

Транзакт-1 кг льнотресты.

Масса рулона равна, кг:

$$m = V \cdot \rho,$$

где  $V$ -объем рулона,  $\text{м}^3$

$\rho$ -плотность прессования,  $\text{кг}/\text{м}^3$

$$V = \pi R^2 H$$

Рассчитаем объем и массу рулона при трех значениях плотности прессования. Это будет количество транзактов, которое должно пройти через систему до окончательного формирования рулона (задать картой START). Время поступления транзакта (1 кг льнотресты) будет зависеть от подачи тресты в смотчик. Определяем для трех выбранных уровней варьирования 3 кг/с –  $x=1/3\text{с}$ ; 5 кг/с –  $x=1/5\text{с}$ ; 7 кг/с –  $x=1/7\text{с}$ .

Далее нужно выбрать для временного интервала единицу модельного времени в нашем случае 33,5 и задать блоком GENERATE.

Предположим, что толщина ленты льнотресты в рулоне  $h=5\text{см}$  тогда учитывая длину окружности при среднем диаметре рулона ( $C$ ) и высоту рулона ( $H$ ) получим объем слоя льнотресты:

$$V_{сл} = C \cdot H \cdot h = 2,2 \cdot 1,0 \cdot 0,05 = 0,11\text{м}^3$$

При заданной плотности прессования определим массу слоя льнотресты в средней части рулона

$$m_1 = V_{сл} \cdot \rho_1 = 0,11 \cdot 100 = 11\text{кг}$$

$$m_2 = V_{сл} \cdot \rho_2 = 0,11 \cdot 120 = 13,2\text{кг}$$

$$m_3 = V_{сл} \cdot \rho_3 = 0,11 \cdot 140 = 15,4\text{кг}$$

Частота вращения рулона при заданных скоростях бесконечной ленты камеры прессования и время одного оборота рулона.

$$n_1 = \frac{v_л}{2\pi R} = \frac{v_л}{C} = \frac{1,0}{2,2} = 0,455\text{с}^{-1}; t_1 = \frac{1}{0,455} = 2,2 \text{ с/об} \rightarrow v_л = 1,0\text{м/с}$$

$$n_2 = \frac{1,5}{2,2} = 0,682\text{с}^{-1}; t_2 = \frac{1}{0,682} = 1,47 \text{ с/об} \rightarrow v_л = 1,5\text{м/с}$$

$$n_3 = \frac{2,0}{2,2} = 0,91\text{с}^{-1}; t_3 = \frac{1}{0,91} = 1,1 \text{ с/об} \rightarrow v_л = 2,0\text{м/с}$$

Далее учитывая матрицу планирования эксперимента для каждого опыта определяем время формирования 1 кг льнотресты.

Это время будет операндом  $A$  в блоке ADVANCE (необходимо выразить в модельных единицах времени).

Время формирования рулона определяем из полученного ответа. Здесь же по данным очереди можно определить какой будет оптимальная подача льнотресты. Для проводимого эксперимента использовали матрицу

трехуровневого плана 2-го порядка Бокса-Бенкина.

Статистическую обработку данных проводили при помощи программы Statgraphics Centurion XV.

Для получения математической зависимости влияния выбранных факторов на процесс формирования рулонов льнотресты в результате множественного регрессионного анализа было получено уравнение регрессии в натуральных значениях переменных факторов:

$$\tau = 30,4375 - 15,875 \cdot q + 0,8125 \cdot \rho + 1,9375 \cdot q^2 - 0,1 \cdot q \cdot \rho$$

Полученная регрессионная модель адекватна, о чем свидетельствует проверка уравнений по критерию Фишера, также проведена проверка значимости коэффициентов регрессии с помощью критерия Стьюдента.

С целью определения влияния выбранных факторов на параметры оптимизации использовали матрицу трехуровневого плана 2-го порядка Бокса-Бенкена для трех факторов. Перед реализацией плана матрицы производили рандомизацию опытов с использованием таблиц случайных чисел. Повторность опытов – трехкратная.

Параметры, подлежащие исследованию:

1. Подача льнотресты в камеру прессования  $q$ , кг/с.
2. Плотность прессования рулонов льнотресты  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>.
3. Скорость движения прорезиненной ленты камеры прессования,  $v$ , м/с.
4. Время формирования рулона  $\tau$ , с.

Исходным материалом для формирования рулонов льнотресты использовался лен-долгунец сорта Мерилин.

Проведенный литературный обзор, в том числе патентный поиск показал, что при огромном спектре, представленных на рынке пресс-подборщиков по формированию рулонов льнотресты стационарных не существует, даже за рубежом.

Экспериментальные исследования проводили на специально разработанной установке, позволяющей формировать рулон льнотресты в стационарных условиях. За базу брали пресс-подборщик ПРП-1,6 (рис. 3 и 4).

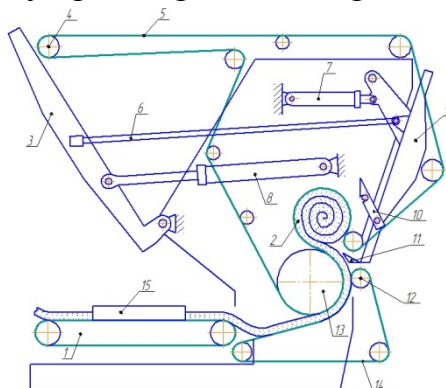


Рис. 3. Схема стационарного смотчика: 1 – транспортер подающий льнотресту от сушилки, 2 – петля, 3 – рама; 4 – валик, 5 – ремень прессующий, 6 – штанга, 7 – гидро-амортизатор, 8 – гидроцилиндр, 9 – клапан, 10 – защелка, 11 – отсекающая, 12 – валик подвижный, 13 – барабан, 14 – транспортер, 15 – направляющая



Рис. 4. Общий вид стационарного смотчика рулонов

Приборы, применяемые при экспериментальных исследованиях, представлены на рис. 5



Рис. 5. Приборы, применяемые при экспериментальных исследованиях:  
 1 – весы крановые ВСК (0-1000 кг); 2 – тахометр часовой ТЧ-10Р;  
 3 – секундомер механический; 4 – линейка измерительная складная

Для получения математической зависимости влияния выбранных факторов на процесс формирования рулонов льнотресты в результате множественного регрессионного анализа после удаления незначимых коэффициентов было получено уравнение регрессии в натуральных значениях переменных факторов:

$$\tau = 56,1635 - 15,2933 \cdot q + 2,36587 \cdot p + 2,11058 \cdot q^2 - 0,1375 \cdot q \cdot p - 0,00514423 \cdot p^2$$

Графические зависимости характеризующие процесс формирования рулонов льнотресты представлены на рис. 6 - 7.

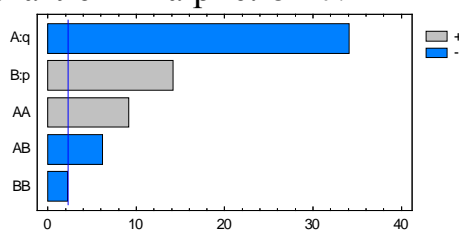


Рис. 6. Диаграмма Парето значимости факторов

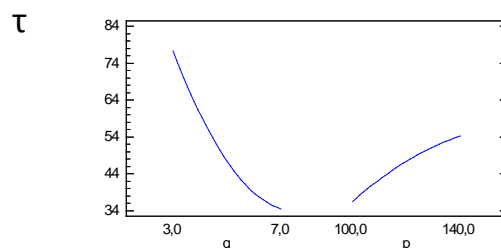


Рис. 7. Зависимость времени формирования рулона льнотресты от основных факторов



По уравнению регрессии построены поверхности отклика в трехмерном изображении (рис. 8-10):

$$\begin{aligned} \tau &= f(q, \rho); v = 1,5; \\ \tau &= f(q, v); \rho = 120; \\ \tau &= f(\rho, v); q = 5,0. \end{aligned}$$

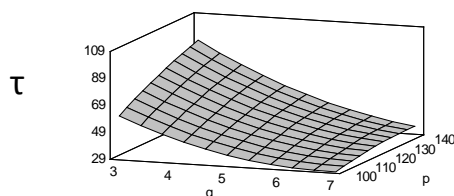


Рис. 8. Зависимость времени формирования рулона ( $\tau$ ) от подачи ( $q$ ) и плотности прессования ( $\rho$ ),  $v = \text{const} = 1,5$  м/с

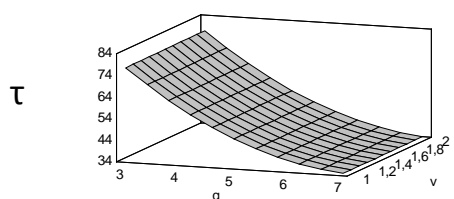


Рис. 9. Зависимость времени формирования рулона ( $\tau$ ) от подачи ( $q$ ) и скорости ленты ( $v$ ),  $\rho = \text{const} = 120$  кг/м<sup>3</sup>

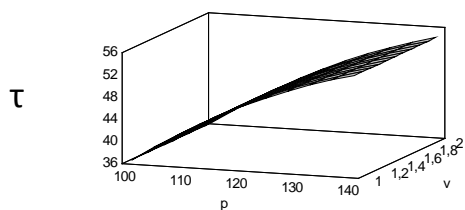


Рис. 10. Зависимость времени формирования рулона ( $\tau$ ) от прессования ( $\rho$ ) и скорости ленты ( $v$ ),  $q = \text{const} = 5$  кг/с

Значимость коэффициентов уравнения регрессии проверяли с использованием критерия Стьюдента, а адекватность всего уравнения с помощью критерия Фишера.

Анализируя уравнение регрессии, диаграмму Парето и графики рис. 6, можно сказать, что на время формирования рулонов льнотресты влияют не только сами факторы, но и их квадраты и парное взаимодействие.

Можно сделать вывод, что наибольшее влияние на время формирования рулона оказывает подача тресты в камеру прессования. При ее увеличении сокращается время формирования рулона. Повышение плотности прессования рулона увеличивает время на его формирование. Скорость ленты весьма незначительно влияет на время формирования рулона.

Сходимость результатов исследований имитационного моделирования и экспериментальных исследований  $\Delta$  (%) составило 2,7 % о чем свидетельствует высокое совпадение результатов имитационного моделирования и экспериментальных исследований в реальных условиях, что позволяет использовать полученные результаты для инженерных расчетов обоснования режимов работы линии сушки льнотресты.

### Список литературы

1. Михайлов, А.С. Результаты исследования процесса формирования рулонов льнотресты в стационарных условиях/ А.С. Михайло // Сборник трудов: Агроэкологические и организационно- экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий. – Чебоксары, 2017. – С 118-124.
2. Шушков, Р.А. Разработка энергосберегающей установки для сушки лубяного сырья / Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, А.С. Михайлов, Н.Н. Кузнецов // Отчет о НИР-2015. – 43 с.
3. Шушков, Р.А. Анализ и оптимизация параметров сушки рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, А.С. Михайлов, А.Л. Бирюков. // Молочнохозяйственный вестник. – № 4 (20). – С. 89-97.
4. Яковлева, Е.Е. Обеспечение экологической безопасности сельскохозяйственных машин при эксплуатации / Е.Е. Яковлева, А.С. Михайлов // Сборник трудов: Агроэкологические и организационно- экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий. – Чебоксары, 2017. – С. 441-445.

УДК 631.558.5

### АДАПТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЛЬНА НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Комиссарова Екатерина Евгеньевна, студент-магистрант  
Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье предложена адаптивная технология уборки и послеуборочной обработки льна на территории Вологодской области.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, технология, неблагоприятные условия, адаптация, уборка, послеуборочная обработка, лён

Лён – одна из самых трудоемких сельскохозяйственных культур: затраты труда на 1 га его посева в 3,3-3,5 раза выше по сравнению с зерновыми, 80-85% из них приходится на уборку и первичную переработку. Особое внимание уделяется уборке льна при неблагоприятных погодных условиях, так как в это время теряется более 30% выращенного урожая волокна и до 50% семян.

Уборка включают в себя ряд последовательных операций, как правило, характерных для всех технологий: теребление растений, отделение семенной части урожая, расстил льносоломки для сушки и вылежки в тресту; подъем тресты с образованием паковок; подбор, погрузка и транспортирование паковок.

Истории современного развития льноводства известны три основные технологии уборки льна-долгунца: комбайновая, раздельная (двухфазная) и сноповая.

До начала 70-х годов XX века во всех льносеющих странах, в том числе и в России, основной являлась технология сноповой уборки. Суть ее заключается в выполнении следующих операций: теребление льна с вязкой в снопы, постановка снопов в «бабки», обмолот снопов, расстил льноломки для сушки и вылежки в тресту, подъем тресты с вязкой в снопы, подбор и погрузка снопов, транспортировка тресты (или соломки) на льнозавод.

Комбайновый способ уборки льна включает в себя теребление льна с одновременным очесом семенных коробочек и расстилом соломки в ленты на льнище, сушку и переработку вороха, подъем и прессование тресты в рулоны, их погрузку и транспортировку на льнозавод.

В Вологодской области основной является технология комбайновой уборки, главный недостаток которой противоречие между двумя производственными целями: выработкой высококачественного льноволокна и получением высококачественных льносемян, обусловленное тем, что физиологическая спелость волокна и семян наступает в разное время, а сами семена созревают не одновременно вследствие разных сроков образования семенных коробочек на стеблях.

Комбайновый способ соблазняет льноводов своей меньшей зависимостью от погодных условий за счет совмещения операций по тереблению растений и отделению семян от стеблей.

Раздельный (двухфазный) способ уборки льна-долгунца включает следующие технологические операции: теребление льна, расстил его на поле в ленты, естественная сушка льна с дозреванием семян, подъем лент и обмолот семенных коробочек, расстил соломки на льнище, отправка льновороха на перерабатывающее предприятие, имеющее семяочистительные или ворохоразделочные машины. После получения тресты ее поднимают, прессуют в рулоны, грузят в транспортное средство и транспортируют на льнозавод.

Раздельный способ обеспечивает поточность уборки, позволяет значительно сократить трудовые затраты и стоимость уборки. Однако эффективность применения технологии раздельной уборки во многом зависит от погодных условий и находит широкое применение в регионах с хорошими климатическими условиями.

На стадии теребления льна в зависимости от назначения посевов, его состояния и складывающихся погодных условий целесообразно применение двух технологий: раздельной и комбайновой (рис. 1).



Рис. 1. Технологическая схема уборки льна

При этом раздельная (двухфазная) уборка может выполняться по схемам с очесом семян в поле или в поточной линии для переработки льнотресты на льнозаводе. По раздельной технологии с очесом семян в поле должны убираться в благоприятных погодных условиях прежде всего семеноводческие посевы, а также посевы с высокой урожайностью семян. В условиях частых дождей и нестабильной погоды уборку следует вести комбайновым способом. Посевы льна с невысокой урожайностью семян (до 3 ц/га), пораженные болезнями и полеглые должны убираться теребилками с последующим очесом на льнозаводе. Комбинированное применение этих технологий позволяет не только рационально использовать биологические особенности развития льна, но и обеспечить его сохранность, снизить энергозатраты.

В зависимости от вида паковки льносолумы (льнотресты) различают – сноповую и рулонную технологии.

Сноповая технология не позволяет создать непрерывность технологического процесса уборки из-за необходимости сушки льна в снопах, транспортировки снопов на тока, в шочи и на стлища. Эти операции разрывают технологический процесс.

Рулонная технология, применяемая при комбайновом и раздельном способах уборки, полностью исключает ручной труд льноводов на всех

технологических процессах – от подъема тресты из лент до реализации ее на завод, что немаловажно ввиду резкого сокращения численности сельского населения. Общие затраты трудовых ресурсов на уборке и по реализации сырья сокращаются в 9,5 раз, потребность в транспортных средствах – в 2-2,5 раза по сравнению со сноповой технологией.

В настоящее время основной технологией является заготовка тресты в рулоны. О готовности тресты к рулонированию судят по отделяемости волокна от древесины и ее цвету. При повышенной влажности и когда верхний слой тресты в лентах сухой, а нижний слой имеет влажность выше 20%, ленты тресты для ускорения сушки необходимо обернуть или впускать. Эти операции эффективно проводить как накануне, так и непосредственно перед подъемом лент. Оборачивание проводят на тех участках, где урожайность тресты составляет 3,0 т/га, при меньшей урожайности эффективнее проводить впускание [1].

Выбор технологий для заготовки льнопродукции (льносоломки и тресты), эффективность их использования и обеспечение высокого качества заготавливаемого продукта, во многом определяются агроклиматическими условиями в период заготовки. Погодные условия оказывают определяющее влияние на кинетику сушки льнопродукции, величину биологических потерь в поле и при подготовке к хранению.

Погодные условия в период уборки льна различны. Начало уборки приходится на середину – конец августа, когда условия вылежки и естественной сушки льносырья достаточно благоприятны. Окончание уборки приходится на конец сентября начало октября. В это время условия естественной сушки неблагоприятны: увеличивается количество дождливых дней, снижается температура воздуха, растет его относительная влажность.

Анализ метеорологических данных по Вологодской области, показывает, что за месячный период наиболее вероятных сроков подбора тресты (сентябрь), число дней без осадков колеблется от 6 до 7, что в среднем составляет 22% календарного времени. В дни с осадками нижний слой стеблей в ленте всегда имеет влажность выше пригодной для хранения. Таким образом, в сентябре 78% времени, когда вести непосредственно подъем льнотресты из ленты невозможно, ввиду превышения влажности выше требуемой для нормального хранения.

В отдельные годы могут быть и такие совпадения, что в период агросрока вообще не будет возможностей подбора тресты сухой из лент.

Большое влияние на качество льнотресты при росяной мочке оказывают сроки ее расстила. Для большинства областей льноводческой зоны лучшим сроком расстила считают август. В это время стоит теплая и влажная погода, способствующая быстрой и равномерной вылежки льносоломки.

При расстиле ленты в октябре, как правило, в 2 раза увеличивается продолжительность вылежки, на 2-3% увеличивается выход и снижается

качество длинного волокна.

Готовую тресту необходимо быстро поднять в течение нескольких дней. Задержка с подъемом в дождливую погоду приводит к перележке тресты. Каждые 5 дней сверхнормативного пребывания готовой тресты в лентах на льнище «уносит» 0,2-0,3 номера. За месяц высококачественная треста превращается в непригодное сырье, а при раннем выпадении снега урожай может уйти под снег, что приведет к его гибели.

Анализируя климатические условия Вологодской области необходимо отметить, что неблагоприятные условия для уборки: высокая влажность 81-86%, низкая температура воздуха от 9,3 до 3,4 °С (сентябрь, октябрь) увеличивают продолжительность вылежки соломы, а высокая вероятность выпадений осадков не позволяет проводить естественную сушку льносырья.

Применение различных вспомогательных приемов по снижению влажности льнопродукции, таких как десикация посевов, плющение стеблей, растил лент на аэрационных каналах, оборачивание, ворошение и впусивание лент, установка порций тресты в конусы или шатры, укладка в копны не всегда позволяет создать условия для формирования рулонов кондиционной влажности.

Искусственное досушивание рулонов тресты, применяемое как элемент технологии уборочных работ, является рациональным способом сохранения урожая в экстремальных погодных ситуациях при поздних сроках подъема, когда иным способом сохранить качество льнотресты и урожай в целом невозможно.

Таким образом, в отдельные годы климатические условия не позволяют заготавливать тресту традиционными способами, требуется разработка и внедрение специализированного оборудования для интенсификации сушки прессованной в рулоны льнотресты [2].

Лишь адаптация технологии уборки и послеуборочной обработки льна к сложным погодным условиям позволит сохранить выращенный урожай.

Наиболее подходящей схемой адаптивной технологии уборки и послеуборочной обработки льна при повышенной абсолютной влажности льнотресты в ленте более 23% является (рис.2) [3,4]:

- 1) подбор льнотресты с прессованием в рулоны;
- 2) погрузка рулонов в транспортные средства;
- 3) транспортировка рулонов на пункт;
- 4) выгрузка рулонов;
- 5) разматывание рулона в ленту;
- 6) подача ленты льнотресты в сушилку;
- 7) сушка льнотресты;
- 8) смотка ленты в рулон;
- 9) погрузка рулонов в транспортные средства;

- 10) транспортировка рулонов до места их хранения;
- 11) разгрузка рулонов и укладка их на хранение.



Рис. 2. Схема адаптивной технологии уборки и послеуборочной обработки льнотресты при неблагоприятных погодных условиях

*Заключение:* экономический эффект от адаптивной технологии уборки и послеуборочной обработки льна на территории Вологодской области может быть получен за счет реализации продукции сохраненного урожая. При этом с площади 100 га урожай льнотресты составит - 320 т, при её средней урожайности - 3,2 т/га, урожай семян - 40 т, при средней урожайности - 0,4 т/га, и льняной половины - 32 т.

### Список литературы

1. Карелин, Н.В. Эффективная эксплуатация техники при возделывании льна-долгунца на территории Северо-Запада России / Н.В. Карелин, А.С. Михайлов // Сборник трудов: Аўыл хожалыгы илимлери нэтийжелериниң өндиристиң раўажланыўына тэсири 2017. – С. 187-189.
2. Михайлов, А.С. Результаты исследования процесса формирования рулонов льнотресты в стационарных условиях / А.С. Михайлов // Сборник трудов: Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий. Чебоксары, 2017. – С 118-124.
3. Шушков, Р.А. Разработка энергосберегающей СВЧ-установки для сушки льнотресты / Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, А.С. Михайлов, Н.Н. Кузнецов // отчет о НИР ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2016. – 54 с.
4. Шушков, Р.А. Анализ и оптимизация параметров сушки рулонов льно-

тресты / Р.А. Шушков, А.С. Михайлов, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – №4(20). – С. 89-97.

5. Яковлева, Е.Е. Обеспечение экологической безопасности сельскохозяйственных машин при эксплуатации / Е.Е. Яковлева, А.С. Михайлов // Сборник трудов: Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий. – Чебоксары, 2017. – С. 441-445.

**УДК 372.863**

**ОБЗОР УЧЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И НАГЛЯДНЫХ  
ПОСОБИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
ПО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ МАШИНАМ**

*Кондрашов Александр Сергеевич, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в современном мире большое значение уделяется образованию и науке. От них зависит развитие как отдельно взятого человека, так и целой страны. В государствах, стремящихся к лидерству, давно поняли, что важно тратить средства на обучение высококвалифицированных кадров для различных сфер производства и талантливых ученых. После тяжелых лет восстановления экономики нашей страны, сегодня необходимо максимально уделить внимание совершенствованию системы обучения на новом уровне с применением современного учебного и лабораторного оборудования.*

***Ключевые слова:** стенд, плакат, тренажер, лаборатория, работа*

В системе высшего профессионального образования сегодня главенствующее значение имеет учебное лабораторное оборудование. Подготовка специалистов, имеющих навыки работы с приборами, а также необходимость закрепления пройденного материала студентами Вузов и техникумов требует создания узкоспециализированных лабораторий, которые позволяют работать с уникальным дорогостоящим оборудованием, ставить реальные эксперименты с возможностью работы нескольких студентов за одним стендом одновременно. Современное лабораторное оборудование требует постоянного совершенствования и модернизации, ведь рынок высоких технологий и производства развивается все быстрее. Именно поэтому каждый лабораторный стенд важен и требует самой точной и профессиональной работы со стороны производителя.

Для обеспечения профессиональной компетентности выпускников вузов и средне-специальных образовательных учреждений применяют не



только лекционные занятия, но и выполнение практических работ в учебных лабораториях, где созданы условия, позволяющие смоделировать определенные воздействия в производственной среде.

При освоении материала и выполнении лабораторных работ, используются: плакаты, электронные доски, стационарные стенды (подвижные и не подвижные), цифровые тренажеры, сельскохозяйственные машины и литературное пособие.

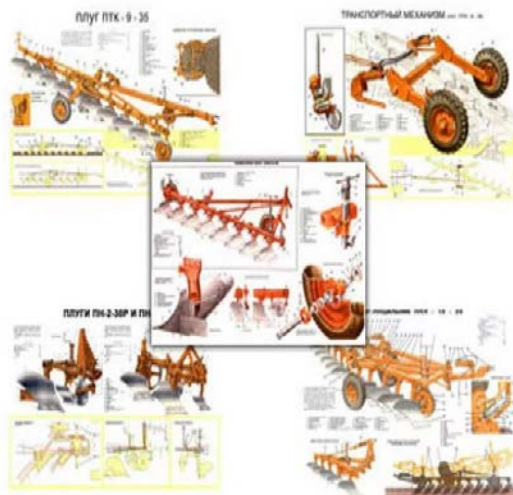


Рис.1 Ознакомительные плакаты



Рис.2. Стенд-планшет



Рис.3 Стенд-планшет светоди-  
намический



Рис.4. Тренажер-имитатор  
«Зерноуборочный комбайн»



Рис.5 Стенд-тренажер «Мульчи-  
ровщик-измельчитель»



Рис.6. Учебный тренажер  
«Устройство сеялки для посева са-  
харной свеклы»

Цель исследования: повышение качества и эффективности проведения лабораторных работ по дисциплине сельскохозяйственным машинам.

Задачи:

1. Провести аналитический обзор существующего учебного оборудования и наглядного пособия для практик ориентированного обучения студентов инженерного факультета.

2. Обосновать конструктивную технологическую схему лабораторного стенда.

Далее в статье представлены основные виды учебных пособий используемых в образовательных учреждениях высшего и среднего профессионального образования

Лабораторные работы играют большую роль в учебном процессе по многим общеинженерным и специальным дисциплинам, которые изучаются в высших и средних учебных заведениях. Основным назначением лабораторных работ является усвоение теоретического материала, а также приобретение практических навыков работ по сельхозмашинам.

Основные характеристики лабораторной работы:

➤ Большая самостоятельная деятельность учащихся, осуществляемая с помощью инструкционной карты или методической установки;

➤ Результатом деятельности учащихся является проверка закономерностей или выявления новых для себя соотношений между различными параметрами изучаемых устройств;

➤ Управление деятельностью учащихся осуществляется с помощью инструктирования преподавателем.

Для решения проблемы можно пойти двумя путями:

1. На основе имеющихся сельскохозяйственных машин самостоятельно спроектировать и изготовить аналогичное оборудование;

2. Приобрести но оно дорого.

Проанализировав имеющиеся сельскохозяйственные машины наиболее интересно для понимания работы, это машины которые совершают два движения (линейное и вращательное). Для этого подходит почвенные фрезы с горизонтальным и вертикальным вращением ножей.

### Список литературы

1. Дураев, Б.О. Эффективное использование сельскохозяйственной техники / Б.О. Дураев // АПК: Экономика, управление. – 2018. – № 12. – С. 88-93.

2. Асташов, Н.Е. Организация сельскохозяйственного производства / Н.Е. Асташов. – М.: Академический Проект, Альма Матер, 2017. – 464 с.

3. Пономарев, В.М. Проблемы информационной технологии и интегральной автоматизации производства // В.М. Пономарев. – М.: Наука, 2018 – 202 с.

4. Программный комплекс «Традиционные и перспективные технологии

возделывания с.-х. культур» / М.: ГВЦ Минсельхозпрода России, 2015.

5. Ивановская, В.Ю. Качество трудовой жизни районов Вологодской области: анализ, оценка, региональные особенности / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – №4(24). – С. 140-150.

6. Устройство для измельчения сыпучих материалов. Патент № 2656619 / П.А. Савиных, В.Е. Саитов, В.А. Сухляев, И.И. Иванов, А.В. Палицын, Н.Н. Кузнецов. – Опубликовано 17.10.2016

**УДК 631.51.01**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

*Копейкин Артем Дмитриевич, студент-магистрант*

*Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.*

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье описаны современные энергоресурсосберегающие технологии и приемы при обработке почвы.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, технология, процесс, обработка, почва, система, агрегат, энергоресурсосбережение*

Наиболее энергоемким технологическим процессом является обработка почвы: на нее в среднем расходуется 30-40% энергии, потребляемой в сельском хозяйстве.

Традиционная технология возделывания зерновых культур со вспашкой зяби и весенним боронованием характеризуется высокой трудоемкостью и большими энергозатратами. А значит, одним из главных путей улучшения такой технологий, является путь - минимизации обработки почвы как по глубине, так и по количеству операций [5].

Так же, при этом лучше всего применять те разновидности почвообрабатывающей техники (фрезы, комбинированные агрегаты, плоскорезы, а также новые конструкции дисковых культиваторов), которые служат предотвращению быстрой минерализации гумуса и стабилизации экологической среды.

В наше время в мировой и отечественной практике к наиболее востребованным экономным энергоресурсосберегающим, а так же почвозащитным способам относятся нулевая и минимальная обработки почвы, за счет которых значительно снижаются агротехнические операции.

Варианты энергоресурсосберегающих технологий во многом различаются в зависимости от системы основной и предпосевной обработки почвы рис. 1.

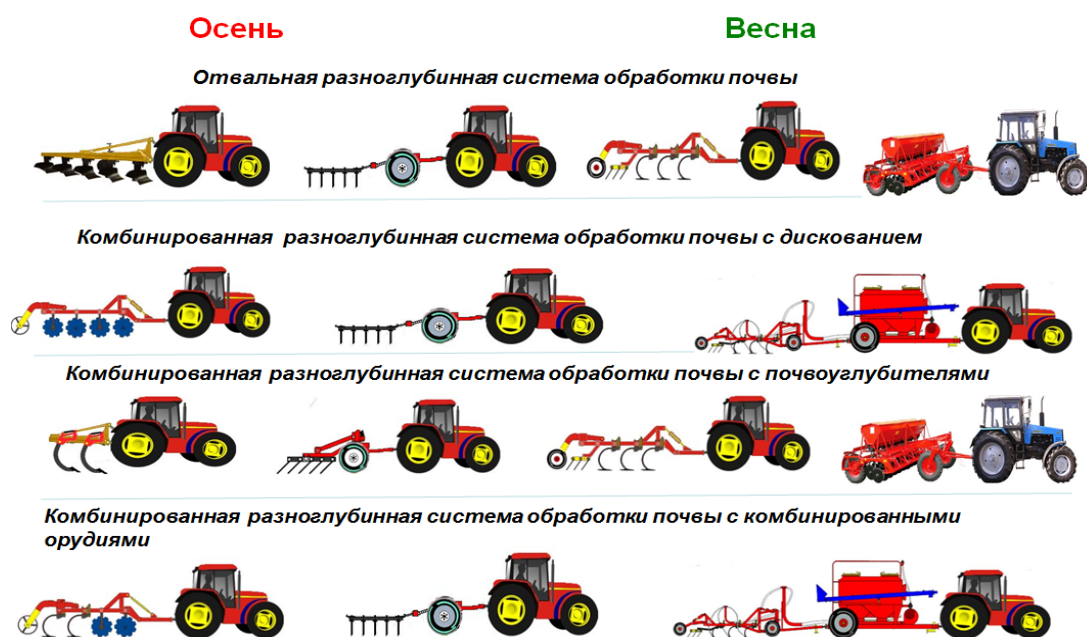


Рис. 1 Системы обработки почвы

Если сравнить технологию с минимальной обработкой почвы с традиционной технологией, то минимальная дает возможность снизить уплотняющее действие ходовых систем почвообрабатывающих машин, снизить их механические воздействия почву и уменьшить количество их проходов по полю. Завершив уборку предшественника, вносятся минеральные удобрения. Затем сразу же проводят мелкую (на глубину 6-7 см) обработку дисковым культиватором, который заделывает в почву минеральные удобрения, подрезает и выворачивает сорняки на поверхность почвы, где они усыхают. Весной при достижении физической спелости почвы проводят посев.

Технология с нулевой обработкой почвы рассматривает прямой посев в почву, которая заранее обработана гербицидами. Могут быть допустимы и иные способы, когда, например, в весенний период при достижении физической спелости почвы по стерне осуществляют посев стерневой сеялкой вместе с занесением начальной дозы удобрений. Так же эта технология рассматривает обработки посевов гербицидами, а при потребности - инсектицидами. Собирают урожай, как обычно, прямым комбайнированием.

При проведении нулевой обработки почвы такие операции как культивация и вспашка отсутствуют, чаще применяются средства защиты растений.

Таким образом, технология с традиционной обработкой почвы включает десять основных агротехнических приемов, с минимальной – семь и с нулевой – только пять.

Производственный опыт ученых (В.М. Ступин, А.Н. Каштанов, Н.В. Краснощеков, В.И. Кирюшин, Е.Л. Ревяткин, А.Т. Табашников, Е.М. Са-

мойленко, В.И. Драгайцев, Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов и др.), работающих по данному направлению показывает, что минимальная обработка почвы в соответствующих климатических условиях обеспечивает практически такой же урожай зерновых, что и при традиционной вспашке. Минимальная обработка почвы способствует уменьшению энергоемкости в два раза. Средний расход горючего на гектар пашни снижается до 10-15 кг, это особенно актуально при нынешних ценах на горюче-смазочные материалы [5].

При минимальной обработке почвы под озимые культуры в очень сухие годы урожайность вырастает в среднем на 1,5-5,2 ц/га, если сравнивать с проведением вспашки отвальными плугами на 20-22 см.

Главными минусами минимальной обработки принято считать значительное повышение засоренности посевов, а так же этот показатель растет в зависимости от срока использования. Цепь отрицательных факторов минимальной обработки почвы может быть устранена при строгом выполнении всех научных рекомендаций, которые применяются к определенным почвенно-климатическим условиям.

При нулевой обработке почвы следует учитывать свойства и особенности почвы, ее дренированность, устойчивость к уплотнению, количество гумуса и другие. Если не учитывать особенностей при использовании нулевой технологии обработки почвы, то это может представлять некоторый риск, и вызвать отрицательные экономические, агрономические и экологические последствия.

Применяя нулевую обработку почвы, стоит предусмотреть более высокие расходы на химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Так как не все участки пашни подходят для нулевой обработки, следует учесть дополнительные расходы на содержание техники для традиционной обработки почвы. Так же нужно обратить внимание на соблюдение более высоких требований по применению средств защиты растений, и стоит учесть то что, не все культуры при нулевой обработке почвы дают высокий урожай.

Принимая во внимание отрицательные и положительные факторы минимальной и нулевой технологий обработки почвы, следует все же выделить, что в современной земледелии использование только этих приемов позволит уменьшить воздействие на почву отрицательных факторов (нарушение водного режима, разрушение структуры, уплотнение почвы) [5].

*Заключение:* При производстве продукции растениеводства эффективным направлением энергоресурсосбережения является улучшение применяемых технологий, отказ от слепого подражания иностранному опыту, без учета реальных почвенно-климатических условий хозяйства.

Исследование затрат используемых технологий обработки почвы показывает, что расходы на химическую защиту растений в три раза превы-

шают затраты на механическую обработку, это причиняет большой урон экологии, снижению плодородия почв, и способствует переуплотнению почвы.

Что бы достичь экономической эффективности, необходим научно обоснованный подход к почвозащитным, малоэнергоемким технологиям, рациональный баланс между использованием пестицидов и удобрений, оптимальное применение механической обработки почвы и севооборотов.

Учитывая вышесказанное можно в значительной степени добиться повышения энергоресурсосбережения технологических процессов обработки почвы.

### Список литературы

1. Михайлов, А.С. Повышение производительности и эксплуатационной надежности МТА путем визуализации технологических процессов / А.С. Михайлов, Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин // Молочнохозяйственный вестник. – №3 (15). – 2014. – С. 57-63.
2. Михайлов, А.С. Обоснование системы технологических процессов восстановления необрабатываемых земель в условиях повышенного увлажнения / А.С. Михайлов, Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин // Инновации в сельском хозяйстве. – №5 (10). – 2014. – С. 66-68.
3. Алилуев, С.А. Повышение эффективности работы тракторов в СХПК колхоз «Новленский» / С.А. Алилуев, А.С. Михайлов // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов-регионам. – Том 2. – Часть 1. – С.147-152.
4. Алилуев, С.А. Научные принципы повышения энергоэффективности технологических процессов обработки почвы / С.А. Алилуев, А.С. Михайлов // Молодые исследователи – развитию молочнохозяйственной отрасли. Часть 1. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – С 105-111.
5. Ревякин, Е.Л. Ресурсосберегающие технологии: состояние, перспективы, эффективность / Е.Л. Ревякин, А.Т. Табашников, Е.М. Самойленко, В.И. Драгайцев. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 156 с.

УДК 631.553

### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ ИЗ ТРАВ

*Крюкова Надежда Сергеевна, студент-магистрант  
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация: исследована связь между потерями питательных веществ при заготовке кормов из трав и технологией заготовки. Рассмотрены современные технологии, обеспечивающие заготовку качественных*

кормов из трав.

**Ключевые слова:** заготовка кормов; корма из трав; грубые корма; сено; травяная мука

Основные источники для заготовки кормов – естественные и сеяные травы. Из трав получают грубые корма (сено, сенаж, травяную муку, гранулы, брикеты) и сочные корма (силос).

Потери питательных веществ при заготовке кормов складываются из механических (из-за высокого среза растений, обламывания листьев и соцветий при ворошении и сгребании, неполного подбора, просыпаний, выветривания и т. п.), биохимических и др. Питательные вещества могут также вымываться дождями. Так, при естественной сушке сена теряется от 25 до 50 % питательных веществ, в том числе на механические потери приходится до 10 %. Причем, чем выше влажность заготавливаемого корма, тем меньше потери сухого вещества при уборке, но больше – при хранении. Усредненные суммарные потери сухого вещества кормов из трав в процессе заготовки и хранения приведены на рис. 1 [1].

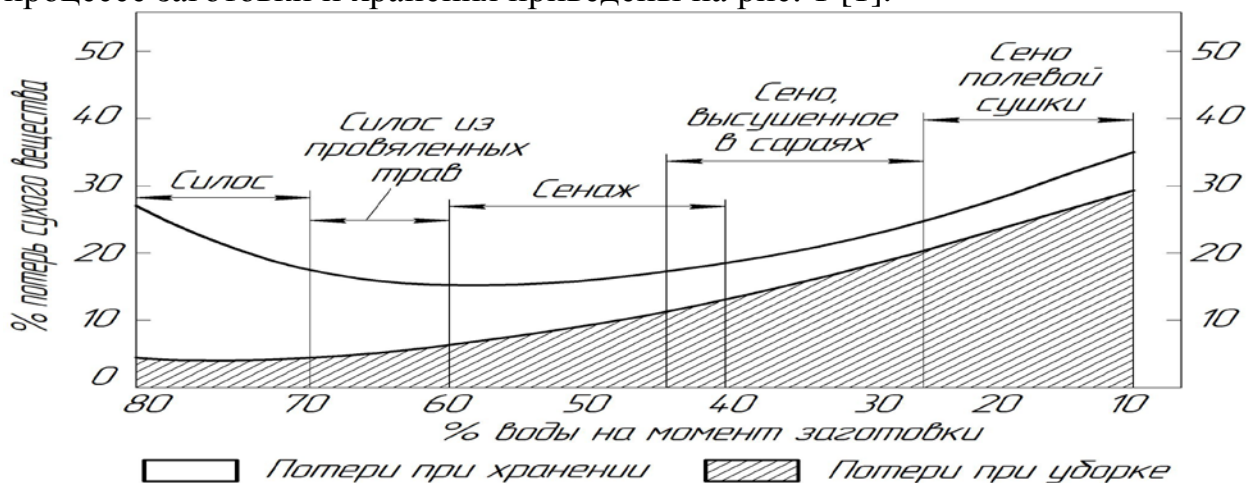


Рис. 1. Потери сухого вещества кормов из трав при заготовке и хранении

Качество и количество корма во многом определяются сроками начала и проведения уборки. Сеяные злаковые травы скашивают на сено в фазе колошения (выметывания) – начале цветения, сеяные бобовые травы – в фазе бутонизации – начале цветения. Уборку силосных культур лучше начинать при влажности 70...75%. Для приготовления сенажа и травяной муки многолетние бобовые травы скашивают не позднее фазы полной бутонизации растений, однолетние бобовые – в фазе цветения – начале образования бобов, злаковые – в конце фазы выхода в трубку – начале колошения.

Высоту скашивания выбирают исходя из минимальных потерь урожая, необходимости подбора скошенной массы со стерни и сохранения продуктивности травостоя. Оптимальная высота скашивания клеверозлаковых травостоев и однолетних трав – 4...6 см, злаковых трав естествен-

ных сенокосов при первом укосе – 5...6 см от поверхности почвы, во втором – 6...7, для многолетних трав первого года пользования – 9...10 см. Осенью травы скашивают на высоте 7...8 см.

Траву на сено скашивают в утренние часы: в таком корме сохраняется в 1,4...2 раза больше каротина. Так как днем трава сохнет более интенсивно в прокосах, а не в валках, последние нужно разбрасывать ротационными граблями, в том числе сразу после скашивания косилками с валкообразователями. Число ворошений определяют исходя из конкретных условий: погодных, урожайности и видового состава травостоя. Так, при трех-четырёх ворошениях у бобовых осыпается много листьев, у злаковых такие потери значительно меньше. В жаркую сухую погоду может быть достаточно двух ворошений, если же прошел дождь, то после испарения влаги с поверхности травы надо провести дополнительное ворошение.

На рис. 2 представлена схема наиболее распространенных технологий заготовки кормов (пунктиром обозначены операции, обязательные при неблагоприятных погодных условиях) [2, 3].

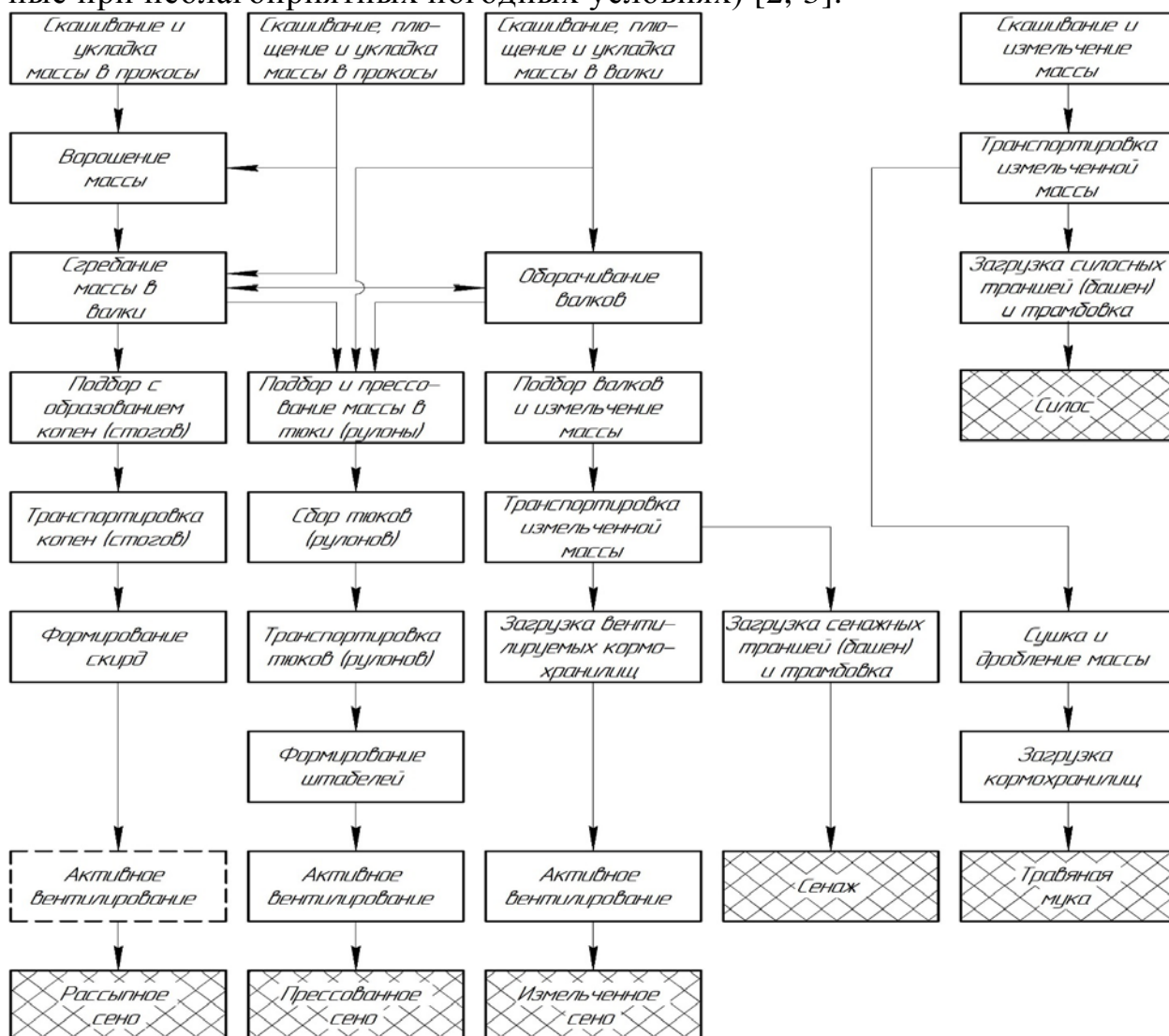


Рис. 2. Технологии заготовки кормов из трав



Сено получают в полевых условиях в результате естественной сушки травы до влажности 16...18%, при этом чем быстрее протекает процесс сушки травяной массы, тем меньше потери питательных веществ и лучше полученный корм, а дальнейшее хранение сена не сопровождается потерей питательных веществ [4, 5].

При неблагоприятных погодно-климатических условиях провяленную до влажности 35...40% массу досушивают с помощью установок активного вентилирования.

Измельченное сено получают из провяленной до влажности 35...40% травы, которую затем измельчают на отрезки 8...15 см и досушивают активным вентилированием.

Время пребывания такого корма в поле сокращено, что также уменьшает потери питательных веществ.

Прессованное сено представляет собой прямоугольные тюки или цилиндрические рулоны. Массу подбирают при влажности 20...22% и прессуют до плотности 200 кг/м<sup>3</sup> с помощью пресс-подборщиков. По сравнению с рассыпным сеном прессованное сено более качественное: потери листьев ниже примерно в 2,5 раза, потребность в кормохранилищах ниже в 2...3 раза. Кроме того, такая технология позволяет уменьшить затраты труда при заготовке сена и подготовке к скармливанию.

Сенаж получают из трав, провяленных до влажности 40...55 %, а затем измельченных (длина частиц 2...5 см). Его хранят без доступа воздуха в хранилищах башенного или траншейного типа, уплотняя при закладке до плотности 400 кг/м<sup>3</sup>.

Травяную муку получают из убранных в ранние фазы вегетации трав. Такую массу измельчают до длины частиц 2...3 см и высушивают в высокотемпературных сушильных агрегатах, а затем размалывают в муку. При такой технологии содержащиеся в корме питательные вещества максимально сохраняются независимо от погодных условий. Недостатком технологии являются большие затраты топлива и электроэнергии на сушку, что существенно удорожает корм.

Силос получают из свежескошенной измельченной травяной массы, которую закладывают в траншеи с трамбовкой до плотности 500 кг/м<sup>3</sup> и хранят без доступа воздуха. Размер частиц составляет 2...10 см и зависит от влажности массы: чем меньше влажность, тем мельче частицы [2, 3].

Таким образом, существенное влияние на качество корма оказывает выбор технологии заготовки корма, что зависит от целого комплекса природно-хозяйственных условий: потребности в разных видах корма, погодных условий в период заготовки кормов, наличия техники в хозяйстве и других факторов.

### Список литературы

1. Короткевич, А.В. Технологии и машины для заготовки кормов из трав и силосных культур: Учеб. Пособие / А.В. Короткевич. – Мн.: Ураджай, 1991. – 383 с.
2. Нуйкин, А.А. Машины для заготовки кормов. Часть 1: Технический справочник из серии «Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники» / А.А. Нуйкин, Н.П. Ларюшин, А.В. Мачнев. – Пенза: ПензАГРОТЕХсервис, 2005. – 184 с.
3. Инновационные технологии и комплексы машин для заготовки и хранения кормов: Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 140 с.
4. Попов, В.Д. Анализ процесса сушки травы / В.Д. Попов, А.М. Валге, А.И. Сухопаров, С.В. Гайдидей // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 88. – С. 103-110.
5. Валге, А.М. Определение компонент уравнения сушки травы по экспериментальным данным / А.М. Валге, А.И. Сухопаров, С.В. Гайдидей, И.В. Ерохин // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1(25). – С. 77-83.

### УДК 631.31

#### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

*Крюкова Надежда Сергеевна, студент-магистрант  
Острецов Владимир Николаевич, науч. рук., д.э.н., профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** *полевые работы – основной вид сельскохозяйственных работ, выполняемых в полевых условиях комбайнами, самоходными сельскохозяйственными машинами или машинно-тракторными агрегатами. И являются одним из важнейших факторов, определяющих эффективность сельскохозяйственного производства.*

**Ключевые слова:** *полевые работы, машинно-тракторный парк, сельскохозяйственные машины, машинно-тракторные агрегаты, эффективность, надежность агрегатов*

Полевые работы представляют собой последовательно-параллельные агротехнические операции выполняемые, как правило, сложными механизмами индивидуально (комбайны) или сочетанием сложных механизмов (трактор + сельскохозяйственная машина) [1]. Каждый из механизмов обладает индивидуальными показателями надежности, оказывающих влия-

ние на вероятность своевременного выполнения как одной операции в частности, так и на выполнение всей технологической цепочки, реализуемой, например, при возделывании и уборке зерновых. В большинстве хозяйств, для выполнения той или иной операции имеется минимум две единицы техники. И комплектование машинно-тракторного агрегата механизмами, обладающими необходимой надежностью, позволит повысить вероятность своевременного и качественного выполнения полевых работ [2, 3]. От сроков выполнения и качества полевых работ зависит урожайность и валовый сбор сельскохозяйственных культур, что в конечном итоге оказывает влияние на обеспеченность кормами крупного рогатого скота.

Повышение эффективности выполнения полевых работ позволит снизить себестоимость одной кормовой единицы тем самым, оказав влияние на снижение себестоимости конечного продукта, которым для подавляющего большинства сельскохозяйственных предприятий Вологодской области является молоко.

Для этого необходимо:

- исследовать и оценить основные технологии по технологическим картам предприятий;
- изучить перечень машин и собрать показатели надежности по расходу запасных частей и идентификации отказа;
- собрать показатели надежности машин, применяемые при выполнении полевых работ и оценить их.

Надежность агрегатов используемых при выполнении полевых работ является одним из основных факторов, влияющим на сроки выполнения операций. Выполнение полевых работ в кратчайшие сроки без простоев по техническим причинам повысит эффективность сельскохозяйственного производства и снизит себестоимость конечного продукта [3].

Обеспечение необходимого уровня надежности машинно-тракторного агрегата путем комплектования наиболее надежными агрегатами, позволит повысить вероятность своевременного выполнения полевых работ [4, 5].

### Список литературы

1. Новожилов, А.И. Модель машинно-тракторного агрегата / А.И. Новожилов, Б.А. Арютов, Е.А. Лукашин, А.А. Потоцкий // Вестник Курской ГСХА. – 2010. – № 5. – С. 80-81.
2. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве: Учебное пособие / Б.А. Арютов и др. –М.: Академия Естествознания, 2010.
3. Арютов, Б.А. Повышение эффективности производственных процессов в растениеводстве / Б.А. Арютов, А.И. Новожилов, А.В. Пасин // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 6. – С. 50-51.
4. Смелик, В.А. Технологическая надежность сельскохозяйственных агре-

готов и средства ее обеспечения / В.А. Смелик. – Ярославль: ЯГСХА, 1999. – 230 с.

5. Смелик, В.А. Критерии оценки и методы обеспечения технологической надежности сельскохозяйственных агрегатов с учетом вероятностной природы условий их работы: дис. ...доктора техн. наук / В.А. Смелик. – СПб., 1999. – 561 с.

**УДК 629.114.456.2:006.354**

## **ОБЗОР УСТРОЙСТВ УЧЕТА МОЛОКА НА УСТАНОВЛЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ И МОБИЛЬНЫХ ЕМКОСТЯХ**

*Кузнецов Сергей Васильевич, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье изложен обзор устройств для учета молока при его приемке и транспортировке.*

***Ключевые слова:** молоко, учет, цистерна, транспортировка, расходомер*

Молоко является одним, если не самым, распространенным товаром сельскохозяйственного производства. И это не просто так, ведь оно высокопитательное и включает в себя все вещества, необходимые для поддержания жизни и развития организма в течении длительного времени.

Молоко улучшает соотношение составных частей пищевого рациона. Оно содержит все необходимые для человеческого организма питательные вещества (белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины) в легкоперевариваемой форме, при этом соотношение питательных веществ в молоке является оптимальным для удовлетворения потребности организма в них.



Рис.1 Цистерна для перевозки молока

Принимая во внимание эти качества, стоит отметить, что молоко требует особого обращения при транспортировке и учете. Для перевозки

используются цистерны на автомобильном шасси. Емкости имеют хорошую теплоизоляцию для сохранения оптимальных условий хранения, а также материал внутренних стенок из нержавеющей стали, чтобы не допустить химической реакции с продуктом.

Современная экономика требует тщательного учета. Особенно это актуально там, где выпускаемая продукция текуча, как, например, в животноводстве на различных этапах производственной цепочки. Ведется учет молока на ферме, а также и на перерабатывающем предприятии, где особенно это важно перед реализацией товарных партий в торговую сеть.

В любом случае, крайне необходимо вести учет каждого литра молока на предприятии, потому что всем участникам процесса для дальнейших взаимных расчетов следует точно знать: какой объем продукта поступает из доильного зала в охладитель, а затем отпускается с фермы на пастеризацию и выпуск молочной продукции – творога, сметаны, кефира или ряженки. Эта информация необходима и для гарантированного обеспечения качества единицы продукции переработки молока, поскольку действующие стандарты требуют строго определенных объемов сырья.

Поэтому учет молока – процесс сложный и ежедневный. И помогают в нем специальные счетчики учета молока, представляющие собой цифровые приборы, которые в отдельных случаях монтируются и непосредственно в доильные агрегаты, и с высокой точностью фиксируют прохождение продукта в конкретной точке производственной цепочки.

Учет молока производится с помощью стационарных расходомеров на пунктах его отгрузки, на фермах и на молокообработывающих заводах.



Рис.2. Счетчик молока K-24



Рис.3. Счетчик молока CM-16

Данный тип счетчиков (рис. 2) устанавливается после насоса на выкачку из охладителя молока в молоковоз или обратно. Счетчик прост в эксплуатации и легок в монтаже.

Счетчик молока CM-16 (рис. 3) предназначен для группового учета надоя молока и перекачки молока в молоковоз из молочного танка.

Счетчик молока состоит из прозрачного, легко разборного корпуса, позволяющего осуществлять визуальный контроль его работы, а также очищать измерительный механизм. В счетчике молока CM-16 предусмот-

рена возможность его калибровки в производственных условиях. Блок индикации счетчика молока СМ-16 оснащен энергонезависимой системой хранения информации, которая сохраняется в течение пяти минут после отключения питания.

Данные устройства учета позволяют фермерам точно знать, сколько молока они отгрузили. Однако сбор продукта с нескольких небольших хозяйств становится проблематично вести учет о том, сколько от куда поступило, так же возникает затруднение в оптимальной загрузке цистерны.

Эти трудности устраняются установкой на мобильные емкости (автоцистерны) оборудования учета. Помимо этого такие системы способствуют дополнительному контролю качества.



Рис.4. Американский молоковозот Advance Engineered Products Group



Рис.5. Французский молоковозот TremCar

Помимо вышеуказанных плюсов, такого рода системы способствуют большему сроку эксплуатации молоковозов благодаря избеганию перегрузов.

Сегодня на отечественном рынке специализированного молочного оборудования не имеется приборов учета молока устанавливаемых на мобильные молочные цистерны, есть импортные счетчики молока, однако стоимость данных устройств, слишком велика для сельхозтоваропроизводителей. В условиях импортозамещения и повышения уровня молочного производства необходимо разрабатывать отечественное оборудование, отвечающее современным требованиям.

### Список литературы

1. Трухачев, В.И. Молоко: состояние и проблемы производства: Монография / В.И. Трухачев, Н.З. Злыднев, Е.И. Капустина. – СПб.: «Лань», 2018 – 300 с.
2. Родионов, Г.В. Технология производства и оценка качества молока: Учебное пособие / Г.В. Родионов, В.И. Остроухова, Л.П. Табакова. – СПб.: «Лань», 2018 – 140 с.
3. Tremcar designs in greater flexibility for milk transport tanks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bulktransporter.com/cargo-tanktrailers/tremcar-designs-greater-flexibility-milk-transport-tanks>.

4. Stainless steel farm pickup [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tremcar.com/en/stainless-steel-farm-pickup/>.
5. Романов, А.С. Технология создания сельских дорог / А.С. Романов, А.Н. Шарыпов, Н.Н. Кузнецов // Современное состояние и перспективы развития науки, техники и образования: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – 2018. С. 118-120.
6. Ивановская, В.Ю. Территориальные изменения в использовании земель Вологодской области / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская // Проблемы рационального использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – С. 169-173.

**УДК 631.22.01**

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ  
ТРУБЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕК  
НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ**

*Кулак Максим Иванович, студент  
Костюченко Кирилл Константинович, студент  
Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье рассмотрены виды и особенности применения трубчатых цилиндрических конструкций, использование безмоментной теории для расчета толщины стенок цилиндрических емкостей на фермах КРС.*

***Ключевые слова:** животноводческие фермы, трубчатые цилиндрические конструкции, тонкостенные оболочки, безмоментная теория*

Производство молока и говядины является одним из самых рентабельных в животноводческой отрасли агропромышленного комплекса нашей страны. Согласно данным Национального статистического комитета, в Республике Беларусь в 2018 году произведено 7,345млн. тонн молока. Хозяйствами всех категорий за 2018 год реализовано скота и птицы на убой (в живом весе) 1728,7 тыс. тонн. Из общего объема реализации почти 40% приходилось на реализацию птицы, 31,4% – крупного рогатого скота, 28,7% – свиней. Всего в республике насчитывается 1357 сельскохозяйственных организаций по данным на 1 января 2018 года [1].

Фермы по выращиванию и содержанию крупного рогатого скота являются сложными технологическими сооружениями, включающими оборудование для ограничения места пребывания животных, их кормления и поения, доения и удаления отходов жизнедеятельности. В основном перечисленное оборудование представляет собой цилиндрические трубы или

тонкостенные оболочки.

Современное оборудование для ферм способствует снижению трудозатрат, упрощению процессов содержания, кормления скота, увеличению производственных мощностей. Усовершенствование технологического оборудования способствует максимальной автоматизации процессов содержания КРС.

Стойловое оборудование – это комплексы из оцинкованного металла, которые применяются для содержания поголовья животных в соответствии с зоотехническими требованиями (рисунок 1). Применение правильно сконструированного места для содержания отдельного животного обеспечивает должный уровень гигиены в коровниках, положительно влияет на здоровье и репродуктивные функции животных.

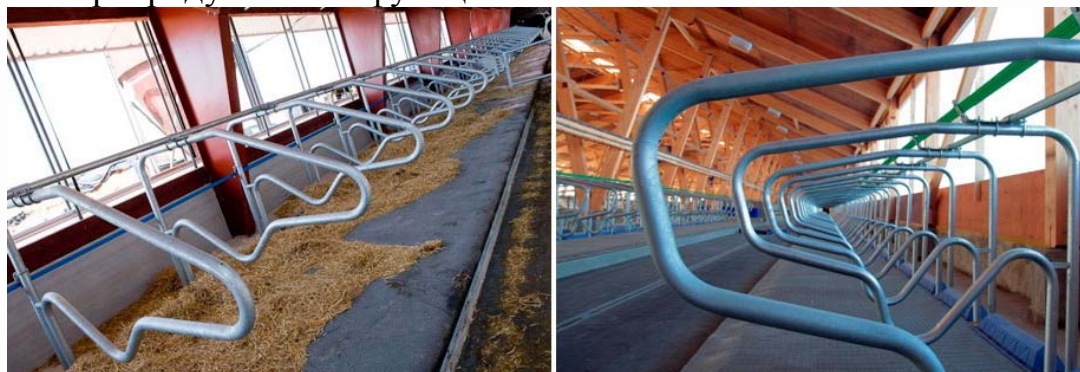


Рис 1. Стойловое оборудование ферм КРС

Внутренние водопроводные сети животноводческих ферм предназначены для непосредственного распределения воды между потребителями внутри зданий. Схема разводки труб и виды водораздаточных приборов, устанавливаемых на водопроводной сети, зависят от технологических операций, на которые расходуется вода. Для бесперебойной подачи воды на производственные нужды внутренние водопроводные сети, как правило, выполняют кольцевыми. Если по условиям производства допускается перерыв в подаче воды, то возможно применение тупиковых водопроводных сетей.

Для устройства внутренних водопроводов в основном применяют стальные оцинкованные водогазопроводные трубы, соединяемые резьбой или сваркой. Водопроводные сети перед сдачей в эксплуатацию испытывают на прочность и герметичность. Испытания проводят под давлением воды, создаваемым в сети гидравлическим прессом.

Наружные водопроводные сети из чугунных, стальных и асбестоцементных труб испытывают дважды: при открытых траншеях и после их засыпки [2].

Применение оцинкованных труб для внутренних водопроводных сетей и стойлового оборудования обусловлено повышенным содержанием аммиака в воздухе внутри помещения даже при наличии современной вен-



тиляционной системы.



Рис. 2. Системы водопоения ферм КРС

Наиболее опасными для целостности трубчатых конструкций являются сечения в Т-образных соединениях, разрушение в которых происходит в продольном направлении (рисунок 3).

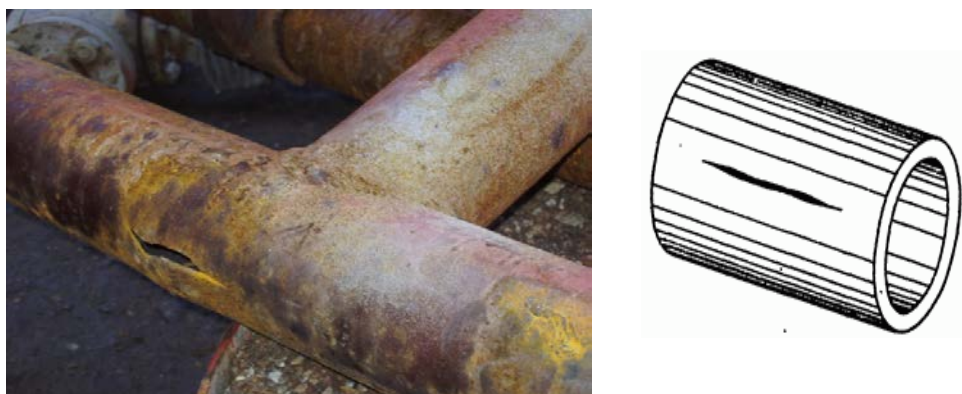


Рис. 3. Разрушение цилиндрических трубчатых конструкций

Молокопроводы должны быстро разбираться и собираться, быть доступными для мойки и чистки. Их изготавливают обычно из нержавеющей стали, меди и алюминия. При этом медные трубы покрывают слоем пищевого олова. Также широкое распространение получают стеклянные и полимерные трубы (рисунок 4). При расчете молокопровода необходимо учитывать тот факт, что при перемещении продукта должна сохраняться неизменность качества продукта [3]. Это достигается правильным выбором режима движения и соответствующими, заданными технологически скоростями движения различных молочных продуктов. С учетом количества перемещаемого продукта рассчитывается требуемый диаметр трубопровода:

$$d = \sqrt{\frac{4M}{3600\pi V}}, \quad (1)$$

где  $M$  – расход продукта м<sup>3</sup>/ч;

$V$  – скорость движения молока по трубопроводу.

При скорости молока в интервале 0,5-1,5 м/с для производительности 25000 л/ч = 25 м<sup>3</sup>/ч диаметр молокопровода должен быть равен примерно 100мм.

Молокопровод монтируется ниже уровня доильных станков по тупиковой схеме с уклоном в сторону молокоприемника не менее 0,4%. Укомплектован специальными кронштейнами для подсоединения молочно-вакуумных клапанов на каждом молочном посту. Молокопровод соединяют с трубопроводом промывки посредством разделителя. Напорный молокопровод комплектуется клапаном слива, который предназначен для слива из молочной системы остатков моющего раствора.



Рис. 4. Варианты труб для молокопроводов

Напорный трубопровод для транспортировки навоза влажностью 76-91% за пределы территории фермы в навозохранилище изготавливается из стальных труб диаметром 300мм и располагается ниже уровня промерзания грунта. Главным достоинством установок такого типа является возможность транспортирования густого подстилочного навоза и подачи его в навозохранилище снизу «под уровень», что предотвращает его промерзание. Значительно улучшается также санитарное состояние ферм или комплексов [4].



Рис. 5. Трубопровод для транспортировки навоза

Тонкостенной называется оболочка, имеющая форму тела вращения, толщина которой мала по сравнению с радиусами кривизны ее поверхно-

сти. В стенках оболочек при действии давления возникают напряжения (рисунок 6):

- $\sigma_r$  - радиальные, действующие вдоль радиуса;
- $\sigma_t$  – тангенциальные;
- $\sigma_m$  – меридиональные, касательные к меридиану.

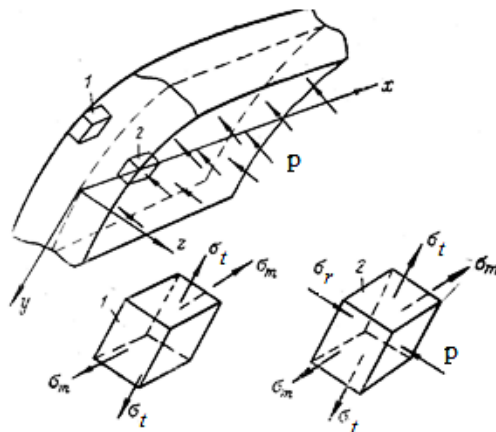


Рис. 6. Напряжения, возникающие в стенках оболочек

В точке 2 на внутренних волокнах действуют все три напряжения  $\sigma_r$ ,  $\sigma_t$  и  $\sigma_m$ , и напряженное состояние будет трехосным, т.е. объемным. В точке 1 на наружных волокнах – действуют только два напряжения  $\sigma_t$  и  $\sigma_m$  и напряженное состояние будет двухосным, т.е. плоским. Распределение напряжений по толщине стенки неравномерное. Чем меньше отношение толщины оболочки  $S$  к ее радиусу  $R$ , тем точнее выполняется предположение о постоянстве напряжений по толщине и тем точнее выполняются расчеты по безмоментной теории. Безмоментная теория принимает допущение, что возникающие в оболочке напряжения постоянны по толщине, и не учитывает влияние моментов на напряженное состояние материала оболочки.

Толщина стенки  $S$  определяется на основании третьей теории прочности наибольших касательных напряжений из условия прочности по этой теории:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sigma_1 - \sigma_3 \leq [\sigma] \quad (2)$$

где  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$  – эквивалентное напряжение, МПа;

$\sigma_1$  и  $\sigma_3$  – главные напряжения, действующие по главным площадкам, на которых касательные напряжения  $\tau$  равны нулю;

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение, которое определяется по справочным таблицам в зависимости от материала и расчетной температуры.

Решая уравнение (2), получим формулу для расчета толщины стенки цилиндрической обечайки:

$$S = \frac{P \cdot D_B}{2 \cdot [\sigma] - P} \quad (3)$$

В соответствии с ГОСТ Р 52857. 2 данная формула преобразована, и расчет производится по следующей зависимости [5]:

$$S_R = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{P_{рас}^t \cdot D_E}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_t - P_{рас}^t} \\ \frac{P_{рас}^н \cdot D_E}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{20}^н - P_{рас}^н} \end{array} \right. \quad (4)$$

$$S_{ц} = S_R + c + c_0 \quad (5)$$

где  $S_R$  – расчетная толщина стенки, мм;

$S_{ц}$  – исполнительная толщина стенки цилиндрической обечайки с учетом суммы прибавок;

$P_{рас}^t, P_{рас}^н$  – расчетные давления соответственно в рабочих условиях и при испытаниях;

$[\sigma]_t, [\sigma]_{20}^н$  – допускаемые напряжения соответственно в рабочих условиях и при испытаниях;

$j$  – коэффициент прочности сварного шва.

С учетом коэффициента прочности сварного шва  $j$  и суммы прибавок  $C$  формула в окончательном варианте запишется:

$$S_{учн(ГОСТ)} = \frac{P \cdot D_E}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P} + c \quad (6)$$

где  $c$  – сумма прибавок на округление толщины стенки до стандартного значения, на коррозию и эрозию, на минусовое отклонение по толщине листа, технологическая прибавка, которая возникает в результате изготовления аппарата.

Примером конструкций, представляющих собой тонкостенные оболочки, на животноводческих фермах являются емкости для хранения молока, водонапорные башни, бункеры для хранения кормов.

### Список литературы

1. Медведева, И.В. Сельское хозяйство Республики Беларусь (Статистический сборник) / И.В. Медведева, Ж.Н. Василевская. – 2018. – 235 с.
2. Костин, Г.Н. Основные технологические схемы водоснабжения животноводческих и других объектов, основное оборудование / Г.Н. Костин. – Киров, 2005. – 216с.
3. Илюхин, В.В. Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев, М.Я. Бурлев. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 500с.
4. Мурусидзе, Д.Н. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства / Д.Н. Мурусидзе. – Москва: КолосС, 2005. – 296 с.
5. Пикуль, В.В. Механика оболочек / В.В. Пикуль. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 535 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДИСТЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ  
СТАЛЕЙ В НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ  
ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬХОЗМАШИН**

*Кучук Денис Викторович, студент  
Андрушевич Андрей Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** работа посвящена изучению структуры и свойств углеродистых конструкционных сталей в нанокристаллическом состоянии, используемых в деталях рабочих органов сельхозмашин.*

***Ключевые слова:** сталь, нанокристаллическая структура, твердость, закалка, мартенсит, деталь*

*Введение.* На современном этапе развития материаловедения требуемые конструктивные прочность, надежность, долговечность, износостойкость применяемых конструкционных материалов, в частности, сталей, должны достигаться путем целенаправленного формирования в них субмикро- и нанокристаллического состояния структуры [1].

Одним из наиболее перспективных и востребованных подходов в получении новых материалов с уникальным сочетанием их служебных свойств является создание изделий с наноструктурированным объемным строением. Такой подход в производстве стальных деталей недостаточно изучен и по существу находится на начальном этапе освоения.

Из теории сплавов и производственного опыта известны основные методы формирования наиболее благоприятной структуры и обеспечения прочности и надежности получаемых изделий: рациональным легированием, измельчением зерна, пластическим деформированием, улучшением металлургического качества стали и др. Большое применение в использовании конструкционных материалов нашли углеродистые стали пониженной прокаливаемости (ПП), в которых присутствие легирующих элементов сведено к минимуму (в суммарном количестве не более 0,5%), а стоимость невысокая [2].

Детали рабочих органов сельскохозяйственной техники относятся к числу самых сложных изделий сельскохозяйственного машиностроения. Повышение их работоспособности является важной задачей отечественного сельскохозяйственного машиностроения и ремонтного производства. Замена дорогостоящих легированных сталей является актуальной задачей ресурсосбережения, которая может быть обоснованно решена при повышении прочностных свойств углеродистых конструкционных сталей до уровня легированных [3].

Формирование нанодисперсных структур за счет фазового превра-

щения в процессе термической обработки сталей требует прецизионного выбора специальных режимов охлаждения (оптимальные значения температуры охлаждающей среды и повышенная скорость охлаждения), которые традиционными методами закалки (например, погружением в воду) не достижимы [4].

Проведенными экспериментами по охлаждению стальных образцов потоком жидкости под давлением 0,1–0,5 МПа установлена возможность формирования в них развитой фрагментированной структуры мартенсита (разориентированных микрообластей – *фрагментов* игл мартенсита при мартенситном превращении) в результате интенсивного водяного охлаждения со скоростями закалки выше 10 000 град/с [2].

Целью настоящей работы являлось изучение возможностей применения в деталях рабочих органах сельскохозяйственных машин углеродистых конструкционных сталей пониженной прокаливаемости в наноструктурированных состояниях.

*Методики проведения исследований.* Термическую обработку деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин (лемеха, доски, диски и др.) из углеродистой стали 60ПП выполняли на экспериментальной закалочной установке с различной интенсивностью охлаждения. Детали нагревали при закалке до температуры 830–840 °С. Охлаждение осуществляли потоком воды при различных давлениях 0,1–1 МПа в температурных пределах 5–35 °С. Время интенсивного охлаждения составило 0,5–5 с в зависимости от толщины. Время выдержки составляло 10 минут. Низкий отпуск выполняли при температуре  $180 \pm 5$  °С. Микроструктуру исследовали на образцах, вырезанных из деталей рабочих органов, после различных режимов термической обработки.

*Результаты исследований.* Углеродистая конструкционная сталь 60ПП в состоянии поставки после отжига и механической обработки имеет феррито-перлитную структуру, что не обеспечивает требуемых механических и эксплуатационных свойств изготавливаемых деталей.

Применяемые температурно-временные режимы закалки и последующего отпуска деталей для получения структуры мартенсита отпуска повышенной твердости (60–62 HRC) приводят к высокой хрупкости стальных изделий, снижая их срок службы. При этом образуется типичная структура мартенсита углеродистой закаленной стали, которая имеет характерный мелкоигльчатый вид, свойственный пакетному (речному) типу при температурах переохлаждения до 240–180 °С. Размер реек – 5–6 мкм [4].

При большей степени переохлаждения до температур 150–80 °С образуется мелкоигльчатый мартенсит (максимальная длина игл 35 мкм). Использование водяного охлаждения при закалке стали 60ПП со сверхинтенсивным охлаждением при понижении температур до 80–20 °С позволяет сформировать в упрочняемой зоне изделия объемное нанокристаллическое

состояние. Структура упрочненного слоя – очень мелкоигльчатый мартенсит 2-3-го баллов с небольшим количеством остаточного аустенита. Максимальная длина мартенситных игл – 3 мкм, толщина игл – порядка 0,2 – 0,3 мкм. Твердость по Роквеллу упрочненного слоя составляет 56 – 57 HRC.

Статистические данные по средней длине фрагментов мартенситных пластин стали 60ПП в результате закалки плоских деталей толщиной 6–12 мм показали, что размер 80% фрагментов находится в диапазоне 0,02–0,08 мкм. После низкого отпуска при 180 °С размеры фрагментов изменяются незначительно, а 60% составляют фрагменты зерен мартенсита размерами 0,02–0,06 мкм [4].

В результате испытаний на изгиб образцов стали 60ПП после термического упрочнения по предложенному режиму охлаждения в закаленном состоянии и после низкого отпуска установлено, что наноструктурные изменения приводят к значительному увеличению предела прочности на изгиб (в 1,35–1,45 раза). Значения предела прочности на изгиб стали 60ПП при традиционных режимах закалки и отпуска составляют не более 2500–3000 МПа.

*Заключение.* Применение интенсивного закалочного охлаждения с высокой скоростью закалки и последующего низкого отпуска формирует в деталях из углеродистых сталей пониженной прокаливаемости нанокристаллическую структуру мартенсита, что позволяет достигнуть оптимального соотношения механических характеристик.

Для быстро изнашиваемых деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин наиболее целесообразно применение углеродистых конструкционных сталей пониженной прокаливаемости после специальной термической обработки в результате сочетания повышенных механических свойств при невысокой стоимости.

### Список литературы

1. Рыбин, В.В. Технологии создания конструкционных наноструктурированных сталей / В.В. Рыбин и др. // МИТОМ. – 2009. – №6 (643). – С. 3-7.
2. Шило, И.Н. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило и др. Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.
3. Андрушевич, А.А. Конструкционные стали для изготовления почворезущих элементов сельскохозяйственных машин // А.А. Андрушевич, Д.В. Кучук // Техсервис-2018: Материалы научн.-практ. конф. студентов и магистрантов. – Минск, 2018. – С. 90-93.
4. Андрушевич, А.А. Формирование нанокристаллического состояния в деталях из углеродистых конструкционных сталей / А.А. Андрушевич и др. // Литье и металлургия. – 2018. – №2(91). – С. 113-118.

УДК 636.4.084.7

## РАСЧЕТ КАРКАСА МОДУЛЬНОЙ СВИНОВОДЧЕСКОЙ МИНИ-ФЕРМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Ласица Павел Васильевич, студент  
Довнар Никита Дмитриевич, студент  
Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Беларусь*

***Аннотация:** в статье приведены данные о современном состоянии свиноводческой отрасли агропромышленного комплекса Республики Беларусь; рассмотрены преимущества и конструкция модульной мини-фермы для откорма и содержания свиней; показаны особенности расчета каркаса модульной фермы как пространственной статически неопределимой системы с помощью программы RSTAB 8.18.*

***Ключевые слова:** свиноводство, модульная мини-ферма, расчет пространственных конструкций, деформация металлического каркаса при нагружении, программа RSTAB 8.18*

Агропромышленный комплекс – одна из важных отраслей экономики Республики Беларусь. В сельском хозяйстве задействовано 9,7% рабочего населения страны, доля продукции сельскохозяйственной отрасли в ВВП республики составляет около 7,5%. В 2018 году насчитывалось 1357 сельскохозяйственных организаций, 2652 фермерских хозяйств, свыше 4000 личных подсобных хозяйств.

Основу агропромышленного комплекса составляют растениеводство и животноводство, находящиеся на этапе реконструкции, внедрения новых технологий и привлечения инвестиционных средств. С увеличением количества мелкотоварных сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств наблюдается рост поголовья свиней. По статистическим данным на начало 2017 года поголовье свиней в РБ составляло 3145 тыс. голов; на начало 2018 года – 3156 тыс. голов, т.е. увеличилось на 11 тыс. голов [1].

Свиноводческие фермы являются сложными технологическими сооружениями, оборудованные станками для содержания животных, системой кормления, поения и удаления отходов жизнедеятельности. В Беларуси имеется 7 крупнейших свиноводческих хозяйств с поголовьем от 10 до 50 тысяч, общей численностью около 105 тысяч голов.

Большая часть свиноферм используют оборудование, фактически выработавшее свой ресурс, что приводит к увеличенному расходу кормов и топлива, высоким затратам труда из-за низкого уровня механизации, плохим санитарно-гигиеническим условиям содержания и повышению



заболеваемости животных и т. д. В основном скот размещен в устаревших помещениях, которые не приспособлены для внедрения современных технологий.

Одной из причин недостаточных среднесуточных привесов свиней на выращивании и откорме является, состояние материально-технической базы в свиноводстве, не позволяющее обеспечить выполнение современных технологических требований. Реконструкция и техническое переоснащение позволит не только совершенствовать технологию выращивания нежвачных парнокопытных, но и обеспечивать технологические параметры производства.

Анализ отечественного и мирового опыта производства сельскохозяйственной продукции показывает, что при применении современных инновационных производственных ферм, отражающих применение новых технологий и высокопроизводительное оборудование, обеспечивают повышение продуктивности животных за счет сбалансированного кормления, создания бесстрессовых и комфортных условий содержания с использованием при этом новых технических средств [2].

Санкт-Петербургским Федеральным государственным бюджетным научным учреждением "Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства" в 2014г. предложено решение этих проблем применением модульных мини-ферм на малых свиноводческих предприятиях, в фермерских и личных подсобных хозяйствах.

Мини-ферма представляет собой быстровозводимое здание на основе металлического каркаса с использованием сборных конструкций или сэндвич-панелей с установкой современного наукоемкого технологического оборудования в зависимости от назначения фермы (рисунок 1).

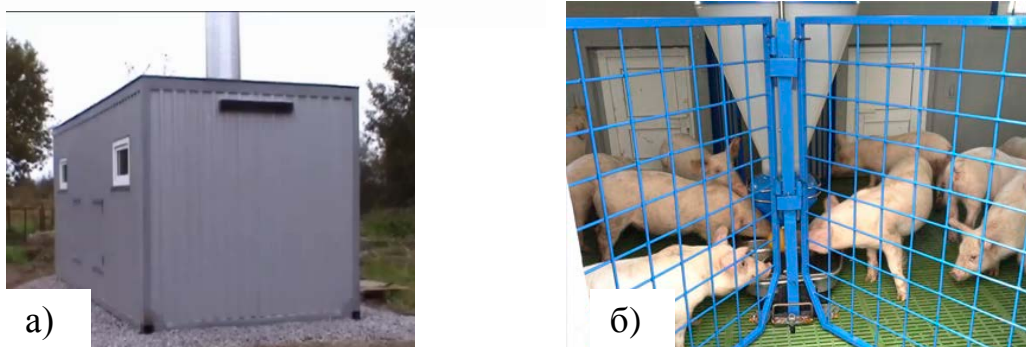


Рис. 1. а) общий вид модульной мини-фермы для откорма свиней;  
б) бункерная кормушка

Для обеспечения процессов кормления и поения свиней устанавливается бункерная кормушка, для удаления навоза используется лотково-коллекторная система периодического действия. Техничко-технологические параметры фер-

мы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-технологические параметры модульной фермы для откорма 75 поросят в год

Показатели	Ед. измерения	Значения
Размеры (габариты фермы)	мм х мм х мм	6000х2400х2500
Продолжительность одного производственного цикла	дн	100
Среднесуточный привес поросят	гр/сут	800
Расход кормов	т/цикл	4,9
Расход воды	куб. м/цикл	12,41
Расход электроэнергии	кВт/цикл	74
Затраты труда	чел.час/ц	3,6

Преимущества модульная мини-фермы на основе блок-контейнера следующие:

- применение современных технологий кормления, поения и навозоудаления, повышающих рентабельности производства и в 1,5–2 раза снижающих уровень затрат труда;
- улучшение санитарно-гигиенических условий, благоприятно отражающееся на продуктивности животных;
- снижение процента стрессовых ситуаций при понижении времени для обслуживания животных (15-30 минут в день);
- малый срок постройки и отсутствие необходимости капитального фундамента.

Конструкция каркаса модульной мини-фермы представляет собой сложную статически неопределимую пространственную систему (рисунок 2), прочностные расчеты которой значительно сложнее, чем плоской. Поэтому в зависимости от вида нагружения допускаются соответствующие упрощения. Расчет каркаса начинается с определения статических и динамических нагрузок, действующих на него.

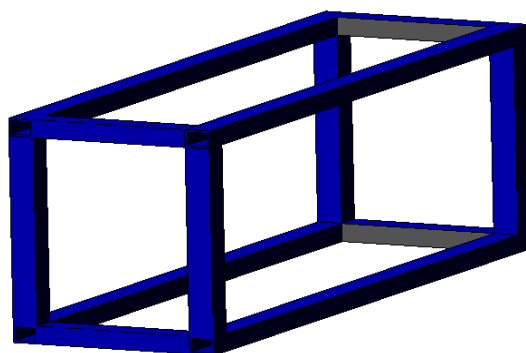


Рис. 2. Каркас модульной мини-фермы

В пространственных стержневых системах в общем случае могут возникать шесть внутренних силовых факторов, поэтому для вычисления перемещений элементов конструкции применяется полный интеграл Максвелла-Мора:

$$\Delta_{1F} = \sum \int_l \frac{M_{ZF} M_{Z1} \cdot dx}{EI_z} + \sum \int_l \frac{M_{yF} M_{y1} \cdot dx}{EI_y} + \sum \int_l \frac{T_F T_1 \cdot dx}{GI_p} + \sum \int_l \frac{N_F N_1 \cdot dx}{EA} + \sum \int_l \frac{Q_{ZF} Q_{Z1} \cdot dx}{GA} \eta + \sum \int_l \frac{Q_{yF} Q_{y1} \cdot dx}{GA} \eta$$

где  $\Delta_{1F}$  – перемещение по направлению единичной силы, вызванное внешними силами;  $M_F, N_F, Q_F$  – уравнение изгибающих моментов, продольных сил и поперечных сил на каждом участке упругой системы от действия внешних сил;  $M_1, N_1, Q_1$  – уравнение изгибающих моментов, продольных сил и поперечных сил на каждом участке упругой системы от действия единичной безразмерной силы;  $EI_z, EI_y$  – жесткость при изгибе;  $GI_p$  – жесткость при кручении;  $EA$  – жесткость при растяжении сжатии;  $GA$  – жесткость при сдвиге.

Определение перемещений по этой формуле проводится так же, как и при определении перемещений плоских стержневых систем. В пространственных рамах влиянием продольных и поперечных сил обычно пренебрегают, поэтому учитываются только дроби с изгибающими и крутящим моментами. В конструкциях под названием «фермы», элементы которых работают в основном на растяжение или сжатие, учитывается только дробь с продольной силой.

При расчете пространственных рам методом сил степень статической неопределимости пространственной рамы определяется по формуле [3]:

$$n = 6n_k - n_{уд},$$

где  $n_k$  – число замкнутых контуров,  $n_{уд}$  – число удаленных связей.

Основная система и канонические уравнения метода сил имеют тот же смысл и вид, как и для плоских рам. Но входящие в них коэффициенты определяются с учетом изгибающих моментов в двух плоскостях и крутящего момента в каждом элементе рамы.

Так как каркас модульной мини-фермы является статически неопределимой системой (СНС), расчет которой достаточно трудоемкий, целесообразно воспользоваться программным обеспечением для расчета пространственных стержневых конструкций. Произведем расчет СНС при помощи программы RSTAB 8.18 [4].

Программа RSTAB 8.18 компании Dlubal Software предназначена для расчета конструкций с возможностью учета нелинейности стержней (выход из работы при сжатии/растяжении, проскальзывание, отрыв, ползу-

чь), а также нелинейности опор и шарниров (выход из работы, ползучесть, трение опоры и др.) [4]. В дополнение к линейному статическому расчету и нелинейному расчету возможен расчет по теории второго порядка, в особенности для асимметричных стальных сечений (коробчатых, уголковых профилей и т.д.). Также возможен расчет по большим деформациям (например, при расчете вант), и методу конечных элементов.

Сущность метода конечных элементов состоит в том, что реальная (проектируемая) конструкция моделируется набором связанных друг с другом в узлах простейших элементов в виде стержней и пластин, имитирующих работу под нагрузкой конструктивных элементов реальной конструкции. Система решения дифференциальных уравнений, разбивается на конечное количество элементов. На рисунке 3 представлены геометрическая схема приложения нагрузки на одну грань каркаса, имитирующая сильный порыв ветра, и опорные реакции в узловых опорах.

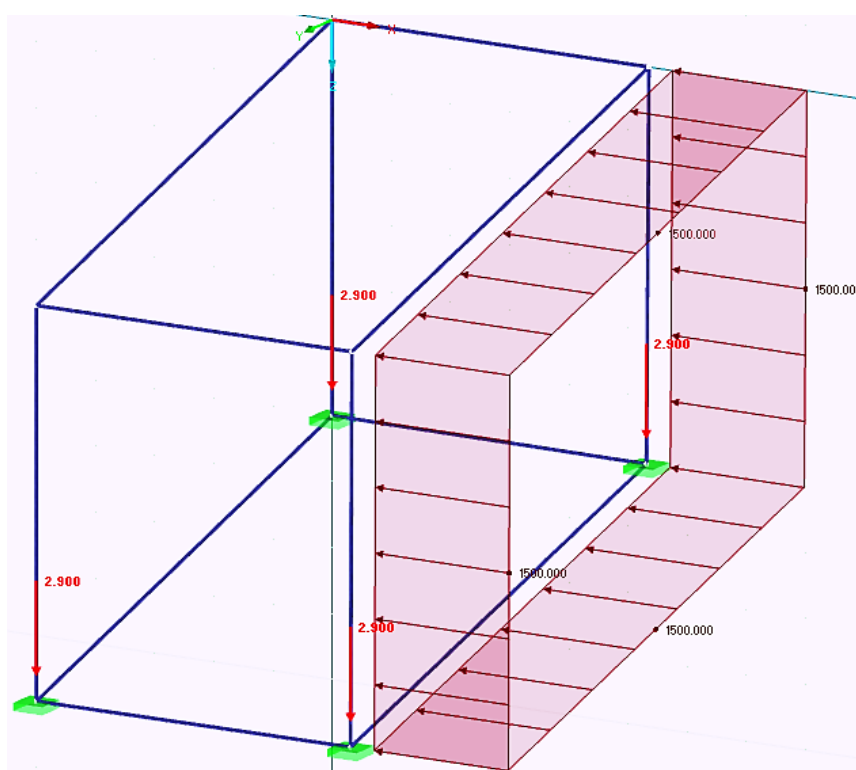


Рис. 3. Геометрическая схема приложения нагрузки

При приложении распределенной нагрузки завышенного значения на стержни статически неопределимой системы, в ней возникают пластические деформации. На рисунке 4, величина максимальных перемещений по координате  $x$  изображена смещенными линиями относительно каркаса модульной мини-фермы.

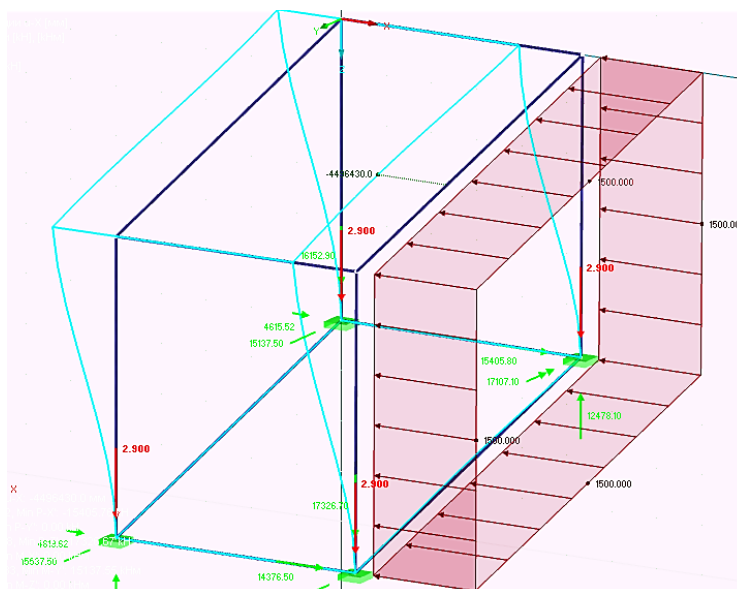


Рис. 4. Схема деформаций при повышенных значениях распределенной нагрузки на каркас

Следует отметить, что для получения наиболее точной величины возникающих напряжений и деформаций в элементах конструкции при составлении геометрической модели каркаса модульной свиноводческой мини-фермы с помощью программы для пространственных стержневых конструкций важную роль играет правильность разбиения геометрической модели конечными элементами. Это оказывает влияние на принятие рациональных технических решений на этапе проектирования каркасов для модульных мини-ферм. Величина возникающих напряжений особенно в опасных сечениях конструкции имеет прямолинейную зависимость от размера конечного элемента.

### Список литературы

1. Медведева, И.В. Сельское хозяйство Республики Беларусь (Статистический сборник) / И.В. Медведева, Ж.Н. Василевская. – 2018. – 235 с.
2. Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.szni.ru/nauchnaya/nauchnye-podrazdeleniya/otdel-zhivotnovodstva.html>
3. Шакирзянов, Р.А. Краткий курс лекций по строительной механике: Учебное пособие / Р.А. Шакирзянов. – Казань: КГАСУ, 2010. – 115 с.
4. Программа RSTAB 8.18 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dlubal.com/ru/produkty/programma-rascheta-karkasov/-naznachenije>

## ЗАЩИТА ДОИЛЬНЫХ СТАКАНОВ

*Липин Виктор Сергеевич, студент-бакалавр<sup>1</sup>  
Веденский Николай Васильевич, генеральный директор<sup>2</sup>  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия<sup>1</sup>  
ООО «ВолИнжКомпани», г. Вологда, Россия<sup>2</sup>*

*Аннотация:* принцип работы доильного аппарата, средства для удаления загрязнений, отличительные черты механической мойки от автоматической.

*Ключевые слова:* молоко, аппараты, доильная установка, робот, дозатор, мастит, обработка, промывка

Развитие промышленного производства молока привело к появлению автоматизированного доения, при котором не используется ручной труд. Большие перспективы в области автоматизации, как животноводства, так и всего сельского хозяйства раскрываются перед роботами и робототехническими системами. Их разработка стала одним из основных факторов повышения эффективности молочного скотоводства в нашей стране. Четкое выполнение операции с соблюдением санитарных норм, отсутствие травм и воспаления вымени, позволяют получить молоко высокого качества. На фермах, где установлены роботы, обстановка более спокойная, достигается самый высокий уровень комфорта для коров, что способствует росту продуктивности.

Защита доильных стаканов от передачи микробов и дезинфекции при роботизированном доении осуществляется несколькими способами. Например, в хозяйстве СПК "Тотемский" на установленных роботах "Астронавт А-4" Голландской фирмы LELY.

1 способ. После разового доения животного осуществляется промывка стаканов теплой водой и продувка паром подвесной части доильного аппарата.

2 способ. При доении больного животного (Мастит) осуществляется промывка теплой водой, продувка паром до клапана отсечки молокоотдачи (подвесная часть + молочные шланги).

3 способ. После доения животного обработанного антибиотиками происходит промывка всей части молокопроводной линии до узла молокоприема с применением химических реагентов (моющего и дезинфицирующего средства). В этом случае молоко сбрасывают в отдельную буферную емкость для несортного молока. Кроме того, промывка доильных стаканов и всей молокопроводной линией при роботизированном доении осуществляется 2 раза в сутки с применением моющих и дезинфицирующих средств в циркуляционном режиме. Аналогичная система промывки

доильных стаканов применяется на доильных роботах фирмы De-laval смонтированных в хозяйствах “Родина” Вологодского района, “Аврора” имени 50-летия СССР Грязовецкого района.

При доении животных на беспривязном и привязном содержании применяются различные системы для исключения развития микрофлоры на доильном оборудовании, стаканах и сосковой резине с целью повышения сортности молока и уменьшения его бактериальной обсемененности. После окончания процесса доения доильные аппараты проходят процесс промывки и обработки с целью их очистки от остатков молока и дезинфекции. Для этого по окончании доения они устанавливаются на промывочные стенды, где и происходит уничтожение микрофлоры на их поверхности, прочистка молокопроводных путей. Промывка производится с применением моющих дезинфицирующих средств порошкового и жидкостного типа. В основном более действенными в этом процессе являются хим. реагенты жидкостного типа в виду лучшей растворимости в водном растворе.

Хим. реагенты для промывки доильного оборудования подразделяются на щелочные и кислотные.

Щелочные средства такие как Derial французского производства, De-laval (Швеция), В1 (Россия), и др.

Кислотные средства Derisid (Франция), De-laval (Швеция), А1 (Россия) и др.

Все они аналогичны по способу применения в доильных установках, т.е. служат для приготовления моющего дезинфицирующего раствора. Кислотные средства предназначены для удаления белкового комбинированного и жирового загрязнения, а также для удаления водного и молочного камня на молокопроводящих путях. Щелочные средства дезинфицируют и удаляют загрязнения, снижают бактериальную обсеменённость. Применение всех вышеуказанных средств регламентируется согласно инструкции их применения с целью наведения раствора нужной концентрации. Данные моющие средства подходят как для автоматической, так и ручной промывки оборудования с соблюдением температурного режима.

Доильные аппараты, применяемые в с/х для доения животных, подразделяются на 2 типа: синхронного и попарного доения.

Аппарат синхронного доения представляет из себя устройство, предназначенное для выдаивания животного с помощью вакуумного режима в пределах 0,45-0.48 кПа. При работе данного аппарата происходит одновременная подача вакуума в подсосковую камеру во все 4 стакана с целью выдаивания молока из молочной цистерны вымени животного. Состоит из коллектора объемом от 125 до 250 куб. см, доильных стаканов, сосковой резины, воздушных патрубков, шланга переменного вакуума, молочного шланга, пульсатора синхронного доения марки Д4-1 (регулируемый), либо АДУ 02-100 с нерегулируемой частотой пульсации, ручка подключения

доильного аппарата.

Доильный аппарат попарного доения в основном состоит из тех же деталей, как и аппарат синхронного доения. Отличие составляет конструктивные особенности его пульсатора, состоящей из тех же деталей за исключением следующих: распределительный коллектор, имеет 6 отводов для подачи вакуума в межстенную камеру доильного стакана, двойной шланг попеременного вакуума. Аппарат попарного доения может комплектоваться пульсаторами различных моделей, таких как, L 02 air, LT 80 master (Италия, Interpulse), ППД (пульсатор попеременного доения) Рос. производства и др. Принцип работы доильного аппарата попеременного доения основан на попеременной подаче вакуума в правую и левую долю вымени животного поочередно, что дает эффект автомассажа вымени и чистоты выдаивания, что снижает риск заболевания вымени маститом и служит для повышения удоя животного. Вышеуказанные аппараты попеременного и синхронного доения применяются на линейных доильных установках при привязном содержании животных.

В последние годы наблюдается явная тенденция вытеснения аппаратов синхронного доения аппаратами попарного доения, ввиду их эффективной работы. Принцип работы аппаратов попарного доения заложен в основы работы аппаратов используемых при доении в доильных залах.

Технологию промывки доильных агрегатов можно подразделить на 2 способа: ручная промывка с помощью механической мойки и промывка с помощью автомата промывки.

Механическая мойка состоит из основных следующих узлов: промывочная ванна, заборный коллектор моющего раствора с промывочными головками, труба с кронштейнами крепления коллекторов, трубопровод с кранами подключения доильных аппаратов.

Автомат промывки состоит из тех же узлов, но дополнительно установлен программируемый автомат промывки. Наиболее распространенными моделями являются модели итальянской фирмы Interpulse Topwash-3, Topwash light, производства фирмы Гомель агрокомплект АП-1, АПБ-1 (с функцией подогрева моющего раствора). Автоматическую промывку модели Topwash-3 возможно установить не только на линейных доильных установках, но и на доильных залах. Например, комплекс Петрилово “СПК Устюг-молоко”, доильный зал “Параллель 2\*16”. Автомат промывки Topwash light установлен на фермах привязного содержания, комплекс Лесково “СПК Майский”, ООО “Зазеркалье” (Грязовецкий район). Отличительные особенности в технологии промывки механической мойки и с использованием автоматической мойки является то, что автомат не требует участие человека во время выполнения процесса промывки. При выполнении механической мойки, обслуживающий персонал обязан вручную производить наполнение горячей и холодной водой промывочную ванну, строго следить за соблюдением концентрации приготовляемого моющего раство-



ра, чередованием кислотного и щелочного раствора, продолжительностью времени циркуляции наведенного раствора и частотой ополаскивания по окончании промывки. При использовании автоматической промывки все вышеуказанные операции выполняются автоматически без участия обслуживающего персонала, что дает эффект более качественного проведения промывки. Кроме того, функциональные особенности автомата промывки позволяют производить настройку концентрации моющего раствора с помощью дозирующих насосов путем введения параметров программ промывки и чередования моющего кислотного раствора, времени циркуляции моющего раствора и ополаскивания холодной водой, что безусловно приводит к повышению чистоты промывки молочных линии и соответственно повышению качества молока. Использование автоматической промывки позволяет исключать явление человеческого фактора в технологическом процессе, что не маловажно при соблюдении технологической промывки.

### Список литературы

1. Медведева, С.В. Проведение профилактики мастита у коров путем использования пневматического смесителя биологически активных веществ / С.В. Медведева // Colloquium-journal. – № 9-2 (20). – 2018. – С. 99-101.
2. Медведева, С.В. Пневматический смеситель биологически активных веществ / С.В. Медведева // Вестник современных исследований – № 9.1 (24). – 2018. – С. 99-101.
3. Киприянов, Ф.А. Параметрический дозатор жидкости / Ф.А. Киприянов, Р.А. Шушков, Н.В. Веденский, Д.А. Пустынный //Современные научные исследования и инновации. – 2016. – №2 (58). – С. 171-174.

УДК 637.023

### УСТРОЙСТВО ТЕРМИЗАЦИИ МОЛОКА С ПОСЛЕДУЮЩИМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ВО ВРЕМЯ ДОЙКИ

*Лисина Екатерина Сергеевна, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** предлагается устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки, которое позволит снизить бактерицидность молока и охладить его ледяной водой, получаемой в испарителе холодильной установки.

**Ключевые слова:** термизация молока; охлаждение; холодильная установка, животноводческая ферма

Тепловая обработка молочного сырья проводится с целью его обеззараживания. Она должна обеспечить не только надежное подавление жизнедеятельности микроорганизмов, но и максимально возможное сохранение исходных свойств молока. Любое тепловое воздействие на молоко нарушает его первоначальный состав и физико-химические свойства. Степень физико-химических изменений составных частей молока зависит главным образом от температуры и продолжительности тепловой обработки.

Термизация – нагревание молока до температуры  $65\pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 20-25 секунд. Термизации подвергают молоко с повышенной бактериальной обсемененностью (второго класса по редуктазной пробе), направляемое на созревание.

При хранении молока (особенно на фермах), в значительной степени обсемененного психротрофными бактериями, происходит накопление продуктов их жизнедеятельности. В этом случае эффект термизации снижается, т.к. она хотя и уничтожает бактериальные клетки, но не тормозит действие выделяемых ими ферментов, способствующих порче молока.

При излишнем росте кислотности в термизированном молоке температуру созревания уменьшают на  $2\pm 1^\circ\text{C}$ .

Проведение термизации позволяет продлить сроки хранения молока при температуре  $5-6^\circ\text{C}$  до  $60\pm 12$  ч.

Известны установки для охлаждения молока с использованием естественного и искусственного холода [1, 2, 3].

Недостатками этих установок являются сложность конструкции, отсутствие термизации парного молока при дойке с целью снижения его бактерицидности и большая материалоемкость.

Предлагаемое устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки [4] может применяться для термизации молока с целью снижения бактерицидности с последующим его охлаждением.

Задачей предлагаемого устройства является термизация молока непосредственно во время дойки за счет теплоты, выделяющейся в конденсаторе компрессионной холодильной установки, и работы холодильной установки в режиме теплового насоса, что позволяет одновременно охлаждать молоко, а теплотой, отнятой у охлаждаемого молока, подогревать молоко, снижая его бактерицидность. Такой процесс возможен, так как коэффициент преобразования теплоты холодильной установки больше холодильного коэффициента на величину работы компрессора.

Технический результат достигается тем, что теплое парное молоко с температурой  $33...34^\circ\text{C}$  проходит термизацию в рекуперативном теплообменнике водой, нагреваемой в конденсаторе холодильной установки, что снижает бактерицидность молока, и затем охлаждается ле-

дяной водой, получаемой в испарителе холодильной установки.

На рис. 1 показана схема устройства для термизации молока с последующим охлаждением во время дойки.

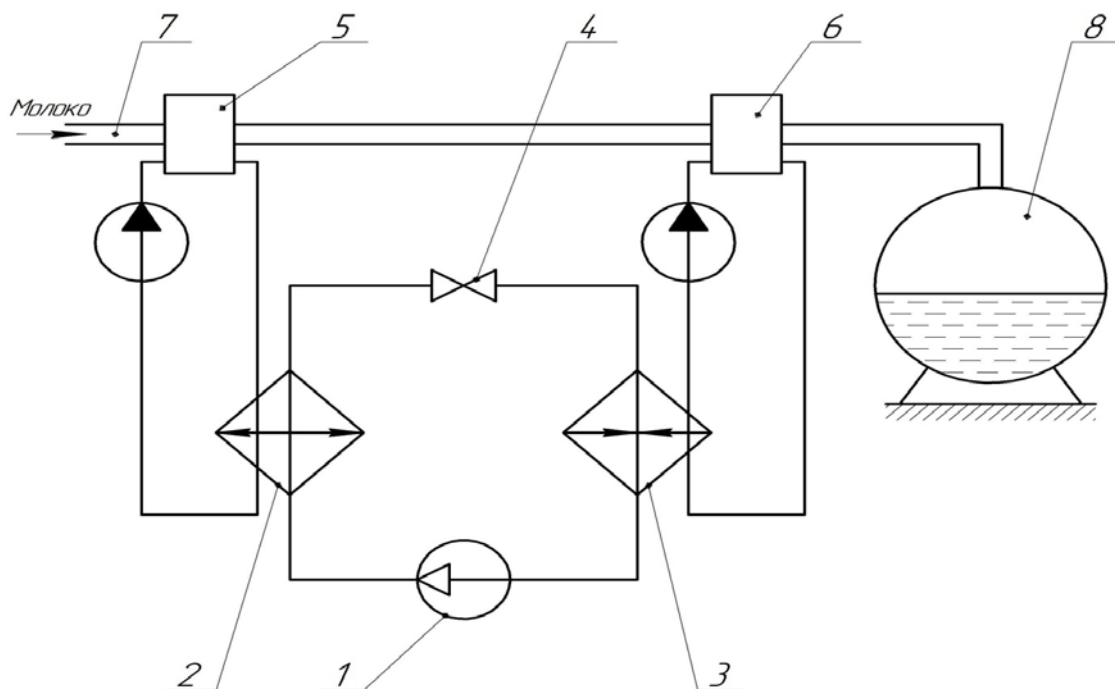


Рис. 1.

Устройство состоит из компрессионной холодильной установки, включающей компрессор 1, конденсатор 2, испаритель 3, дроссель 4, двух рекуперативных теплообменников: термизации молока 5 и охлаждения молока 6, молокопровода 7 и танка-охладителя 8.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. Молоко из молокопровода 7 поступает в рекуперативный теплообменник 5, где проходит термизацию водой, нагретой в конденсаторе 2 холодильной установки. Затем молоко поступает в рекуперативный теплообменник 6, где оно охлаждается ледяной водой, получаемой в испарителе 3 холодильной установки. Далее охлажденное молоко поступает в танк - охладитель 8.

Сущность устройства заключается в использовании компрессионной холодильной установки, работающей в режиме теплового насоса, для термизации молока с целью снижения его бактерицидности и для возможности дальнейшего его охлаждения. При этом молоко нагревается теплотой, отнятой в холодильной установке у охлаждаемого молока, и теплотой, переданной хладагенту полученной от компрессора.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет снизить затраты на первичную обработку молока и повысить качество получаемого продукта.

### Список литературы

1. Патент РФ №2423824 от 20.07.2011 г., Ф.Г. Марьяхин, А.И. Учеваткин, Б.П. Коршунов, А.Б. Коршунов, Ю.Б. Пржегитишевски, Н.В. Романовский, Ю.Е. Ярославцев.
2. Патент на полезную модель РФ №179014 от 25.04.2018 г., И.В. Зефирова, В.А. Сухляев, К.В. Тюрмаков.
3. Патент РФ 184502, МПК А01J 5/08. Устройство для доения / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, И.А. Коряковский: заявлено 07.05.2018, опубл. 29.10.2018. Бюл. №31.
4. Патент № 187616 РФ, МПК А01J 9/04, А23С3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки/ Гайдидей С.В., Зефирова И.В., Кузнецова Н.И., Бежанян Н.Т. опубликовано 13.03.2019 г. Бюл. №8.

УДК 62.002

### ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Литвинов Владимир Игоревич, к.с.-х.н.*

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Анотация:** проанализирована проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий, что имеет большое экологическое и экономическое значение. Представлен обзор способов и технологий утилизации автомобильных шин и направления использования отходов в виде дисперсных материалов.*

***Ключевые слова:** автомобильные покрышки, переработка шин, рециклинг, окружающая среда*

По сведениям ГИБДД РФ число легковых автомобилей в России на начало 2000 года составляло 17,6 млн., в 2005 году – 25,4 млн., а на начало 2013 года – 36,9 млн. При ежегодном увеличении на 5,5 % количество автомобилей в 2020 году составит более 55 млн.

В России на сегодняшний день более 80% отработавших покрышек выбрасывается, а отрасль по их переработке находится лишь в начальной стадии развития. При этом шины относятся к одной из наиболее опасных групп отходов. Между тем, в большинстве развитых стран старые шины – это источник ценного сырья и почти полностью перерабатываются. Мировой опыт показывает, что для создания эффективной системы сбора и утилизации шин необходимы либо субсидии, либо создание условий, при которых отрасль становится выгодной её участникам. В России этих целей можно добиться, применив систему ответственности производителей и постав-

щиков.

Сама по себе проблема утилизации шин, которая неотделима от глобальной проблемы производимого в процессе жизнедеятельности общества мусора, наиболее остро стоит прежде всего перед самыми развитыми и богатыми странами. При этом шины относятся к наиболее опасной группе отходов, которые не поддаются биологическому разложению.

Если говорить о масштабах такого явления, как шинные отходы в России, то, оценочно, на сегодняшний день объем выбрасываемых изношенных шин составляет более 900 тысяч тонн в год. Оцениваемый объем механической переработки шин в России не превышает 17% от общего объема ежегодных шинных отходов. Еще до 20% изношенных шин сжигается. Оставшийся объем приходится на захоронение.

Оценка общего объема шин на утилизацию в РФ в 2012–2017 гг., показана на рисунке 1.

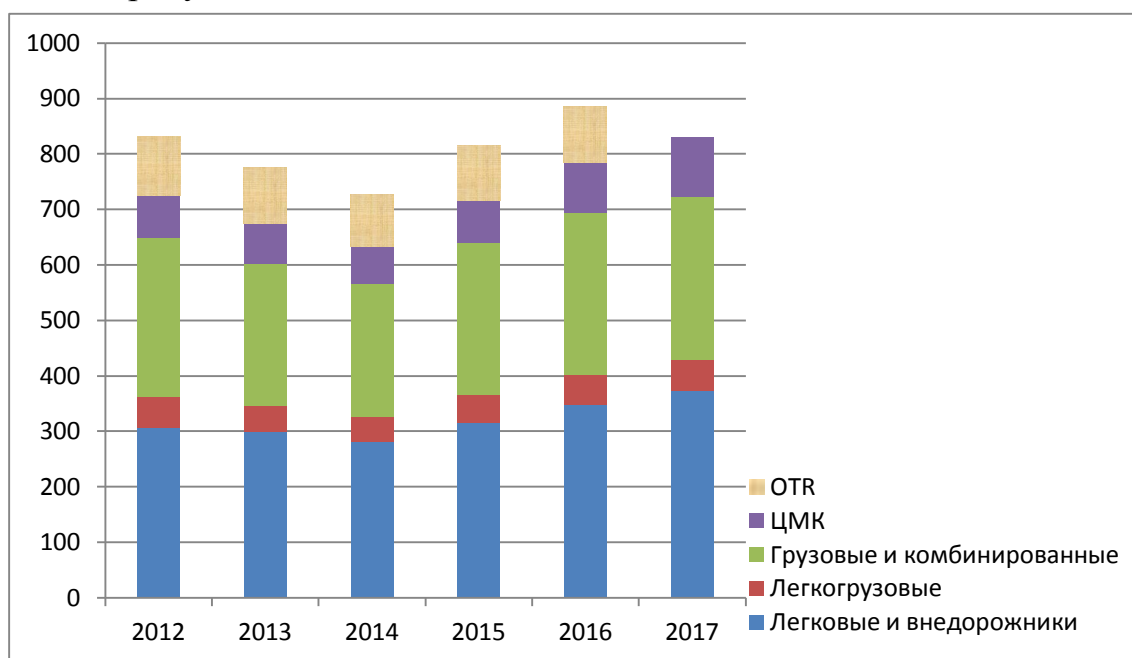


Рис. 1. Оценка общего объема шин на утилизацию в РФ в 2012-2017 гг., тыс. тонн

Однако, при достигнутом значительном объеме образования шинных отходов в России, объем их переработки остается на крайне низком уровне, по сравнению с аналогичными показателями наиболее развитых стран. Таким образом, с учетом прогнозируемого дальнейшего роста уровня автомобилизации населения в РФ и, соответственно, увеличения объемов шинных отходов, нужно констатировать необходимость в интенсификации мер, направленных на совершенствование механизма утилизации использованных шин в России.

То, что основная доля отработанных шин вывозится на свалки, в том числе стихийно сложившиеся приводит к следующим основным негативным последствиям:

- неблагоприятная экологическая ситуация в зонах свалок;

- выделение токсичных веществ при возгорании;
- неэффективное использование ресурсов;
- нарушение международных экологических норм;

Такое положение дел связано с отсутствием системы организованного сбора шинных отходов. Больше половины изношенных покрышек образуется в частном секторе (в основном радиальные шины с металлокордом). При этом рядовой автопользователь не готов брать на себя затраты по транспортировке шин в пункт приема и их дальнейшей утилизации. Действующие же перерабатывающие предприятия в основном работают с сырьем, поступающим от промышленных компаний (шинных заводов, автохозяйств, компаний, оказывающих услуги шиномонтажа и автосервиса и др.).

С другой стороны, автомобильная шина содержит полезные и дорогостоящие вещества, поэтому можно утверждать, что каждая переработанная тонна автомобильной резины – это выброшенные деньги. Кроме того, рециклинг сокращает потребность в добыче природных ископаемых, снижая экологическую нагрузку.

Технологии переработки данного вида отходов позволяют получать полезное сырье с чистотой до 99,99% – это очень высокий показатель для переработки отходов. Также стоит отметить разнообразие применяемых способов переработки, что расширяет сферу применения вторичного сырья.

Технологии утилизации и переработки изношенных шин, не подходящих использованию по прямому назначению, относительно можно разбить на группы:

Таблица 1 – Опасные соединения, входящие в состав шин

Наименование	Код базельской конвенции	Содержание веса, %	Содержание, кг	Примечание
Соединения меди	Y22	0,02	0,0014	Легирующий компонент металлического армирующего материала (стального корда)
Соединения цинка	Y23	1	0,07	Окись цинка в составе резины
Кадмий	Y26	0,001	0,0007	Соединения кадмия сопутствуют соединениям цинка
Свинец, соединения свинца	Y31	0,005	0,00035	Следовые количества, т.к. являются сопутствующими окиси цинка
Кислоты	Y34	0,3	0,021	Стеариновая кислота в твердом виде
Органогалогенные соединения	Y45	0,1	0,007	Галогенный бутилкаучук

Термический метод повторного использования изношенных шин (сжигание шин в цементных печах и специальных энергетических установках). Данный способ не очень эффективен, так как при сжигании покрышек в атмосферу попадает более 250 кг сажи и более 400 кг токсичных газов с каждой тонны и другие опасные химические вещества (таблица 1).

Одной из альтернатив сжиганию автомобильных шин, является переработка отработанных автопокрышек в крошку. Тем более, что шины содержат значительное количество дополнительных компонентов, которые можно использовать вторично (таблица 2).

Таблица 2 – Состав материалов в различных типах шин, %

Материал	Легковые	Легкогрузовые	Грузовые	ЦМК	С/х	Индустриальные	КГШ
Проволока	7	10	9	23	2	3	3
Резина	79	76	69	77	73	70	81
Текстиль	15	14	22	0	24	26	16

Переработка использованных автомобильных шин – это необходимое направление деятельности в экологической составляющей нашей страны.

С точки зрения способа переработки самым популярным является механическое дробление, которое используют 19 действующих в РФ компаний. К альтернативным методам утилизации прибегают ЗАО «Завод переработки покрышек №1» (криогенное дробление) и ООО «Экоинвест» (бародеструкционное дробление).

Из полученной резиновой крошки производят следующие изделия: регенерированная резина (40 %); новые автопокрышки (как наполнитель до 10–15 %); сырая резина (30 %); резиновые детали для автомобилей (до 25 %); вспенивающийся каучук (15 %); резиновые шланги (до 40 %); ковры для спортивных площадок и футбольных полей (90 %); заливные бесшовные резиновые покрытия (80 %); подошвы для обуви (до 70 %); подкладки под ЖД рельсы и железнодорожную фурнитуру (70 %); сантехнические прокладки (25 %); резиновую кровлю (до 40 %); добавки в асфальт (15–70 тонн на 1 километр покрытия); гранулы ЕРДМ (100 %); резиновую брусчатку (100 %); протекторные ленты для восстановления колес (до 45 %); прокладки и уплотнители для дверей и окон (до 25 %); причальные отбойники (до 70 %); тампонирование нефтяных скважин (70 %) и т. д.

При этом в подавляющем большинстве российские предприятия по переработке изношенных шин являются маломощными. Наиболее популярные проекты с годовым потреблением сырья в объеме 5000 тонн. В общем числе предприятий по переработке такие маломощные компании составляют 77%. Но обеспечивают они только 41% от общего объема переработки шин.

Также к ограничивающим развитие рынка переработки шин факто-

рам относятся требования выдвигаемые перерабатывающими предприятиями к шинным отходам. Качество отходов, в части покрышек отработанных, должно соответствовать ГОСТу 8407-89 «Сырье вторичное, резиновое. Покрышки и камеры шин». Наружный диаметр шин, обычно, не должен превышать 1070-1100 мм. Сырьё должно быть чистым, без посторонних включений, с целыми бортами и иметь остаточный слой резины на беговой дорожке. Обычно предприятия не принимают к переработке резино-металлические отходы, шипованные шины и шины на колесных дисках. При этом предприятия, как правило, не имеют региональной сети сбора шинных отходов.

Из возможных вариантов развития отрасли переработки шинных отходов в России наиболее эффективным и сбалансированным решением выглядит активно реализуемый в странах ЕС специализированным фондом Aliapur вариант ответственности поставщиков шин (Producer Responsibility). Преимущества подобной организации работы по утилизации и переработке шин состоит в наиболее продуктивной для общества взаимной интеграции государственного регулирования и частной предпринимательской инициативы, когда законодателем устанавливаются правила, а «частник» обеспечивает их выполнение с наилучшей экономической целесообразностью. Нагрузка по утилизации при этом снимается с конечного пользователя шин и создается экономически выгодная для утилизатора система сбора и переработки шинных отходов. Финансирование же подобной схемы обеспечивают сами игроки шинного рынка, пропорционально доли каждого в поставках или продажах. Одновременно, фонд получает возможность централизованного проведения научных исследований в этой области, внедрению разработок, оказания организационной и финансовой помощи в создании, как пунктов приёма шин, так и площадок по их переработке.

Ожидаемые результаты от внедрения системы утилизации шин в России: решение проблем с экологической ситуацией; переработка до 70% шинных отходов; создание дополнительных условий для развития производств по получению конечной продукции переработки шин в РФ.

### **Список литературы**

1. Валуев, Д.В. Перспективы переработки автомобильных покрышек / Д.В. Валуев, О.Р. Ананьева // Вестник науки Сибири. – 2011. – № 1(1). – С. 699-704.
2. Внукова, Н.В. Утилизация шин: монография / Н.В. Внукова, Е.И. Позднякова и др. – Х. ХНАДУ, 2013. – 336 с.
3. Невядомская, А. И. Утилизация и переработка шин в крошку / А.И. Невядомская, А.А. Дериглазов // Молодой ученый. – 2014. – №17. – С. 310-313.
4. Пронькина, А.В. Рециклинг автомобильных покрышек как точка сопри-



косновения интересов муниципальных властей, малого предпринимательства и общества / А.В. Пронькина, С.В. Фролов // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – №7 (51).

5. Литвинов, В.И. Инженерная экология: Учебное пособие / В.И. Литвинов. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 120 с.

## **УДК 331.4**

### **ВОПРОС ОХРАНЫ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Литвинов Владимир Игоревич, к.с.-х.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** выявлены основные проблемы безопасности труда в сельском хозяйстве. Представлены основные мероприятия по предотвращению травматизма, профзаболеваемости. В статье акцентируется внимание на целесообразность введения службы охраны труда в сельском хозяйстве.*

***Ключевые слова:** безопасность труда, условия труда, травматизм, обучение*

Сельское хозяйство – важнейшая отрасль российской экономики. На развитие отечественного сельского хозяйства влияет не только имеющийся природный потенциал, но созданный в последнее время новый формат агропродовольственной и сельской политики России. Это привлекло в сектор новых предпринимателей, новые инвестиции и технологии, обеспечило модернизацию производственной базы отрасли и, в конечном счете, экономический рост. Вместе с тем, выявились и проблемы, от решения которых в немалой степени зависит экономический прогресс России. Это, во-первых, развитие материально-технической базы агропромышленного комплекса; во-вторых, технологическое переоснащение отрасли, что, с одной стороны, требует инвестиций, а, с другой, формирования в секторе современной инновационной системы (развитие сельскохозяйственной науки и образования, механизмов внедрения в производство достижений научно-технического прогресса); в- третьих, это социальное обустройство деревни, расширение сферы несельскохозяйственной занятости, с тем, чтобы, обеспечить приток на село квалифицированных кадров, а значит, и обеспечить безопасность труда в сельском хозяйстве.

Не для кого ни секрет, что работники сельского хозяйства в значительной степени подвержены различным рискам и условия труда в этом секторе экономики зачастую неблагоприятны для нормального функционирования организма человека. Это сильная запыленность при выполнении механизированных работ в поле, ненормированный рабочий день, это

широко распространенные на сегодняшний день различные аллергические реакции, а также отравление от контакта с ядохимикатами. Действия уполномоченных органов не могут способствовать обеспечению должного внимания к охране труда в хозяйствах АПК, повышению уровня безопасности и защищенности работников сельского хозяйства, в том числе работников на предприятиях ремонта и техсервиса МТП в АПК.

Труд рабочих в сельском хозяйстве характеризуется тем, что большинство основных работ проводится на открытом воздухе, при этом на рабочих постоянно воздействуют различные температурные факторы, интенсивность которых, определяется погодными условиями. Сезонность и конкретная срочность работ в растениеводческом комплексе обуславливает неравномерность нагрузок на работников, создавая большое напряжение в отдельные периоды, что приводит к переутомлению, а, следовательно, и к травматизму, что в сельском хозяйстве не редкость. Условия труда в современном земледелии зависят от организации, технологии возделывания растений, уровня механизации, что требует учета антропометрических и психофизиологических возможностей человека. При гигиенической оценке условий труда механизаторов установлено, что температура воздуха в кабине превышает оптимальные уровни, т.к. работы зачастую проводятся с открытыми окнами, что увеличивает запыленность воздуха в рабочей зоне тракториста. Шум и вибрация на рабочем месте механизатора зависят от характера полевых работ, влажности и плотности почвы, а также от срока эксплуатации машин. Можно много приводить примеров опасных и вредных факторов в сельском хозяйстве, приводящих к профессиональным заболеваниям и утрате трудоспособности, но это не улучшит положения работников в сельском озяйстве.

Законодательство в области охраны труда должно не только правовым путем ликвидировать последствия этих рисков, но следить за тем, чтобы в агропромышленном комплексе создавались специальные службы по охране труда, которые могли бы следить не только за условиями труда, но и гигиеной труда в АПК. Для этого необходимо организовать систему безопасности и гигиены труда в сельском озяйстве, что в целом сложнее, чем в промышленности. Ее организация требует участия не только министерств труда и здравоохранения, но и министерств сельского хозяйства и охраны окружающей среды. Эти ведомства ответственны за трудовые отношения, как индивидуальные, так и коллективные, за вопросы занятости и профессиональной подготовки, охраны здоровья, безопасности труда, социального обеспечения трудящихся, за состояние условий труда (включая вопросы труда женщин, детского труда, продолжительности рабочего времени, систем оплаты труда) и за технические аспекты сельскохозяйственного производства. В этом секторе требуются опыт и знания большого числа специалистов высокой квалификации, включая инспекторов труда, инспекторов по безопасности и гигиене труда, инспекторов по трудо-

вой медицине, специалистов в области социального обеспечения и экспертов по вопросам страхования, специалистов по безопасности и гигиене труда в сельских районах, инженеров и техников по технике безопасности, должностных лиц национальных органов здравоохранения, инструкторов, агрономов и работников по распространению знаний. Эти специалисты часто работают независимо друг от друга, а их задачи в какой-то степени переплетаются. Часто отсутствуют всесторонние программы, нет сотрудничества между ведомствами, и принимаемые меры не согласуются; за исключением случаев, когда проводится общая оценка проведенных мероприятий и их воздействия. Но пока по опыту сельскохозяйственных предприятий эти проблемы возлагаются по приказу на агронома или на главного инженера хозяйства, в лучшем случае, если в хозяйстве есть инвесторы, выделяется штатная единица на специалиста по охране труда. Однако, должность инженера по охране труда занимают люди самой различной специализации и уровня подготовки, с высшим образованием работает немногим более 12%, остальные имеют в основном среднее специальное образование, по преимуществу агрономического, зооветеринарного, технического профиля, а также специалисты с педагогическим образованием. Каждый пятый, занимающий должность инженера по охране труда, имеет гуманитарное образование. Без специального образования в этой должности работает 6% практиков. Старшие инженеры по охране труда областных и районных производственных управлений сельского хозяйства по своему профессиональному составу и уровню подготовки не отличаются от массы рядовых инженеров в хозяйствах и не в состоянии обеспечить им квалифицированную помощь. Такие специалисты нередко выполняют не свои функции, не могут эффективно влиять на политику охраны трудящихся, не в состоянии осуществлять повышение производительности труда средствами охраны труда. Уровень обучения руководителей служб охраны труда при прочих равных условиях (размеры и оснащенность предприятия, стаж работы) тесно связан с показателями производственного травматизма, которые возрастают при снижении уровня образования. Данная зависимость представлена на рисунке 1.

Если принять показатели травматизма предприятия, где работает специалист с высшим образованием за единицу, то с незаконченным высшим эти показатели составят – 1,2, со средним специальным соответственно – 1,5, со средним общим – 2,5, а там где эту работу поручили работнику с начальным образованием (практику) эти показатели возрастают до 3,3.

Исследованиями установлено, что в АПК значительная часть работников, занимающих должности инженеров по охране труда не обеспечивают выполнения и половины действий, требуемых должностной инструкцией, что сказывается на результатах их деятельности. Наилучшие показатели при прочих равных условиях имеют специалисты, окончившие факультеты механизации сельского хозяйства. Уровень травматизма в хозяй-

ствах, где они ведают вопросами охраны труда, в 1,5-3,3 раза ниже по сравнению с хозяйствами, где инженеры по охране труда имеют другую специальность.

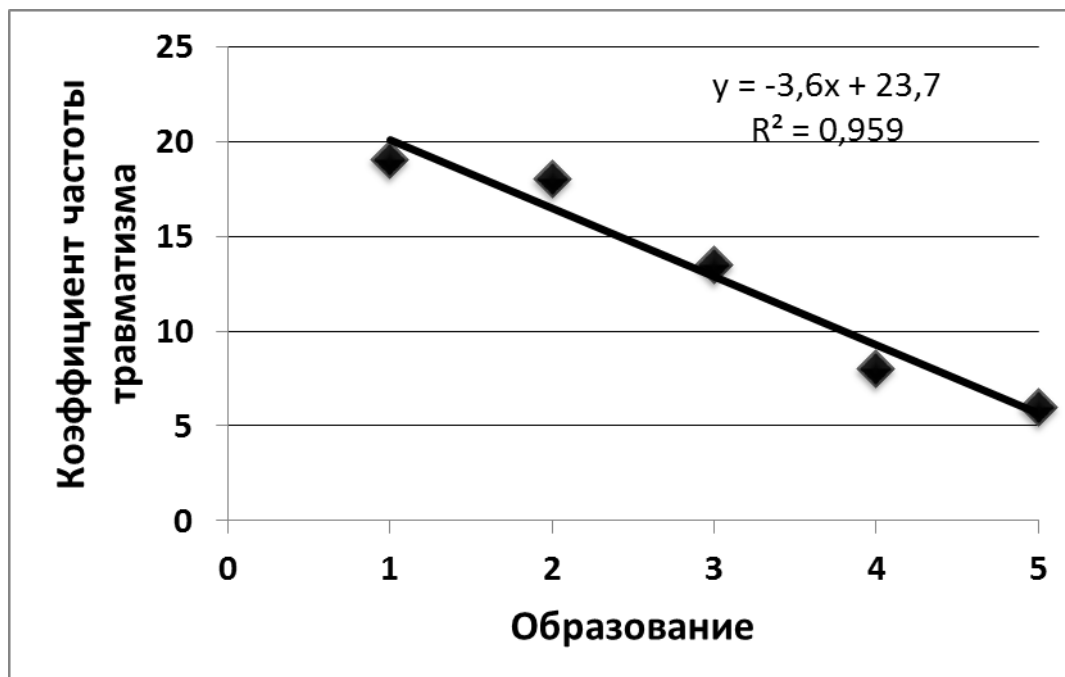


Рис. 1. Зависимость коэффициента частоты травматизма от образования инженера по охране труда. Примечание: 1 - неполное среднее, 2 - среднее общее, 3 - среднее специальное, 4 – неполное высшее, 5 – высшее.

Сельское хозяйство состоит не только из отрасли растениеводства, но и отрасли животноводства, а также отрасли ремонта и технического обслуживания с/х машин. Поэтому, одному специалисту по охране труда трудно уследить за состоянием условий и безопасностью труда, не говоря о том, когда должность инженера по охране труда совмещает другой специалист. Кроме того, как показывает анализ информационных материалов о причинах производственного травматизма, нередки случаи проведения формального обучения (инструктажа) безопасным методам работы. В связи с этим, в хозяйствах, где обучение проводится формально, в первые 15 дней после его проведения, уровень травматизма более чем в 10 раз выше в сравнении с хозяйствами, где, при прочих равных условиях, обучение проводится неформально. Нередки случаи, когда к работе допускаются неподготовленные люди. Например, в растениеводстве свыше 40% из числа пострадавших с летальным исходом совсем не проходили обучения безопасным методам труда.

Чаще всего допускаются к работе без инструктажа полеводы, машинисты прицепных уборочных машин, прицепщики на обслуживании прицепных сельхозмашин. Наиболее низким качеством обучения в растениеводстве отличаются такие профессии, как комбайнер, помощник комбайнера, тракторист-машинист, овощевод.

Понимая все обозначенные проблемы, руководитель хозяйства не спешит проводить аттестацию рабочих мест с последующей сертификацией. И проблема не только финансовая, но и в том, что руководство старается скрыть опасные места в организации охраны труда. Из-за этого у организаций возникают проблемы с контрольно-ревизионными органами, поскольку предоставление льгот за вредный труд тоже зависит от результатов аттестации. Но следует отметить, что сознание многих грамотных руководителей меняется, наиболее дальновидные работодатели понимают, что тратить деньги на мероприятие «для галочки» не правильно, и стремятся извлечь из материалов по аттестации рабочих мест действительно реальную пользу, для того, чтобы можно было более эффективно организовать работу служб охраны труда.

Таким образом, в каждом конкретном случае выбор того или иного пути улучшения условий труда и безопасности труда зависит от экономической целесообразности. Разработка организационной структуры обучения и повышения квалификации должна базироваться на строго научных принципах, к которым необходимо отнести выделение структурообразующих факторов, обеспечение территориально-отраслевой деятельности, подготовку специалиста без отрыва от производства. Все это позволит сформировать информационный фонд нормативно-правовых актов, содержащие единые требования по вопросам обучения охране труда, а также связанных с ними документов отраслевой системы агропромышленного производства.

Внедрение и выполнение требований этих нормативных документов позволит снизить производственный травматизм и профзаболеваемость. Планомерная работа по проведению государственной политики в области охраны труда в сельском хозяйстве и обеспечение безопасности работающих, реализация научно-обоснованных направлений позволят осуществить принятие соответствующих адекватных решений по защите здоровья и жизни работающих в сельском озяйстве.

### **Список литературы**

1. Литвинов, В.И. Охрана труда: Учебное пособие / В.И. Литвинов, В.А. Раков. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. – 167 с.
2. Литвинов, В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебное пособие / В.И. Литвинов, И.Н. Кружкова. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 202 с.
3. Полехина, Е.В. Повышение безопасности агропромышленного производства совершенствованием обучения охране труда / Е.В. Полехина: автореферат дисс. кандидата тех. Наук. – СПб.-Пушкин, 2010. –15 с.
4. Яковлева, Е.В. Проблемы безопасности труда в сельском хозяйстве / Е.В. Яковлева, Е.В. Полехина // Вестник ОрёлГАУ. – 2011. – №2(29). – С. 132-134.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Логинов Егор Федорович, студент-магистрант  
Терентьев Вячеслав Викторович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** применение современных технологических решений при очистке транспортных и технологических машин в сельском хозяйстве позволит повысить качество выполнения данной операции. Внедрение новых консервационных составов, обеспечивающих высокую степень защиты металлических конструкций машин от агрессивного воздействия факторов окружающей среды позволит предупредить преждевременный выход из строя машин. Комплексное использование рассматриваемых в статье разработок обеспечит сохранность техники в период длительного хранения на открытых площадках.*

***Ключевые слова:** очистка, кавитация, коррозия, защитный состав*

Эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве сопряжена с рядом особенностей, не характерных для других областей народного хозяйства. Во-первых, это четко выраженная цикличность использования техники, когда в течение непродолжительного времени выполняются большие объемы работ (например, уборка зерновых должна быть завершена в кратчайшие сроки). Вторая особенность взаимосвязана с первой: после активной эксплуатации в течение 10-15 дней потребность в машинах резко снижается и они длительное время не используются. В-третьих, продолжительность простоя технологических машин в нерабочий период может составлять 10-11 месяцев и все это время необходимо обеспечивать высокую степень сохранности техники. Очевидно, что для поддержания сельскохозяйственных машин в работоспособном состоянии в межсезонный период необходима разработка комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение защиты техники от негативного воздействия факторов окружающей среды. Вопросы повышения сохранности сельскохозяйственной техники при хранении рассматриваются в работах следующих авторов: Князевой Л.Г., Латышенка М.Б., Петрашева А.И., Шемякина А.В. и других.

Обеспечение сохранности технологического оборудования при хранении является важной инженерной задачей и содержит несколько основных этапов [1,2]. На первом этапе следует обеспечить высокую степень очистки сельскохозяйственных машин от различных видов загрязнений, которая позволит при хранении исключить образование очагов коррозии в

местах скопления остатков грязи. Исследования показали, что для улучшения процесса очистки предпочтительнее использовать технологические приемы, позволяющие комбинировать различные формы энергетического воздействия на загрязнения [3]. В качестве примера можно рассмотреть технологию очистки, при которой веерной водяной струей, статически воздействующей на поверхность загрязнения придается вращение, и тем самым достигается эффект резания, резко повышающий энергонасыщенность струи и улучшающий степень очистки. Для получения такой струи в лабораторных условиях была создана экспериментальная установка (рисунок).

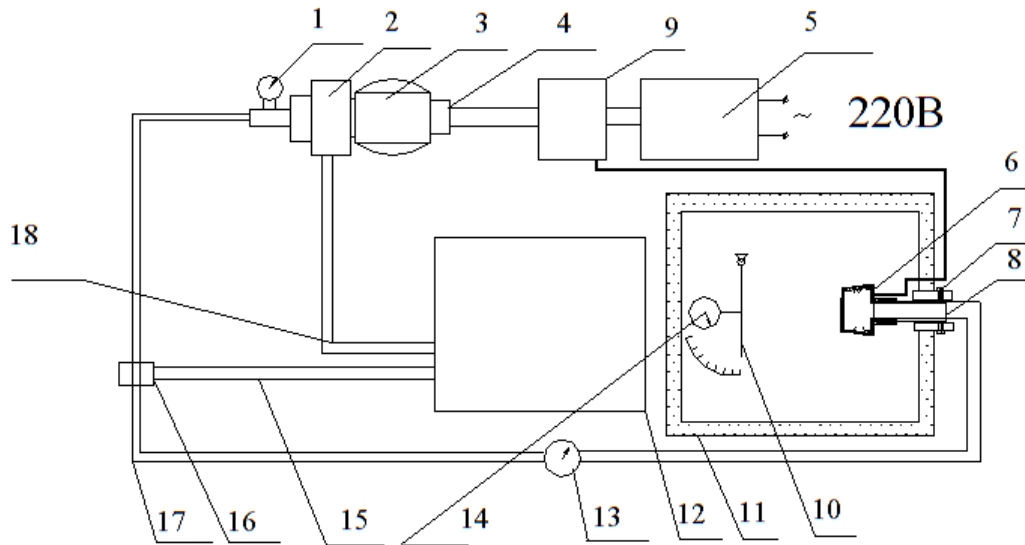


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки:

1 – манометр; 2 – насос высокого давления; 3 – электропривод; 4– пусковое устройства; 5 – щит питания; 6 – вращающееся веерное сопло; 7 – воздушная магистраль; 8 – насадка; 9 – компрессор; 10 – образец; 11– моечная камера; 12– бак с моющей жидкостью; 13 – расходомер. 14 – динамометр; 15– перепускная магистраль; 16 – перепускной клапан; 17 – напорная магистраль; 18 – подводящая магистраль

Придание эффекта вращения веерной струе обеспечивает разрушение загрязнения путем врезания потока жидкости в его толщу. Испытания установки показали ее эффективность для удаления всех видов загрязнений:

- степень очистки поверхности улучшилась на 5 – 10 %;
- длительность процесса очистки уменьшилась на 20 – 30 %;
- трудоемкость снизилась в 2 раза.

Другим способом, улучшающим качественные показатели струйной очистки является применение специальных сопел, создающих кавитационный эффект. Наибольшее распространение получили гидродинамические сопла, в которых моющая жидкость проходит через зону критического сужения, в результате из-за больших местных скоростей динамическое давление на выходе возрастает, а статическое понижается. Резкое понижение статического давления на выходе ведет к возникновению кавитацион-

ных пузырьков, эффекта кавитации. В данном сопле образуются пузырьки, схлопывание которых сопровождается возникновением интенсивных ударных волн.

В Рязанском ГАТУ разработано сопло гидроакустического действия [4], в котором моющая жидкость выходя из кольцевого канала попадает на втулку-резонатор и возбуждает в ней резонансные колебания, образующие звуковое поле. Высокий эффект очистки создается за счет процессов, происходящих в ультразвуковом поле, к которым можно отнести ультразвуковую кавитацию, акустические течения, радиационное давление. Основным процессом при удалении загрязнений в данном случае является кавитация. Использование гидроакустического сопла позволяет обеспечить расширение интервала расстояний до объекта очистки, по сравнению с гидродинамическими устройствами, что значительно облегчает практическое применение, не требует высокой квалификации оператора и обеспечивает высокое качество очистки.

Комплексное использование приведенных выше способов очистки технологического оборудования и машин от загрязнений позволит обеспечить высокую степень готовности объектов к проведению второго этапа подготовки к хранению.

На следующем этапе подготовки проводятся мероприятия, направленные на обеспечение защиты металлических конструкций машин от коррозионного разрушения, вызываемого негативным воздействием факторов окружающей среды. Очевидно, что для того, чтобы не допустить развития коррозии на металлических конструкциях машин требуется в максимальной степени исключить проникновение агрессивных сред к объекту хранения. Самым эффективным способом является постановка машин на хранение в закрытые отапливаемые помещения, в которых возможна регулировка температурного и влажностного режимов. К сожалению, этот способ требует больших материальных затрат и неприемлем для большинства предприятий агропромышленного комплекса. При отсутствии помещений для хранения могут быть применены различные защитные составы, ограничивающие доступ влаги к металлическим поверхностям машин. Спектр выпускаемых отечественной промышленностью противокоррозионных составов достаточно широк, но применение большинства из них ограничено из-за высоких требований к качеству подготовки обрабатываемой поверхности.

Исследования эффективности применения различных защитных консервационных материалов, которые проводились в Рязанском ГАТУ с 1997 по 2018 годы, показали, что для снижения коррозионных потерь металла в результате агрессивного воздействия атмосферных условий при хранении техники на открытых площадках необходима разработка целого комплекса мероприятий по предупреждению развития коррозионного процесса [5-7].

Одним из путей снижения потерь металла в конструктивных элемен-



тах машин является нанесение на их соединения многокомпонентного консервационного состава, состоящего из отработанного моторного масла, эмульгатора и наполнителя. В качестве эмульгатора применяется фосфатидный концентрат, в качестве наполнителя – порошок цинка. Положительный эффект применения данного состава достигается за счет того, что в соединениях образуется гальваническая пара, в которой металл соединения является катодом, а наполнитель-протектор консерванта – анодом [5,7]. Из-за разности электрохимических потенциалов металл – протектор в цепи протекторной установки возникает электрический ток, который, протекая на защищаемый объект, создает на нем потенциал, более отрицательный, чем до подключения протекторной установки. При разности электрохимических потенциалов металл – среда на объекте практически прекращается коррозионно-электрохимический процесс [5].

С целью повышения сохранности машин сельскохозяйственного назначения путём предотвращения коррозии металла сотрудниками Рязанского ГАТУ предложен способ хранения машин и агрегатов в герметичном укрытии [8], в котором поддерживаются заданные температурные и влажностные показатели воздушной среды и проводится постоянный контроль их значений. Снижения коррозионных потерь металла, находящейся в укрытии техники, достигается путем ограничения теплообмена между машиной и окружающей средой.

Разрушительное действие атмосферные условия оказывают также на резинотехнические изделия машин. Процесс "старения" резины на открытых площадках в значительной степени происходит из-за пагубного воздействия световой радиации и озона воздуха. По этой и другим причинам у резины наблюдаются изменения физико-механических свойств, в частности, снижаются жесткостные характеристики и прочностные свойства [9].

С целью повышения эффективности защиты резинотехнических изделий в лаборатории Рязанского ГАТУ разработана экспериментальная защитно-восстанавливающая смесь, которая содержит растопленный воск, жидкую резину и нано-порошок. Данная смесь для резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин отличается от существующих защитных покрытий тем, что в ней в качестве регенератора применяется жидкая резина, а в качестве наполнителя – нано-порошок [10].

Проведенные исследования защитных свойств предлагаемой смеси позволяют сделать вывод о том, что добавление жидкой резины и нано-порошка к парафину обеспечивает повышение эффективности защиты изделий из резины и экспериментальная смесь может быть использована для предупреждения разрушения резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин в межсезонный период при различных условиях хранения.

Использование предлагаемых разработок в процессе подготовке техники к длительному хранению на открытых площадках позволит избежать

разрушения металлических поверхностей и резинотехнических изделий, что, в свою очередь, положительно скажется на эксплуатационных характеристиках сельскохозяйственных машин. Очевидно, что создание необходимых условий для поддержания транспортных и технологических машин в надлежащем эксплуатационном состоянии в период длительного хранения экономически выгоднее, чем ремонт или приобретение новой техники.

### Список литературы.

1. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-3914.
2. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 1. – С. 11-14.
3. Шемякин, А.В. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.
4. Патент на полезную модель РФ № 73293 Сопло для моечных установок. / Е.Ю. Макеева, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев – Опубл. 02.03.2007.
5. Зарубин, И.В. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / И.В.Зарубин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения: материалы Международной научно-практической конференции. – Саратов, 2010. – Т.3 – С. 299-300.
6. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенок // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской ГСХА. – Рязань, 1998. – С. 185-186.
7. Будылкин, А.А. Роль наполнителя в составе жидкого консерванта для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / А.А. Будылкин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения: материалы Международной научно-практической конф. – Саратов, 2010. – Т.3 – С. 281-282.
8. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного гос. университета. – 2017. – № 1 (70). – С. 50-56.
9. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Международный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 62-65.
10. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 36-37.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В АПК**

*Маланин Никита Сергеевич, студент-бакалавр  
Полякова Юлия Владимировна, студент-бакалавр  
Кожанова Алина Андреевна, студент-бакалавр  
Шигапов Ильяс Исхакович, науч.рук., д.т.н., доцент  
Краснова Ольга Николаевна, науч. рук., преподаватель  
Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
г. Димитровград, Россия  
Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал  
ФГАОУ ВО Национальный исследовательский ядерный университет  
«МИФИ», г. Димитровград, Россия*

***Аннотация:** в животноводстве при очистке сточных стоков используются барботажные аэраторы, что является оптимальным и нужным условием для экономически эффективной и результативной биологической очистки. Предотвращение загрязнения водных объектов сточными водами, а также повышение степени очистки загрязненных вод, снижение материальных затрат на строительство очистных сооружений является важным показателем в агропромышленном комплексе.*

***Ключевые слова:** ил, аэробный процесс, стоки, барботаж, производительность, пузырьки воздуха, осадок, семейные животноводческие фермы*

Важными показателями в животноводстве является уменьшение затрат на строительство очистных сооружений, а также предотвращение загрязнения сточными водами. В нашей стране значительная часть года скот находится в стойлах. Товаропроизводители лишь в летний период, животных переводят на пастбища. От способа удаления навозной массы зависит поступление загрязняющих веществ в водостоки с животноводческих ферм и комплексов АПК, все это происходит в процессе утилизации навозной массы, при прямом смыве сточных вод после очистки.

При стойловом содержании скота большие массы навозной массы в животноводческих помещениях скапливаются. В водную систему выбрасываются немалые количества грубодисперсной, малоразложившейся органики и биогенных веществ из-за несовершенной утилизации.

В настоящее время животноводческие фермы располагаются преимущественно в непосредственной близости от рек и озер, что отрицательно влияет на загрязнение вод. В животноводческих фермах и комплексах очистка стоков основывается на окислении органических веществ (биологический), основанной на научных исследованиях вышеизложенных пара-

метров. На животноводческих фермах при стойловом содержании скота в качестве предотвращения от загрязнения окружающей среды применяется очистка навозных стоков. Ежегодно образуется более 1240 млн. тонн навозной массы, только на животноводческих предприятиях и комплексах, при этом технологические схемы утилизации навозной массы используют следующие этапы: очистка с разделением на твердую, жидкую фракции навозной массы, то есть в две стадии совершают обработку сточных вод, называемые первичной и вторичной обработкой. При этом 60% подвергаются второй стадии обработки, 30% получают только первой стадии обработки и 10% сточных вод используемых в аэратенках вообще не получают обработки. В первичной обработке происходит отфильтровывание сточных вод от крупного мусора и больших частиц взвешенных твердых веществ подвергается. Через отстойники сточные воды(навозная масса) пропускают, где оседают взвешенные частицы твердых веществ, далее формирующие ил. В природные водные системы, если сточные воды не получают вторичной обработки, то их обрабатывают хлором и сбрасывают. Отделение влажных концентрированных навозных масс, в процессе первичной обработки, называемые илом. Процесс очистки с активным илом представляет собой распространенный способ вторичной обработки. Если рассмотреть основные механизмы процесса очистки с активным илом, сначала необходимо изучить природу и морфологию микроорганизмов смешанной культуры, которые в аэрируемом реакторе. Для активного ила из наиболее типичных организмов является бактерия *Zoogloea ramigera*.

Агрегация микроорганизмов и образование хлопьевидных скоплений (флокул), обуславливает наличие геля, так называемый активный ил (рис. 1).

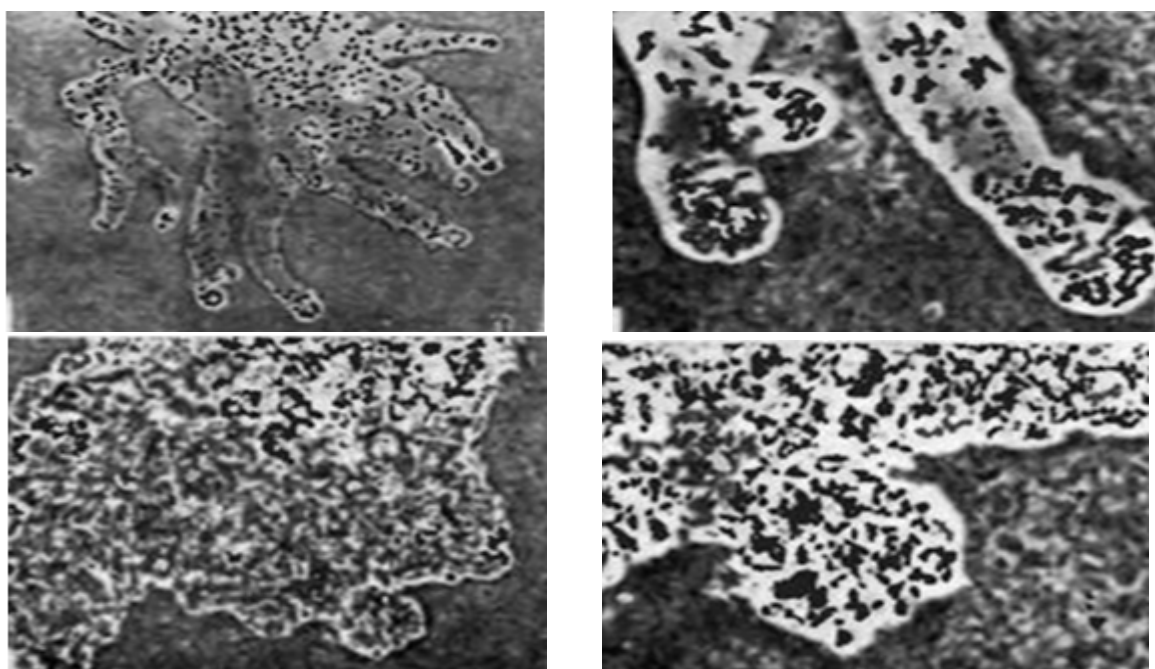


Рис. 1. Микрофотография некоторых микроорганизмов активного ила

Высоким сродством к суспендированным твердым веществам, включая коллоидальные частицы характеризуется активным илом.

Именно это условие служит причиной того, что первой стадией уменьшения суспендированных твердых крупиц в сточных водах является их добавление к флокулам.

К быстрому росту аэробных бактерий приводит аэрация, которые питаются органическими примесями в воде [1].

На рисунке 2 согласно представленной технологической схеме, производится обработка стоков по следующим этапам: в резервуар загружается небольшая часть активного ила при подготовке первого пуска, т.е. насыщение аэробными бактериями, ила,. [2,3] Осветленными стоками заполняется аэрофильтр. Активный аэрационный процесс начинается после подачи воздуха через систему аэрационных фильтров

Разложение аэробных бактерий происходит при присутствии кислорода воздуха и тем самым усиливается аэробный процесс, т.е. происходит процесс минерализации органических веществ, возникновение хлопьев активного ила сточных вод, медленно оседающих на дно аэрофильтра.

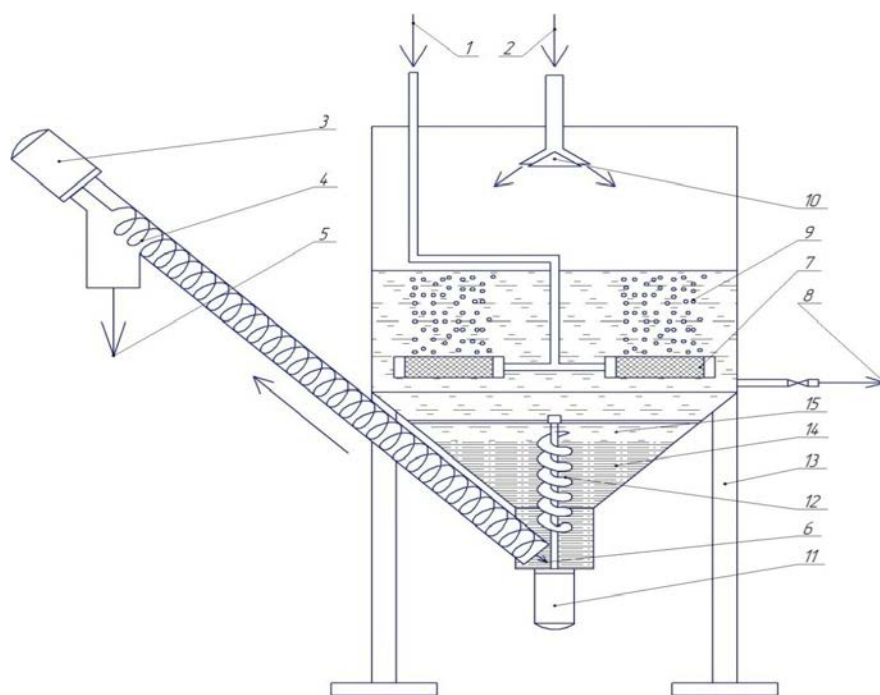


Рис. 2. Технологическая схема обработки стоков

1- подача кислорода, 2 - разгрузка сточной воды, 3-реверсивный двигатель, 4- спирально-винтовое устройство, 5 - разгрузка активного ила, 6-взбалтывание ила, 7- аэрационная система, 8-слив отработанных стоков, 9 - пузырьки кислорода, 10 - разбрызгиватель, 11-двигатель, 12-спираль, 13-стойки, 14-ил, 15- стоки.

Геликоидно-винтовое устройство в реверсивном режиме, через определенные интервалы времени на несколько секунд подключают для перемешивания осевшего ила, который перемешивают по всему объему стоков системой аэрационных фильтров, что культивирует аэробный процесс.

Бактерии образуют массу, называемую активным илом. В отстойниках вода очищенная сливается, а ил оседает.

В очистные сооружения большая часть активного ила возвращается, что содействует разложению органических загрязнений.

Оседает хороший ил быстро при высокой адсорбционной и метаболической активности.

При сливании обработанных стоков подачу воздуха прекращают, далее образовавшиеся хлопья оседают. С помощью спирально-винтового устройства после слива стоков, избыток осевшего активного ила выгружают.

Геликоидно-винтовым устройством взбалтывают остатки активного ила после заполнения стоками аэрофильтра и подачи в него кислорода, т.е. исключается отдельная загрузка активного ила, как в случае первого пуска аэрофильтра.

В поступающие в сточные воды концентрации загрязняющих веществ, а также нарушение режима эксплуатации системы водоочистки могут привести к условиям, неблагоприятным для роста полезных популяций, что в свою очередь увеличит доминирующее положение в системе.

При очистке стоков в животноводческих фермах и комплексах использование барботажных аэраторов [4,5] является необходимым условием и оптимальным для экономически эффективной и результативной биологической очистке [5].

### Список литературы

1. Губейдуллин, Х.Х. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах / Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов, В.А. Кологреев, Н.В. Чумакова // Аграрная наука. – 2012. – №11. – С. 31-32.
2. Шигапов, И.И. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза / И.И. Шигапов, Х.Х. Губейдуллин, В.Г. Артемьев, О.П. Гришин // Сельский механизатор. – 2013. – №8. – С. 26-27.
3. Шигапов И.И., Уборка и переработка навоза на базе спирально-винтовых механизмов / И.И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – №5. – С. 22-23.
4. Шигапов, И.И. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа / И.И. Шигапов, Х.Х. Губейдуллин // Естественные и технические науки. – 2013. – №6(68). – С. 458-463.
5. Губейдуллин, Х.Х. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов / Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов, В.А. Кологреев, М.М. Гафин // Научный вестник технологического института – филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – 2013. – №11. – С. 109-112.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВЧ-ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

*Малюков Дмитрий Викторович, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье предложена программа имитационного моделирования технологического процесса свч-обработки зерна. проведен машинный эксперимент, представлены его результаты.*

***Ключевые слова:** имитационное моделирование, посевной материал, электромагнитное поле*

Технологический процесс СВЧ-обработки зерна по своей сути (поступление зернового материала, его нагрев, удаление влаги) относится к системам массового обслуживания. Поэтому рационально представить его в символической Q-схеме. Известно, что процессы, представляемые Q-схемами, удобно моделировать с применением общецелевой системы имитационного моделирования GPSS. Методика исследования включает определение производительности линии, загрузки СВЧ камеры, среднего времени СВЧ обработки зерна ( $\tau_0$ ), в зависимости от скорости подачи материала ( $V_{п}$ ) и плотности вороха ( $\rho$ ) [1-8].

Исходный текст программы модели представлены на рисунке 1.

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от плотности зерна ( $\rho$ ), от скорости подачи материала ( $V_{п}$ ). Также применены следующие условные обозначения: бункер необработанного зерна (BUNK1), бункер для увлажнителей зерна (BUNK2), бункер для увлажнённого зерна (BUNK3), смеситель (SMESITEL), норья (NOR), подающий транспортёр (TRANSP) и СВЧ камера (SVCH).

В данной модели в качестве транзакта принят 1 кг зерна, а за единицу модельного времени принят интервал времени 0,01 секунды.

Для получения случайных величин интервалов поступления транзактов использованы непрерывная числовая функция XPDIS, заданная табличной зависимостью, содержащей 24 точки (C24). Интервал поступления транзактов определяется произведением среднего значения времени и вычисленного значения функции, полученный результат ускается отбрасыванием дробной части и используется в качестве случайного времени интервала поступления транзактов.

```

10 * OBRABOTKA ZERNA
20 OBRSVCH FVARIABLE -60#100#LOG((1+RN1)/1000)
30 PODACHANOR FVARIABLE -36#LOG((1+RN1)/1000)
30 PODACHATRANSP FVARIABLE -(100/Vn)/ρ #100#LOG((1+RN1)/1000)
40 SMESHIVANIE FVARIABLE -36#LOG((1+RN1)/1000)
50 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
60 * 1 segment - зерно
70 GENERATE 360, FN$XPDIS,,1
80 SPLIT 999,MET1
90 MET1 LINK BUNK1,FIFO,MET2
100 MET2 SEIZE SMESITEL
110 UNLINK BUNK1,MET2,1
120 TRANSFER ,SMESH
130 GENERATE 100, FN$XPDIS,,1
140 SPLIT 17,MET3
150 MET3 LINK BUNK2,FIFO,MET4
160 MET4 SEIZE SMESITEL
170 UNLINK BUNK2,MET4,1
180 SMESH ADVANCE V$SMESHIVANIE
190 SEIZE NOR
200 RELEASE SMESITEL
210 ADVANCE V$PODACHANOR
220 LINK BUNK3,FIFO,MET5
230 MET5 SEIZE TRANSP
235 RELEASE NOR
240 UNLINK BUNK3,MET5,1
250 ADVANCE V$PODACHATRANSP
260 RELEASE TRANSP
270 ASSEMBLE ρ
280 SEIZE SVCH
285 ADVANCE V$OBRSVCH
290 RELEASE SVCH
300 SPLIT (ρ-1),MET6
310 MET6 TERMINATE
320 * 2 segment - time
330 GENERATE 360000
340 TERMINATE 1
320 * control cards
START 1
END

```

Рис. 1. Исходный текст программы модели

Для получения случайных величин интервалов обслуживания транзактов действительные переменные определяются с помощью оператора определения FVARIABLE. Переменные имеют единственный СЧА с названием V, значением которого является результат вычисления арифметического выражения, определяющего случайный интервал времени. Вычисление времени задержки транзакта на обслуживании определяется путем умножения значений  $\rho$  и  $V_n$  на соответствующее вычисленное значение функции.

Переменная с именем OBRSVCH задает выражение для вычисления интервала времени нахождения зерна в СВЧ камере, переменная с именем SMESHIVANIE выражение для вычисления времени смешивания зерна и увлажнителей, переменные с именами PODACHANOR и PODACHATRANSP выражения для вычисления времени подачи зерна норий и транспортёром. Блоки ADVANCE содержат ссылки на соответствующие переменные.

Во всех случаях для генерирования случайных чисел использован встроенный генератор случайных чисел RN1.

Выполнить прогоны модели, изменяя плотность слоя зерна и ско-



рость поступления материала в сушильную камеру (значения  $\rho$  и  $V_n$ ). Интервалы и уровни варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования

	Ворох зерна плотностью $\rho = 6 \text{ кг/м}^2$					Ворох зерна плотностью $\rho = 9 \text{ кг/м}^2$				
	$V_n = 0,005 \text{ м/с}$	$V_n = 0,0075 \text{ м/с}$	$V_n = 0,010 \text{ м/с}$	$V_n = 0,0125 \text{ м/с}$	$V_n = 0,015 \text{ м/с}$	$V_n = 0,005 \text{ м/с}$	$V_n = 0,0075 \text{ м/с}$	$V_n = 0,010 \text{ м/с}$	$V_n = 0,0125 \text{ м/с}$	$V_n = 0,015 \text{ м/с}$
Производительность линии, кг/ч	108	162	192	252	306	135	216	297	378	441
Загрузка СВЧ камеры, %	21,3	37,2	54,8	67,3	95,4	29,1	37,6	62,4	62,5	87,6
Среднее время СВЧ обработки зерна, с	42,7	49,6	59,8	56,4	66,1	65,4	56,3	66,0	52,3	63,0
Производительность линии, кг/ч	204	300	432	528	612	255	375	510	660	795
Загрузка СВЧ камеры, %	36,2	52,7	76,2	87,9	81,9	22,5	47,1	52,6	72,5	78,8
Среднее время СВЧ обработки зерна, с	72,5	73,0	74,2	71,9	56,7	47,6	67,8	55,7	58,0	52,5
Производительность линии, кг/ч	288	450	612	756	900	336	525	693	882	987
Загрузка СВЧ камеры, %	33,8	63,5	60,0	68,4	83,9	19,8	26,4	37,9	50,4	85,8
Среднее время СВЧ обработки зерна, с	71,6	87,9	63,6	57,2	59,2	41,9	38,0	40,1	42,2	65,7

По завершении прогона модели из стандартного отчета определить производительности линии, кг/ч; загрузку СВЧ камеры, %; среднее время СВЧ обработки зерна ( $\tau_0$ ), с.

Изменение производительности линии предпосевной подготовки зерна, при разной скорости подачи материала ( $V_n$ ) в зависимости от плотности материала ( $\rho$ ) отображено на рисунке 2.

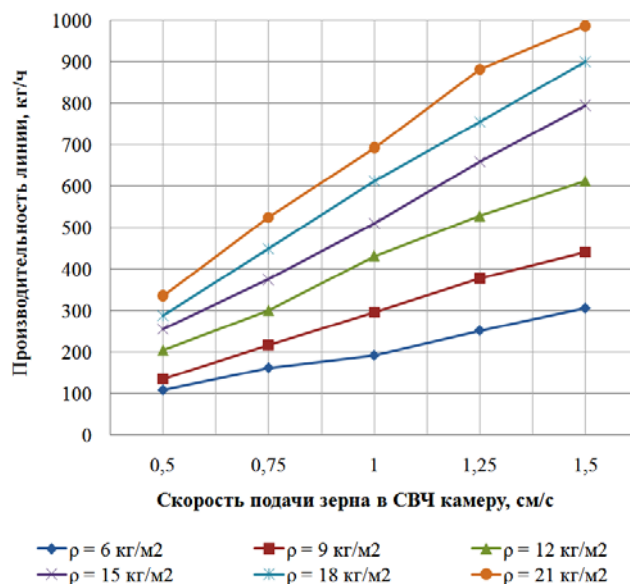


Рис. 2. Производительность линии подготовки семян к посеву при разной плотности ( $\rho$ ) и разной скорости подачи зерна ( $V_{п}$ ), кг/ч

Изменение загрузки СВЧ камеры в слоях различной плотности ( $\rho$ ) в сушильной камере при разной скорости подачи материала ( $V_{п}$ ) отображено на рисунке 3.

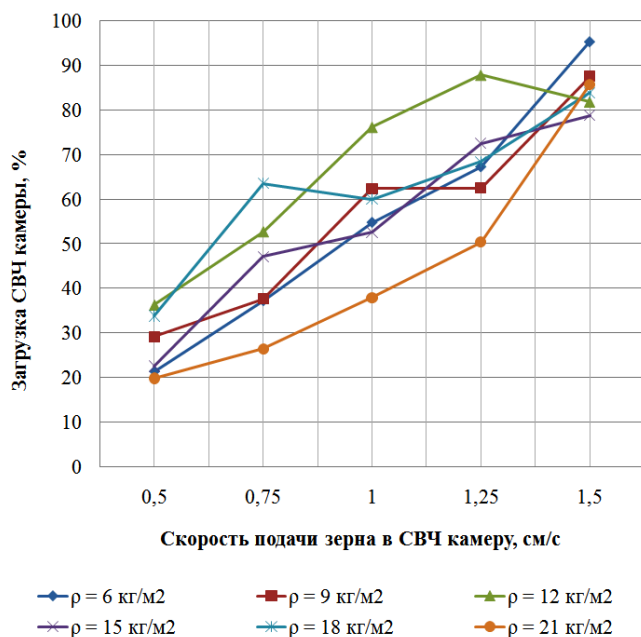


Рис. 3. Загрузка СВЧ камеры при разной плотности ( $\rho$ ) и разной скорости подачи зерна ( $V_{п}$ ), кг/ч

Из рисунка 2 видно, что увеличение скорости подачи зернового материала в СВЧ камеру, а также и увеличение плотности этого материала (толщины слоя зерна) вызывает увеличение производительности линии подготовки семян к посеву. Наилучшие показатели показала технологическая линия с подачей зерна плотностью  $\rho = 21 \text{ кг/м}^2$ , но из рисунка 3 ви-

дим, что зерновой материал с такой плотностью меньше всего загружает СВЧ камеру, то есть уменьшается время его обработки.

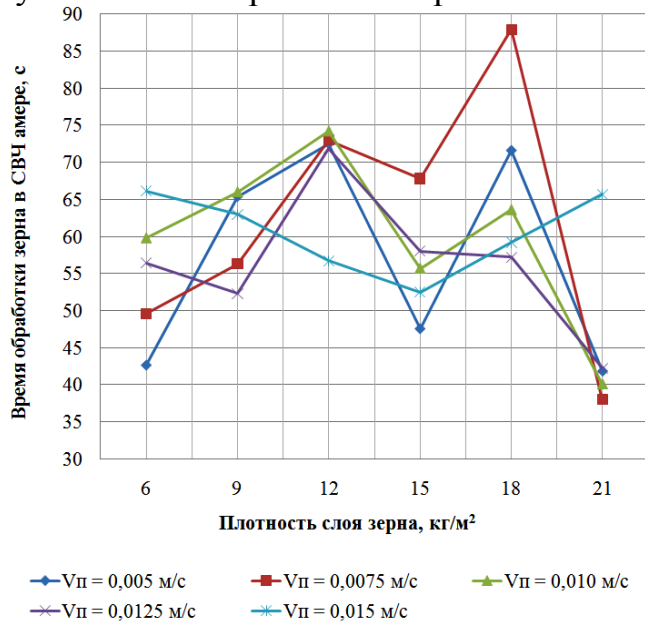


Рис. 4. Среднее время СВЧ обработки зерна в СВЧ камере при разной скорости подачи материала ( $V_{\text{п}}$ ) и различной плотности ( $\rho$ ), с

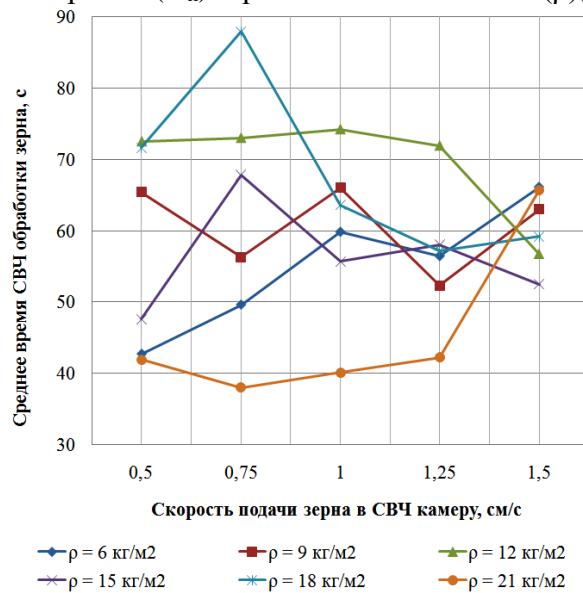


Рис. 5. Среднее время СВЧ обработки зерна в СВЧ камере при разной скорости подачи материала ( $V_{\text{п}}$ ), час

На рисунках 4 и 5 показаны зависимости среднего времени СВЧ обработки зерна в СВЧ камере от скорости подачи материала ( $V_{\text{п}}$ ) и плотности зернового слоя ( $\rho$ ).

По этим рисункам можно сделать заключение, что наиболее предпочтительная плотность слоя зерна перед его подачей в СВЧ камеру, должна быть в пределах  $\rho = 9 \dots 12$  кг/м<sup>2</sup> (это будет соответствовать толщине зернового слоя 1,5...2,5 см), а скорость подачи зерна в СВЧ камеру  $V_{\text{п}} = 0,01$  м/с. При таких режимах работы будет наблюдаться снижение производи-

тельности СВЧ обработки, но при этом зерновой материал будет хорошо прогрет, так как время его нахождения в СВЧ камере будет в пределах  $t = 60 \dots 70$  секунд. При дальнейшем увеличении времени нахождения зерна в СВЧ камере возможно чрезмерное его пересушивание и даже возгорание, а при меньшем времени – не будут полностью уничтожены болезнетворные микроорганизмы.

### Список литературы

1. Шушков, Р.А. Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты // Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – №4. – С. 29-30.
2. Шушков, Р.А. Сроки хранения влажных рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Сельский механизатор. – 2014. – № 1. – С. 20-21.
3. Шушков, Р.А. Особенности процесса досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 3(7). – С. 84-92.
4. Шушков, Р.А. Обоснование целесообразности использования СВЧ-излучения для сушки льнотресты в ленте // Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, Д.В. Кустов, А.С. Кузнецов // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 4(24). – С. 99-111.
5. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с.
6. Оробинский, Д.Ф. Универсальный пункт сушки льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 3. – С. 2-4.
7. Шушков, Р.А. Сроки хранения влажных рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Сельский механизатор. – 2014. – № 1. – С. 20-21.
8. Шушков, Р.А. Анализ и оптимизация параметров сушки рулонов льнотресты // Р.А. Шушков, А.С. Михайлов, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 4(20). – С. 89-97.

УДК 631.171

### ОЧИСТКА ТЕХНИКИ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

*Матюнина Екатерина Алексеевна, студент-бакалавр  
Терентьев Вячеслав Викторович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** повышение степени очистки автомобилей и сельскохозяйственной техники от загрязнений позволяет обеспечить качественное проведение обслуживания и ремонта. Для улучшения данного показателя в статье предлагается внедрение сопла гидроакустического действия.*

***Ключевые слова:** очистка, сельскохозяйственная техника, сопло*

Качество технического обслуживания и ремонта автомобилей и сельскохозяйственной техники в значительной степени зависит от проведения подготовительных операций и, в первую очередь, от мойки [1-3]. В процессе эксплуатации на конструктивных элементах машин скапливаются различные по составу загрязнения, удаление которых нередко требует значительных материальных и трудовых затрат. Важное значение данная технологическая операция имеет и при подготовке техники к хранению, так как оставшаяся на металлических поверхностях машин грязь зачастую становится очагами развития коррозионного процесса [4-6]. Повышение эффективности очистки и мойки является актуальной задачей, решение которой позволит улучшить качество ремонта и, как следствие, увеличить наработку автомобилей и сельскохозяйственной техники. Вопросы совершенствования технологического процесса очистки рассматриваются в работах Андреева К.П. [7], Анурьева С.Г. [7], Баусова А.М. [8], Шемякина А.В. [10-14] и других авторов.

Производительность водоструйной очистки во многом зависит от сопла (насадки) и скорости истечения воды из него. Основным назначением насадок, которые принято называть соплами или форсунками, является создание скоростного напора протекающей через сопло струи моющей жидкости с определенным направленным потоком и дозирование ее расхода. Сопла изготавливаются из металла или капрона, а их различная форма обеспечивает соответственно разные виды моющей струи: рассеивающие, веерообразные, кинжальные, щелевые и другие. Жидкостные струи применяют чаще всего благодаря простоте устройств, с помощью которых их получают: цилиндрических насадок или отверстий в тонкой стенке. Насадки других форм из-за трудности изготовления чаще всего не используют, хотя силовые характеристики их значительно лучше, чем цилиндрических.

Струя, истекающая из сопла, делится на три участка: компактный, раздробленный и распыленный. Для силового воздействия на загрязнение интерес представляет компактный участок, длина его для струи воды, истекающей в воздух, равна примерно 150 диаметрам струи.

Основными характеристиками насадок являются: коэффициент расхода, коэффициент сопротивления и скоростной коэффициент.

На основе проведенного анализа литературных источников можно сделать вывод, что энергия струи зависит от массы жидкости и скорости ее истечения. Лучшими с энергетической точки зрения являются отверстия в тонкой стенке. В отверстиях диаметром 2,5 мм удельная энергия размыва

уменьшается на 30%, при диаметре 3,5 мм – на 50%. В результате этого при одном и том же расходе жидкости целесообразно применять несколько отверстий в сопле с минимальным диаметром истечения. При постоянном напоре одной насадке диаметром 2,5 мм по расходу жидкости эквивалентны три насадки диаметром 1,5 мм, а количество загрязнения, удаленного тремя насадками диаметром 1,5 мм в 1,5 раза больше, чем при использовании одной насадки диаметром 2,5 мм, т.е. для мойки целесообразно применять не одну насадку с отверстием большого диаметра, а несколько - с минимально допустимым диаметром отверстия.

В настоящее время для формирования пульсирующих струй применяют устройства:

- 1) с циклическим подводом дополнительной энергии;
- 2) с медленным накоплением энергии жидкости в системе и быстрым ее выбросом;
- 3) с использованием энергии гидравлического удара жидкости в системе;
- 4) с периодическим накоплением потока жидкости по каналам.

Проведенные исследования позволили установить, что наиболее перспективными являются устройства с использованием энергии гидравлического удара жидкости в системе с периодическим направлением потока жидкости по каналам, а также использование двухфазных водо-воздушных смесей.

Анализ литературных данных и результатов предшествующих исследований показал, что выбор рационального способа и метода очистки являются определяющими факторами при проведении рассматриваемого технологического процесса. Применение реагентов в моющих растворах, в виде органических растворителей, щелочных составов и кислот повышает трудовые и энергетические затраты при их использовании, ухудшает условия труда, увеличивает экологическую опасность при попадании их в виде отходов в окружающую среду. Учитывая данные обстоятельства ставится задача по уменьшению количества реагентов в технологических операциях наружной мойки машин или их полное исключение.

Для удаления растительных остатков, маслянисто-грязевых, старых лакокрасочных покрытий, продуктов коррозии, технологических загрязнений и остатков ядохимикатов с учетом физико-химических особенностей моечных операций, экономически целесообразно использовать струйную мойку наружных поверхностей с дальнейшим применением интенсивного способа воздействия на загрязнение без повышения энергонасыщенности моечных установок. Для достижения этих целей необходим переход с непрерывного потока моющей жидкости на пульсирующий (импульсный). Для этого можно использовать энергию гидравлического удара струй моющей жидкости в сочетании с двухфазными смесями (водо-воздушными), формируемых в сопле. Эти два способа являются наиболее перспективными для интенсивного воздействия на загрязненную наружную поверхность

машин. Удаление загрязнений с наружных поверхностей сельскохозяйственных и других мобильных машин возможно при использовании малогабаритных моечных установок с соплами, имеющими плавно регулируемые выходные каналы (отверстия), образующими струи под высоким давлением.

Исследователями Рязанского ГАТУ предложена конструкция сопла гидроакустического действия (рисунок 1) [15], в котором моющая жидкость выходя из кольцевого канала попадает на втулку-резонатор и возбуждает в ней резонансные колебания, образующие звуковое поле.

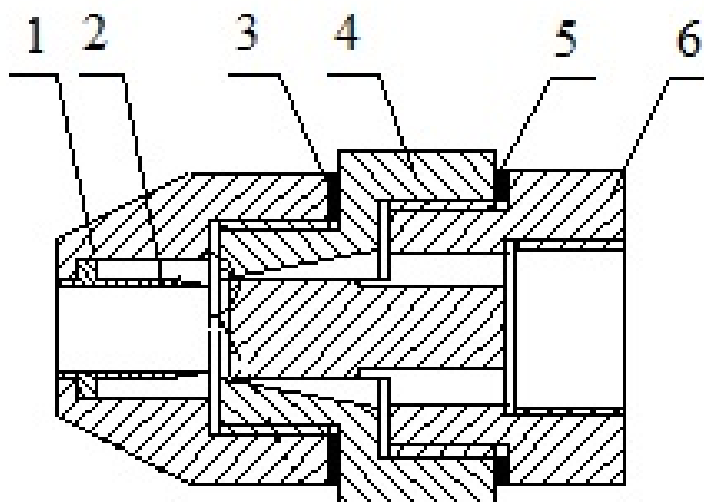


Рис. 1. Сопло гидроакустического действия:  
1 – передняя часть; 2 – втулка-резонатор; 3,4 – регулировочные прокладки;  
5 – средняя часть; 6 – втулка крепления на гидромонитор

Эффект очистки достигается за счет процессов происходящих в ультразвуковом поле, к которым можно отнести ультразвуковую кавитацию, акустические течения, радиационное давление. Основным процессом при удалении загрязнений является кавитация. Гидроакустическое сопло позволяет увеличить расстояние от очищаемой поверхности при высокой степени очистки. Эффект интенсивного удаления загрязнений с поверхности очищаемого объекта наблюдается при нахождении сопла в интервале от 0 до 60 см. При контакте сопла и объекта очистки удаление происходит контактным методом, при котором колебания возбуждаются в самом объекте. При контактном методе очистка происходит за счет акустических течений механизмов отслоения, струйной очистки и эмульгирования. С ростом расстояния качество очистки несколько снижается из-за угасания контактного метода, в результате происходит снижение акустических течений, уменьшается интенсивность механизмов отслоения и эмульгирования, самого ультразвукового поля. Большая часть энергии ультразвукового поля идет на образование и развитие кавитационных пузырьков. Максимальное эро-

зионное воздействие наблюдается на диапазоне расстояний от 30 до 60 см.

Применение данного сопла обеспечивает расширение интервала расстояний до объекта, что позволяет добиться высокой степени очистки наружных поверхностей машин при снижении трудоемкости данной технологической операции.

### Список литературы

1. Бышов, Н.В. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 102 с.
2. Бышов, Н.В. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 112 с.
3. Бышов, Н.В. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.
4. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенко // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской ГСХА. – Рязань, 1998. – С. 185-186
5. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин / М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин// Сб.: Современные энерго-и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Рязань, 1999. – С. 99-101.
6. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1. – С. 11-14.
7. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-3914.
8. Анурьев, С.Г. Устройство для подготовки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники к покраске / С.Г. Анурьев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 85-89.
9. Баусов, А.М. Экспериментальная установка для очистки двигателей перед ремонтом / А.М. Баусов, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев и др. // Вестник АПК Верхневолжья – 2011. – № 1. – С. 82-83.
10. Шемякин, А.В. Устройство для очистки сельскохозяйственных машин с использованием энергии вращающейся жидкостной струи / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 3. – С. 77-80.
11. Шемякин, А.В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) / А.В. Шемякин, В.В.



Терентьев, Е.Г. Кузин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2017. – № 1. – С. 171-175.

12. Шемякин, А.В. Экспериментальная установка для очистки сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация. – 2008. – № 6. – С. 29-30.

13. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнков, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного гос. университета. – 2017. – № 1. – С. 50-56.

14. Шемякин, А.В. Улучшение условий труда при подготовке сельскохозяйственной техники к хранению / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного гос. университета. Серия: Техника и технологии. – 2017. – № 1 (22). – С. 58-63.

15. Патент на полезную модель РФ № 73293 Сопло для моечных установок. / Е.Ю. Макеева, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев – Оpubл. 02.03.2007.

**УДК 372.863**

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОФЕССИИ ТРАКТОРИСТ-МАШИНИСТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.*

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье описаны основные принципы обучения профессии тракторист-машинист сельскохозяйственного производства.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, производство, обучение, тракторист, машинист, ученик, мастер*

*Воспитывающий характер обучения.* Учебный материал, излагаемый мастером, должен отражать перспективы в сельскохозяйственном производстве. Мастер на конкретных примерах, убедительных фактах показывает превосходство и достижения в области тракторостроения, сельскохозяйственного машиностроения. Надо следить, чтобы ученики соблюдали требования культуры производства, образцово ухаживали за тракторами, инструментами, и оборудованием, экономно использовали рабочее время, материалы и топливо. Обучать вождению трактора надо в производственных условиях, где ученики сами подготавливают трактор к работе, проводят техническое обслуживание. Мастер учит обучающихся беречь трактор, немедленно устранять неисправности. Он должен объяснить, почему нельзя работать на неисправной машине. Надо требовать, чтобы ученики плавно трогали трактор с места, без рывков, правильно тормозили и поворачивали. Мастер подчеркивает, что для повышения срока службы двигателя и

экономного расходования топлива надо сокращать до минимума работу двигателя на холостом ходу, правильно выбирать режим его работы. Мастер следит за тем, чтобы при проведении технического обслуживания обучающиеся не разливали масло, горючее, экономно использовали обтирочный материал [3].

*Систематичность, последовательность и доступность обучения.*

Систематичность обучения означает, что ученики овладевают строго определенным кругом знаний, умений и навыков в определенном порядке. При последовательном изучении все вновь изучаемое опирается на ранее пройденное. В этом случае студенты не только закрепляют пройденный материал, но подготавливаются к усвоению последующего. Принцип систематичности и последовательности в обучении способствует постепенному переходу от легкого материала к более трудному, от простых упражнений к сложным. Степень сложности упражнений должна соответствовать подготовке и способностям студентов. Нельзя давать непосильные упражнения. Их надо усложнять постепенно, приучая самостоятельно преодолевать трудности, иногда под руководством мастера. Но упражнения не должны быть и слишком легкими, так как несложная работа снижает интерес, порождает поверхностное отношение к делу, не воспитывает настойчивости. При обучении вождению тракторов мастер постепенно осуществляет переход от простых элементов к сложным, от отдельных приемов к совместным согласованным действиям. Этот метод предусматривает последовательное увеличение нагрузки, обеспечивает развитие самостоятельности и инициативы.

*Индивидуальный подход к ученикам.* Мастер должен хорошо знать возрастные и индивидуальные особенности, и учитывать их в учебно-воспитательной работе. Для того чтобы учесть индивидуальные особенности каждого студента, мастер до начала занятий знакомится с их характеристиками, беседует с каждым студентом. Одинакового подхода ко всем студентам не существует. Одни подвижны, сообразительны, с быстрой реакцией, другие отличаются замедленной реакцией, менее способны. Одни обладают хорошей памятью, устойчивым вниманием, другие рассеянны, не собраны. Часть имеет хорошую зрительную память, другие – слуховую. Мастер наблюдает за поведением, поступками, характером, их отношением к занятиям, труду, заинтересованностью к избранной профессии.

*Связь теории с практикой.* Правильное сочетание теории с практикой – основное требование учебного процесса при подготовке трактористов. Обучающиеся не только получают знания, но и применяют их на практике. На теоретических занятиях ученики получают в классе краткие сведения об общем устройстве трактора и принципе работы двигателя. В процессе обучения мастер опирается на ранее полученные знания обучаемых, их опыт. Ученик должен не механически, а продуманно выполнять все действия [1].

*Рекомендации по обучению вождению тракторов.* В результате индивидуальных занятий по вождению тракторов и проведению технического обслуживания у учеников вырабатываются первоначальные умения и навыки.

В процессе обучения мастер должен научить учеников выполнять определенные упражнения; помочь им выработать умения и первоначальные навыки по безопасному выполнению операций по подготовке трактора к работе и вождению; научить их бережно относиться к тракторам, экономно использовать топливо и смазочные материалы.

*Инструктаж учеников.* При проведении индивидуальных занятий по обучению вождению тракторов мастер проводит групповой и индивидуальный инструктаж.

*Групповой инструктаж* проводят перед началом занятий со всеми обучающимися группы. Во время этого инструктажа излагают основной теоретический материал по теме, поясняют цель задания и указывают литературу, которую необходимо прочитать.

*Индивидуальный инструктаж* проводится непосредственно при выполнении задания с одним или двумя учениками.

Инструктаж бывает предварительный (вводный), текущий (в процессе выполнения задания) и заключительный (разбор занятия).

*Вводный инструктаж* проводится на месте выполнения задания. Во время вводного инструктажа объясняют и показывают приемы запуска, вождения, остановки трактора и проведения технического обслуживания. Вводный инструктаж – один из важнейших элементов занятия. В процессе вводного инструктажа мастер объясняет и демонстрирует все приемы выполнения задания.

*Текущий инструктаж* проводится во время выполнения задания. В процессе текущего инструктажа мастер дает краткие указания и делает замечания по выполнению упражнений.

*Заключительный инструктаж* проводится в конце занятий. Мастер отмечает положительные действия учеников, указывает на недостатки, объявляет оценку и дает задание на следующее занятие [2].

*Выполнение заданий.* Каждое задание выполняют в два этапа. На первом этапе мастер объясняет и демонстрирует приемы выполнения задания. Затем он предлагает ученику повторить проделанные им действия. На втором этапе мастер практически закрепляет объяснение, прививает умение и первоначальный навык в выполнении задания. Ученик сам выполняет упражнения, а мастер контролирует его действия, делает замечания.

При обучении, в целях предупреждения ошибок рекомендуется руководствоваться следующими указаниями:

- четкость действий следует вырабатывать у учеников уже в начальный период формирования умений и навыков. Ошибка начального периода легко превращается в устойчивый навык, исправить который очень трудно;

- каждую ошибку следует сразу же исправить, даже если для этого потребуется продолжительное время;

- недостаточно устранить ошибку, надо объяснить, к каким опасным последствиям она может привести.

Мастер при проведении вводного инструктажа указывает на типичные ошибки. Для того чтобы предупредить ошибки, мастер предлагает ученику перед выполнением упражнений рассказать, как можно предотвратить возможные ошибки в работе. Такой методический прием позволяет мастеру проверить знания ученика и активизирует их деятельность. Стремление обучающихся не допускать ошибок будет безрезультатным, если они не осознают их. Мастер должен отмечать правильные действия ученика, указывать на его ошибки (иногда используя наводящие вопросы). Мастер дает возможность обучающимся самостоятельно исправить ошибки. Ученик может растеряться, и упражнение покажется ему невыполнимым. В этом случае мастер дополнительно демонстрирует операцию. Чтобы задания выполнялись успешно, мастер предостерегает от непродуманных действий, неряшливости.

Если ученик может контролировать свои действия и самостоятельно предотвращать ошибки, значит он сознательно осваивает упражнения.

*Организация проведения занятий.* Индивидуальные занятия по вождению тракторов проводят на учебном полигоне (трактородроме) рис. 1.

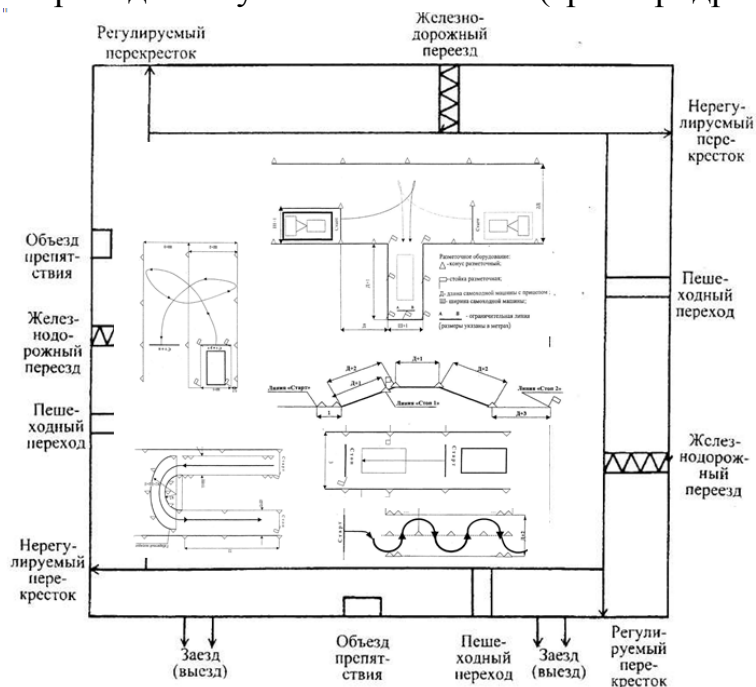


Рис. 1. Схема учебного полигона (трактородрома)

К занятиям мастер заблаговременно готовит трактор и составляет необходимую документацию. Он определяет учебный маршрут (направление движения трактора, места остановок, подъездов, места преодоления препятствий и т. д.), составляет график очередности выполнения ученика-

ми заданий по вождению тракторов [4].

*Оценка успеваемости учеников.* Правильность выполнения каждого задания оценивается по системе: положительная оценка «выполнил», отрицательная – «не выполнил».

Для каждого задания определен перечень типичных ошибок, которые подразделяются на грубые, средние и мелкие. В соответствии со шкалой оценки за каждую допущенную ошибку ученику начисляют штрафные баллы: за грубую – 5 баллов, среднюю – 3, мелкую – 1 балл.

Операции, связанные с созданием опасности для людей или с невыполнением требований задания при эксплуатации самоходной машины, отнесены в шкале ошибок к группе «грубые», а связанные с безопасностью эксплуатации техники – к группе «средние».

Оценка «выполнил» выставляется, если ученик при выполнении задания не допустил ошибок или сумма штрафных баллов за допущенные ошибки составляет менее 5. Оценка «не выполнил» выставляется, если сумма штрафных баллов за допущенные ошибки составляет 5 и более.

Итоговая оценка «сдал» выставляется, если ученик получил оценку «выполнил» за все задания [4].

В случае, если ученик получил оценку «не выполнил» за одно задание из всех, предусмотренных комплексом, ему предоставляется возможность повторно выполнить это задание.

*Заключение.* Формирование навыков вождения тракторов состоит из трех этапов: 1) начального – выработка знания; 2) промежуточного – выработка умения; 3) заключительного – выработка навыка.

Суть практического обучения состоит в том, чтобы обучающиеся овладели умением выполнять определенную работу, а затем закрепили эти умения, превратив их в навыки. Умение формируется постепенно, не путем механического повторения, а в результате сознательного усвоения упражнений с нарастающей сложностью. Умения создаются на основе знаний и личного опыта в работе, т. е. на основе понятых и закреплённых в памяти правил, выводов, изученных предварительно или усвоенных в процессе выработки умения. В результате упражнений работа выполняется быстрее и точнее, даже самые сложные действия автоматизируются и превращаются в устойчивые навыки [2].

В начальный период приемы вождения усваиваются медленнее, так как учащиеся еще не могут освободиться от лишних, ненужных действий. В этот период они не только сосредотачивают внимание на приемах движения, но и стремятся зрительно контролировать свои действия, порой отвлекаясь от наблюдения за обстановкой движения, смотрят на педали и рычаги. В этот период ученики не слышат работы двигателя, не «чувствуют» трактора, быстро теряются и не реагируют на замечания. За период выработки умения возрастает способность учеников контролировать свои действия. Они четко, уверенно выполняют упражнения, стараясь избежать

ненужных движений.

В заключительный период приобретенное умение превращается в устойчивый навык, исчезает напряженность, действия становятся точными и контролируются не зрительными, а двигательными ощущениями, вырабатывается глазомер и способность предвидеть изменения обстановки движения.

### Список литературы

1. Алилуев, С.А. Повышение эффективности работы тракторов в СХПК колхоз «Новленский» / С.А. Алилуев, А.С. Михайлов // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов-регионам. Том 2. Часть 1. – С.147-152.
2. Андреев, А.И. Методические рекомендации по проведению занятий по вождению колёсного трактора / А.И. Андреев // – Урюпинский агропромышленный техникум, 2017 – 30 с.
3. Джаборов, Н.И. Повышение производительности и эксплуатационной надежности МТА путем визуализации технологических процессов / Н.И. Джаборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов // Молочнохозяйственный вестник. – №3 (15). – 2014. – С. 57-63.
4. Кива, А.А. Методические рекомендации по проведению экзаменов на получение допуска к управлению самоходными машинами и выдаче удостоверений тракториста-машиниста (тракториста) / А.А. Кива // – М.: ГНУ Информагротех, 2001. – 31 с.

УДК 532.13

### ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ

*Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.  
Евстигнеев Сергей Васильевич, студент-магистрант  
Шарыпов Андрей Николаевич, студент-бакалавр  
Каменев Александр Алексеевич, студент-бакалавр  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье представлена экспертная оценка нефтепродуктов по показателю кинематической вязкости.

**Ключевые слова:** нефтепродукт, кинематическая вязкость, капилляр, вискозиметр, показатель, пропорция

Важнейшей составляющей эффективной эксплуатации машинно-тракторного парка, автотранспорта и другой моторизированной техники является рациональное использование нефтепродуктов. Надежность и ре-

сурс техники в значительной мере зависят от того, в какой степени применяемые топливо, смазочные материалы и технические жидкости соответствуют требованиям, предъявляемым в данных эксплуатационных условиях. Любое несоответствие неизбежно влечёт за собой существенные потери, обусловленные повышенными затратами на ремонт и вынужденными простоями тракторов, автомобилей и другой моторизированной техники. Конкретные конструктивные особенности машин и условия их эксплуатации требуют строго определенных по своему составу и свойствам топливо-смазочных материалов и технических жидкостей. Эффективное использование техники без знаний о этих материалах невозможно.

Целью экспертизы является определение кинематической вязкости и экспертное заключение о нефтепродукте по данному показателю.

На основании поставленной цели необходимо решить следующую задачу: получить экспериментальные данные показателя кинематической вязкости участвующих в экспертизе нефтепродуктов.

*Оборудование и материалы.*

1) вискозиметр капиллярный стеклянный ВПЖ-4м LAVTEX, соответствующий требованиям ГОСТ 10028-81;

2) держатель (штатив) лабораторный вискозиметра, обеспечивающий строго вертикальное его положение;

3) баня вискозиметра, позволяющая регулировать температуру;

4) ацетон;

5) дистиллированная вода;

6) термометры жидкостные стеклянные по ASTM, IP, типа ТИН 10 по ГОСТ 400 или типов I и II по ГОСТ 13646;

7) секундомер;

8) исследуемые нефтепродукты: пробы (неизвестной пропорции смеси), пронумерованные как № 1, № 2, № 3.

*Основные теоретические сведения.*

Вязкость нефтепродуктов является одним из важнейших эксплуатационных свойств топлива. Вязкость влияет на карбюраторные свойства бензина, качество образования топливно-воздушной смеси и, как следствие, определяет полноту сгорания топлива, КПД, мощностные, экономические, ресурсные и экологические показатели двигателя.

При повышенной вязкости изменяется факел распыла топлива форсункой, увеличивается длина струи, ухудшается смесеобразование и снижается полнота сгорания топлива, ухудшается прокачиваемость топлива в элементах системы питания.

Пониженная вязкость улучшает прокачиваемость, однако при этом ухудшается смазывающая способность топлива, что приводит к снижению ресурса топливной аппаратуры происходит ухудшение эксплуатационных и экологических показателей двигателя.

Вязкость – это свойство жидкости оказывать сопротивление течению

(перемещению одного слоя жидкости относительно другого) под действием внешней силы. Это сопротивление возникает в результате действия сил молекулярного сцепления.

Различают вязкость кинематическую и динамическую.

Динамическая вязкость  $\eta$  – это отношение действующего касательного напряжения к градиенту скорости сдвига.

Динамическую вязкость также называют коэффициентом динамической вязкости или просто вязкостью. Это мера сопротивления жидкости течению. За единицу динамической вязкости принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление в 1 Н перемещению одного слоя площадью 1 м<sup>2</sup> относительно другого расположенного от него на расстоянии 1 м и перемещающегося со скоростью 1 м/с.

Единица измерения динамической вязкости в системе СИ – паскаль-секунда (Па·с). На практике обычно применяют меньшую величину – мПа·с (10<sup>-3</sup> Па·с).

Кинематическая вязкость  $\nu$  – это отношение динамической вязкости нефтепродукта к его плотности. Она служит мерой сопротивления течению жидкости под действием гравитационных сил.

Единица измерения кинематической вязкости в системе СИ – м<sup>2</sup>/с. На практике обычно применяют мм<sup>2</sup>/с.

Кинематическую вязкость нефтепродуктов определяют по ГОСТ 33–2000 (ИСО 3104–94).

Значение вязкости для автомобильных бензинов равна 0,5-0,7 мм<sup>2</sup>/с [2].

Сущность метода заключается в определении времени (в секундах) истечения определенного объема жидкости через калиброванное сечение вискозиметра под действием силы тяжести при постоянной температуре.

Для нахождения значения кинематической вязкости полученное время умножают на постоянную вискозиметра.

При определении кинематической вязкости нефтепродуктов чаще всего используются капиллярные вискозиметры Оствальда - Пинкевича типа ВПЖ, изготовленные из стекла с малым коэффициентом температурного расширения.

Вискозиметр ВПЖ-4м LAVTEX (рис. 1) представляет собой U-образную трубку, в одном из колен которой выполнено два шарика и капилляр.

Для определения кинематической вязкости разных нефтепродуктов применяются вискозиметры с различными диапазонами измеряемой величины. Поэтому в лаборатории, как правило, имеется набор из нескольких вискозиметров.

Все вискозиметры откалиброваны в лабораторных условиях при изготовлении и имеют каждый свою постоянную  $C$  мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>.



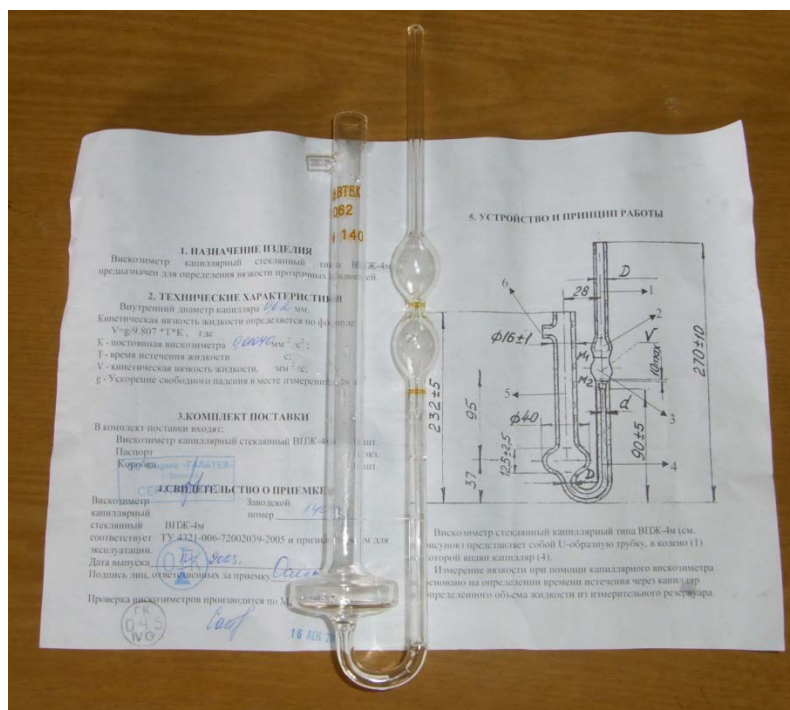


Рис. 1. Вискозиметр капиллярный стеклянный ВПЖ-4м LAVTEX

### Порядок проведения экспериментальных исследований

1) Сухой чистый вискозиметр с пределами измерения, соответствующими предполагаемой вязкости заполняют испытуемым нефтепродуктом в объеме, равном объему двух шариков прибора.

2) Устанавливают вискозиметр в строго вертикальном положении в стакан бани таким образом, чтобы оба шарика прибора были погружены в жидкость. Устанавливают термометр в строго вертикальном положении (рис. 2).

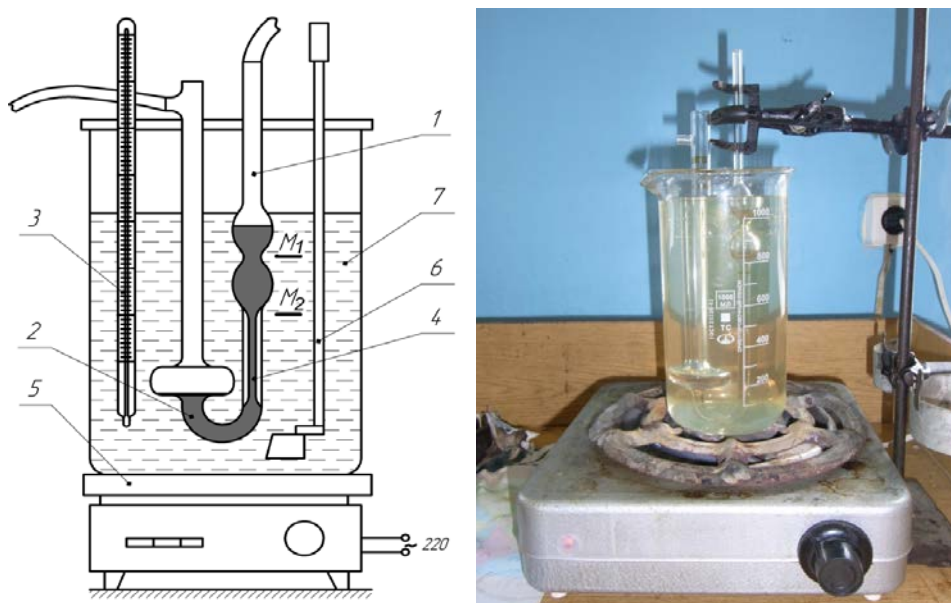


Рис. 2. Схема и общий вид установки для определения кинематической вязкости:  
 1 – вискозиметр; 2 – нефтепродукт; 3 – термометр; 4 – капилляр; 5 – электроплитка;  
 6 – мешалка; 7 – термостат

3) Наполненный вискозиметр выдерживают в термостатной жидкости, нагретой до температуры испытания (20°C) около 15 минут для достижения заданной температуры прибором и испытуемым топливом.

4) С помощью груши или путем создания давления в противоположном колене поднимают уровень испытуемого топлива приблизительно на 7 мм выше метки М1.

5) При свободном истечении испытуемого нефтепродукта определяют время прохождения мениска жидкости от метки М1 до метки М2 с точностью до 0,1 с.

При проведении опыта необходимо следить за тем, чтобы внутри нефтепродукта не было пузырьков воздуха, механических примесей и воды.

6) Опыт повторяют 3 раза, при этом расхождение полученных значений не должно превышать 0,4 с. Определяют среднее арифметическое значение времени истечения.

7) Рассчитывают значение кинематической вязкости по формуле:

$$v_{20} = t_{cp} \cdot C, \text{ мм}^2/\text{с} \quad (1)$$

где  $t_{cp}$  – среднее арифметическое значение времени истечения испытуемого нефтепродукта через капилляр вискозиметра, с;

$C$  – постоянная вискозиметра указанная в паспорте прибора,  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ . ( $C=0,0140 \text{ мм}^2/\text{с}^2$ )

8) По окончании экспериментальных исследований делается обоснованное заключение о нефтепродукте по исследуемому показателю. [1]

*Результаты экспериментальных исследований.*

Результаты кинематической вязкости по трем пробам, исследуемых нефтепродуктов (№1, №2, №3) и расчеты кинематической вязкости по представленной выше методике сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты исследований кинематической вязкости нефтепродуктов

Показатель	Проба №											
	1				2				3			
Время $t$ , с	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_{cp}$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_{cp}$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_{cp}$
		60	59,8	59,9	<b>59,9</b>	59,4	59,2	59,3	<b>59,3</b>	69,7	69,8	69,8
Кинематическая вязкость $v_{20}$ , $\text{мм}^2/\text{с}$	<b>0,623</b>				<b>0,617</b>				<b>0,725</b>			

Зная пороговые значение вязкости чистого бензина 0,5 - 0,7  $\text{мм}^2/\text{с}$  можно с полной уверенностью утверждать, что в пробе нефтепродукта №3 значение на 0,025 (2,5 %) выше порогового, что соответствует пропорции смеси 1:40. Анализируя результаты кинематической вязкости проб №1 и №2, не наблюдается выхода из диапазона пороговых значений, что позволяет сделать вывод об отсутствии в данных пробах инородных жидкостей

кроме бензина.

*Заключение.* На основании полученных результатов можно сделать экспертную оценку: в пробе нефтепродукта №3 присутствует инородная жидкость в пропорции 1:40, в пробах №1 и №2 инородных жидкостей не обнаружено.

### Список литературы

1. Бирюков, А.Л. Топливо и смазочные материалы : учебно-методическое пособие / Сост. А. Л. Бирюков. – Вологда–Молочное : ВГМХА, 2015. – 66 с.
2. ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости.

**УДК 621. 315. 6.**

### **ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК СПОСОБОВ ПРОПИТКИ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

*Муссов Иброхимджон Наджмудинович, студент-бакалавр*  
*Муссов Хабибхон Наджмудинович, студент-бакалавр*  
*Афиногенова Светлана Николаевна, аспирант*  
*Морозов Сергей Александрович, науч. рук., к.т.н, доцент*  
*ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

*Аннотация:* в статье проведен патентный поиск различных способов пропитки изоляции обмоток электрических машин, используемых в агропромышленном комплексе, показаны достоинства и недостатки каждого способа.

*Ключевые слова:* патент, способ пропитки обмоток, изоляция, электрические машины, агропромышленный комплекс

Актуальной проблемой при длительной работе электрических двигателей, используемых в агропромышленном комплексе, является потеря изоляционных и механических свойств изоляции обмоток. Для обеспечения длительной и устойчивой работы электрических машин при капитальном ремонте требуется смена изоляции обмоток [1, 2].

Существуют различные способы пропитки изоляции обмоток электрических двигателей. Пропитка – это введение пропиточного состава в обмотки электрических машин. Процесс пропитки изоляции обмоток электродвигателей состоит в удалении влаги из пор изоляционных материалов, заполнении этих пор жидким лаком и сушки лака для перевода его в твердое со-

стояние. В результате пропитки и дальнейшей сушки изоляции обмоток электрических машин улучшаются следующие свойства электрической изоляции: увеличивается электрическая прочность; увеличивается механическая прочность; повышается нагревостойкость; улучшается теплопроводность обмоток; повышается влагостойкость; повышается химическая стойкость [1, 2].

Для механической защиты изоляции электродвигателей после окончательной пропитки и просушки обмоток их покрывают покровным лаком.

Выбор наиболее эффективного способа пропитки изоляции электрических машин зависит от следующих факторов: от конструкции обмоток; от типа лака для пропитки [3].

Способы пропитки изоляции обмоток электрических двигателей представлены на рисунке 1.

У каждого из этих способов пропитки изоляции обмоток электродвигателей есть свои достоинства и недостатки.

Проведем патентный поиск способов пропитки изоляции обмоток электрических машин.

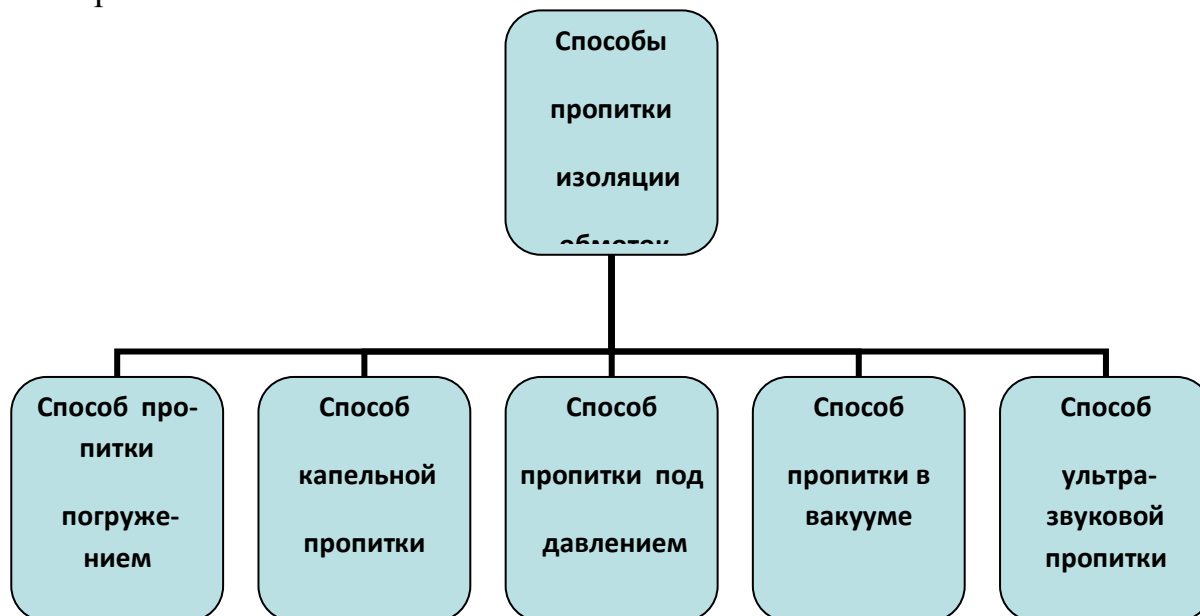


Рис. 1. Способы пропитки изоляции обмоток электродвигателей

Способ пропитки обмоток электротехнических изделий (патент РФ №2467452) состоит в том, что пропитываемую обмотку и пропиточный состав разогревают до температуры пропитки и погружают одну из лобовых частей обмотки в пропиточный лак. Перед пропиткой в пропиточный лак добавляют мелкодисперсный ферромагнитный наполнитель с объемным сопротивлением не менее  $10^5 \text{ Ом}\times\text{м}$  (никель-цинковый феррит марки 600 НН). Наполнитель смешивают с пропиточным лаком в соотношении 5-10% ферромагнитных частиц и 95-90% пропиточного лака. Полученную смесь перемешивают, и заливают ее ванну. Затем, после разогрева обмотки и смеси до температуры пропитки, и погружения одной части обмотки в

разогретую пропиточную смесь, над не погруженной в пропиточную смесь частью обмотки создают продольное магнитное поле, при помощи постоянного магнита. В процессе пропитки измеряют собственную емкость обмотки до выхода ее на постоянную величину, затем заканчивают процесс пропитки, извлекают обмотку из ванны, подводят к обмотке греющий ток, разогревают и сушат ее [4].

Результаты контроля качества пропитки по привесу партии обмоток, пропитанных по предлагаемому способу и по способу-прототипу, приведены в таблице 1.

Данный способ пропитки позволяет не только упростить пропитку, но и повышает его электробезопасность; устраняет опасный фактор - высокое напряжение; по изменению собственной емкости обмотки позволяет объективно определять момент завершения пропитки, что приводит к более стабильным значениям коэффициентов пропитки; повышает коэффициент пропитки в 2,13 раза [4].

Таблица 1 – Контроль качества пропитки

Способ-прототип			Предлагаемый способ (патент РФ №2467452)		
№ обмотки	Время пропитки, мин	Коэффициент пропитки	№ обмотки	Время пропитки, мин	Коэффициент пропитки
1	5	0,15	1	15	0,43
2	15	0,24	2	16	0,43
3	13	0,21	3	14	0,42
4	8	0,19	4	15	0,41
5	19	0,20	5	16	0,42

К недостаткам способа относятся длительность процесса пропитки, большая трудоёмкость, повышенный расход электроэнергии, применение ручных работ по замывке и зачистке поверхности электрических машин от остатков пропиточного состава, большой расход лака.

Способ пропитки обмоток электрических машин (патент РФ №2510564). Способ струйной пропитки обмоток заключается в подаче на лобовые части обмотки тонкой струи пропиточного состава из сопла на нагретую лобовую часть обмотки и во вращении струи вдоль лобовой части обмотки. Перед пропиткой в пропиточный состав добавляют мелкодисперсный ферромагнитный наполнитель, который предварительно дезинтегрируют. Смешивают пропиточный состав с измельченным ферромагнитным наполнителем, перемешивают полученную смесь и заливают ее в пропиточную установку. Перед пропиткой по обмоточным данным рассчитывают предельную массу пропиточной смеси  $m_{пр}$ , которую можно разместить в полостях каждой из однотипных обмоток в процессе пропитки. Вводят в сопло электрод и подают на него потенциал, осуществляют процесс пропитки каждой из однотипных обмоток. В процессе пропитки

частицы пропиточной смеси компаунда с мелкодисперсным ферромагнитным порошком электростатически заряжают, формируют струю. Осуществляют окончательное компаундирование проникшей в обмотку пропиточной смеси [5]. По завершению пропитки определяют коэффициент пропитки каждой из обмоток. Результаты контроля коэффициентов пропитки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты контроля коэффициентов пропитки

Значения коэффициентов пропитки			
По способу-прототипу		По заявляемому способу (патент РФ №2510564)	
№	Кпр	№	Кпр
1	0,28	1	0,48
2	0,34	2	0,48
3	0,33	3	0,48
4	0,26	4	0,47
5	0,35	5	0,47
Кпр. ср.=0,31		Кпр. ср.=0,48	

Достоинства: способ позволяет в 1,55 раз повысить коэффициент пропитки обмоток и повысить стабильность их значений от обмотки к обмотке.

Способ пропитки обмоток электрических машин (патент РФ №2482589) состоит в том, что обмотку и пропиточный состав разогревают до температуры пропитки и погружают одну из лобовых частей обмотки в пропиточный состав. После появления пропиточного состава на другой лобовой части обмотки извлекают обмотку из состава и сушат ее. При пропитке одну из лобовых частей обмотки, а также внешнюю и внутреннюю цилиндрические части магнитного сердечника обмотки герметизируют от внешней среды, для этого помещают их в защитные кожухи. Вторую негерметизированную лобовую часть обмотки погружают в сосуд с пропиточным составом и создают при помощи форвакуумного насоса над верхней непогруженной лобовой частью обмотки разряжение порядка 40-50 Торр. Сосуд с пропиточным составом и погруженной в него лобовой частью обмотки герметизируют и нагнетают в указанный сосуд давление до 1,5-2 атм. После пропитки сосуд с пропиточным составом разгерметизируют, извлекают нижнюю лобовую погруженную часть обмотки, подключают к проводам обмотки греющий ток, поднимают температуру обмотки до (40-50)°С и поддерживают указанную температуру в обмотке в течение (15-20) мин, после чего форвакуумный насос отключают, разгерметизируют защитные кожухи, извлекают из них обмотку с магнитным сердечником и сушат при окончательной температуре 120°С, в течение 4-5 ч [6].

Достоинства способа позволяют: повысить производительность пропитки в 2,5-5 раз; снизить энергозатраты на предварительную сушку в 4

раза; повысить коэффициент пропитки в 1,46-1,71 раза [6].

Способ пропитки обмоток электротехнических изделий (патент РФ № 2490771) состоит в том, что обмотку и пропиточный состав разогревают до температуры пропитки и погружают одну из лобовых частей обмотки в пропиточный состав. При этом в пропиточном составе ванны одновременно возбуждаются радиальные и продольные колебания. Радиальные колебания создают ультразвуковым излучателем в низкочастотном диапазоне ультразвука, частота которого лежит выше частоты порога кавитации в диапазоне от 20 кГц до 100 кГц, а интенсивность ультразвука лежит в области стабильной кавитации от 1,5 Вт/см<sup>2</sup> до 2,5 Вт/см<sup>2</sup>. Продольные колебания создаются инфразвуковым излучателем и изменяются непрерывно и циклически в диапазоне частот от 0,5 кГц до 10 кГц и обратно. После появления пропиточного состава на другой лобовой части обмотки извлекают обмотку из состава и сушат ее [7].

Все пропитываемые обмотки взвешивались до пропитки и после нее, и по разнице весов в каждой пропитываемой обмотке определялся коэффициент пропитки. Результаты, полученные по заявляемому способу и по способу-прототипу, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты контроля коэффициента пропитки

По заявляемому способу (патент РФ № 2490771)			По способу-прототипу		
№ п/п	Время, сек	Коэффициент пропитки	№ п/п	Время, сек	Коэффициент пропитки
1	120	0,33	1	300	0,15
2	180	0,35	2	240	0,24
3	130	0,33	3	250	0,23
4	140	0,38	4	270	0,21
5	170	0,34	5	260	0,18

Достоинство способа состоит в повышении производительности пропитки в 2-2,5 раз, обеспечении стабильности качества пропитки благодаря снижению разброса коэффициентов пропитки, а также в повышении коэффициента пропитки в среднем в 1,7 раза [7].

Ультразвуковая пропитка имеет недостатки: требует сложного оборудования, не сокращает цикл пропитки и сушки обмоток изоляции.

Выводы. Рассмотренные способы пропитки изоляции обмоток можно применять для любых типов электрических машин при их ремонте. Капельный способ пропитки изоляции обмоток электродвигателей (патент РФ №2467452) является наиболее эффективным, менее энерго- и времязатратным, наименее эффективен способ ультразвуковой пропитки (патент РФ № 2490771), так как требует относительно сложного оборудования для своего осуществления, практически не сокращает цикл пропитки и сушки обмоток изоляции.

### Список литературы

1. Ануши, М.И. Анализ способов защиты асинхронных двигателей / М.И. Ануши и др. // Сб.: Энергосбережение и эффективность в технических системах: Материалы IV Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2017. – С. 264-265.
2. Ануши, М.И. Сравнительный анализ способов пропитки изоляции обмоток электродвигателей, используемых в производстве сельскохозяйственной продукции / М.И. Ануши и др. // Сб.: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы XII Международной научно-практической конференции молодых учёных. В 2-х томах. Великие Луки: Великолукская ГСХА, 2017. – С. 4-12.
3. Ануши, М.И. Анализ способов пропитки изоляции электродвигателей в сельскохозяйственном производстве / М.И. Ануши, С.Н. Афиногенова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 14-17.
4. Пат. РФ № 2467452. Способ пропитки обмоток электротехнических изделий / Смирнов Г. В., Смирнов Д. Г. – Оpubл. 20.11.2012. Бюл. №32.
5. Пат. РФ №2510564 Способ пропитки обмоток электрических машин / Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. - Оpubл. 27.03.2014. Бюл. №9.
6. Пат. РФ №2482589 Способ пропитки обмоток электрических машин / Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. - Оpubл. 20.05.2013. Бюл. №14.
7. Пат. РФ № 2490771 Способ пропитки обмоток электротехнических изделий / Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. Оpubл. 20.08.2013. Бюл. №23.

УДК 621.313.333

### АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ ОТКАЗОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Муссов Иброхимджон Наджмудинович, студент-бакалавр  
Афиногенова Светлана Николаевна, аспирант  
Морозов Сергей Александрович, науч. рук., к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

*Аннотация:* в статье проведен анализ классификации отказов асинхронных двигателей в сельскохозяйственном производстве.

*Ключевые слова:* асинхронные двигатели, отказы в работе двигателей, сельскохозяйственное производство

В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях широко



используются электрические машины – асинхронные двигатели, которые применяются в различных сферах для электроприводов разных технологических механизмов. [1, 2]. Асинхронные двигатели, благодаря простоте их конструкции и легкости в управлении, составляют более 95% от общего количества электроприводов, а в сельскохозяйственном производстве являются главным электрифицирующим средством механизации трудоемких процессов [3].

Длительная и безаварийная работа электродвигателей во многом определяет эффективность сельскохозяйственного производства, так как отказы в их работе приводят к остановке отдельных механизмов, к полному прекращению всего технологического процесса.

В различных отраслях сельскохозяйственного производства режимы работы электродвигателей не всегда одинаковы, наиболее они тяжелые в растениеводстве и животноводстве. Исследования показали, что в животноводстве электродвигатели, работают с недогрузкой, это приводит к снижению их КПД.

Сельскохозяйственное производство отличается выраженной сезонностью и односменной работой. Суточная и годовая цикличность технологических процессов, обусловленная биологическими ритмами развития сельскохозяйственных растений и животных, существенно ограничивает время работы электродвигателей. Время работы электродвигателей зависит от объема производства, применяемой технологии, числа работающих машин и их производительности. В животноводстве среднее годовое использование электродвигателей составляет до 600 ч, в растениеводстве - около 800 ч. [4]. Длительность использования электродвигателей тесно связана с явлениями тепло- и влагообмена между изоляцией двигателя и окружающей средой.

Основными причинами отказов электродвигателей являются:

- перегрузки и заклинивание рабочих органов - 52 %,
- увлажнение изоляции - 21 %,
- неполнофазное питание - 19 %,
- прочие причины – 8 % [5].

Наиболее слабым элементом конструкции данного типа электродвигателей является изоляция обмотки статора, что приводит к значительному количеству (около 85%), выхода асинхронных двигателей из строя из-за ее повреждения, что приводит к простоям технического оборудования и связанного с ним убыткам.

Ремонтный фонд электродвигателей составляют следующие неисправности: повреждение обмотки – 78,0 %; повреждение подшипников – 11,0 %; поломки станины - 9 %; другие неисправности -2 % [6].

В общем числе двигателей поступающих в ремонт только 6-8 % не подлежат ремонту или требуют высоких технологий по восстановлению деталей или узлов. К таким повреждениям относятся:

- сдвиг пакетов стали статора и ротора из-за их задевания,
- искривление или поломка выходного конца вала и т.д. [5].

Виды отказов сборочных единиц электродвигателей [6] приведены на рисунке 1.

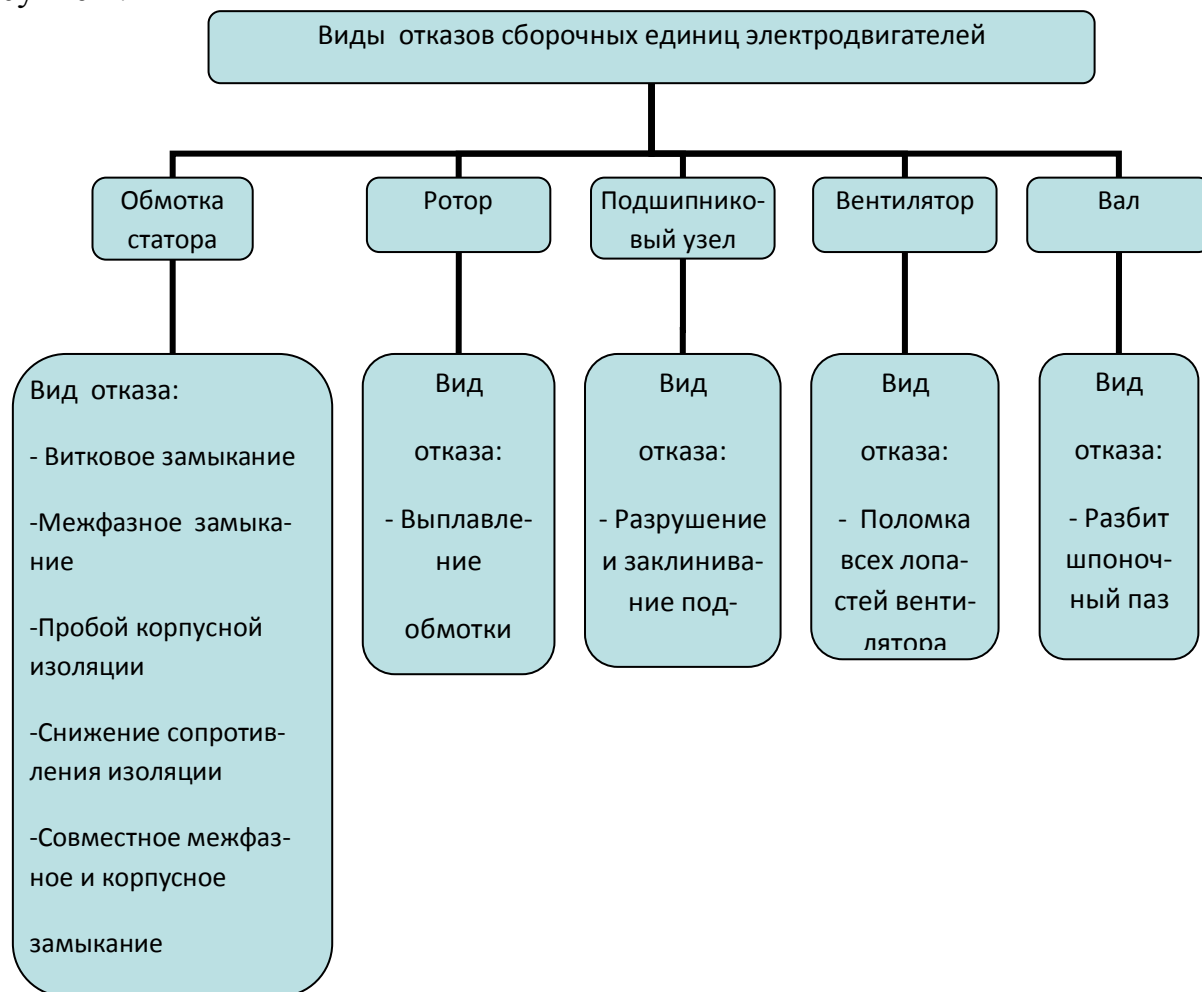


Рис. 1. Виды отказов сборочных единиц электродвигателей

Проведя анализ видов отказов асинхронных двигателей, можно сделать вывод о необходимости проведения периодических испытаний электродвигателей на надежность, в комплекс обслуживания которых должны быть включены: конструкционные, производственно-технологические и эксплуатационные мероприятия.

### Список литературы

1. Ануши, М.И. Анализ способов защиты асинхронных двигателей / М.И. Ануши и др. // Сб.: Энергосбережение и эффективность в технических системах: Материалы IV Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2017. – С. 264-265.
2. Ануши, М.И. Сравнительный анализ способов пропитки изоляции обмоток электродвигателей, используемых в производстве сельскохозяйственной продукции / М.И. Ануши и др. // Сб.: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы XII Международной

научно-практической конференции молодых учёных. В 2-х томах. Великие Луки: Великолукская ГСХА, 2017. – С. 4-12.

3. Ануши, М.И. Анализ способов пропитки изоляции электродвигателей в сельскохозяйственном производстве / М.И. Ануши, С.Н. Афиногенова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 14-17.

4. Хомутов, С.О. Повышение надежности работы асинхронных двигателей путем разработки методики и технических средств для определения эталонных значений диагностического параметра их изоляции / С.О. Хомутов // Ползуновский вестник. 2002. – №1. – С. 26-32.

5. Иванкина, Ю.В. Классификация отказов асинхронных двигателей / Ю.В. Иванкина, Д.А. Худяков // В сборнике: Вавиловские чтения-2004. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2004. – С. 43-46.

6. Сагалбаев, Ж.И. Причины отказов взрывозащищенных асинхронных двигателей в эксплуатации / Ж.И. Сагалбаев // Материалы XIV Межд. науч.-практ. конф. «Современные техника и технологии». Томский политехнический университет. – 2008. – С.468-470.

**УДК 504.06**

## **ПЕРЕРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТИКА**

*Низов Никита Сергеевич, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** статья содержит информацию об основных методах обращения с отходами пластика. Кроме этого в статье кратко описывается технологическая цепочка утилизации пластиковой одноразовой посуды, приводится экологическое и экономическое обоснование данного метода.*

***Ключевые слова:** захоронение отходов, одноразовая посуда, переработка пластика, рациональное использование природных ресурсов, сжигание отходов*

Пластиковые отходы, с одной стороны, являются ценными ресурсами, потенциально пригодными для вторичного использования и переработки, а с другой – представляют собой загрязнители окружающей среды. В связи с этим проблема бесконтрольного и нерационального обращения с отходами стоит особенно остро.

Классифицировать отходы термопластичных пластмасс можно сле-

дующим образом: 1. технологические отходы производства, образующиеся при синтезе и переработке пластмасс и составляющие от 5 до 35% (масс.); 2. отходы производственного потребления, накапливающиеся в результате выхода из строя изделий из полимерных материалов, используемых в различных отраслях экономики (детали машин, тара, отходы пленочных материалов сельскохозяйственного назначения и др.); 3. отходы общественного потребления, накапливающиеся на свалках в результате морального или физического износа полимерных деталей или изделий, в которых они использовались. К таким отходам относятся: одноразовая посуда; пленочная упаковка; пластиковые бутылки; бывшие в употреблении пластмассовые изделия; корпуса бытовой техники.

Среди основных направлений утилизации отходов пластмасс нашли применение: 1. переработка отходов в полимерное сырье и повторное его использование; 2. сжигание вместе с бытовыми отходами; 3. пиролиз и получение жидкого и газообразного топлива; 4. захоронение на полигонах и свалках.

Самым сложным, но в то же время наиболее рациональным способом является переработка с дальнейшим повторным использованием по прямому назначению. Преимущества заключаются в том, что можно не только добиться ресурсосберегающего эффекта, но и значительно сократить нагрузки на окружающую среду и её компоненты.

В случае если имеется рынок сбыта продуктов переработки, осуществлены непрерывность и регулярность поступления отходов, разработана экономичная технология их переработки, а поступающие отходы стандартизованы, имеет смысл создавать специализированные предприятия по переработке отходов.

Теоретический анализ литературы позволил на основании сравнения существующих методов обращения с отходами выделить перспективное и в то же время наиболее экологичное направление утилизации полимеров: переработка отходов в полимерное сырье и повторное его использование для получения изделий. За основу был выбран способ утилизации отходов пластика методом литья под давлением и разработана технологическая цепочка утилизации отходов термопластов. Технологическая линия переработки переработка отходов в полимерное сырье и повторное его использование для получения изделий показана на рисунке 1.

За исходное сырье принята пластиковая одноразовая посуда. Посуда доставляется со склада в производственный цех скребковым конвейером. Сырье проходит этап измельчения в ножевой дробилке, а затем с помощью шнекового транспортера поступает в моечно-сушильный комплекс, где обеспечивается первоначальная сухая очистка измельченного сырья от загрязнений. Затем материал поступает в агрегат отмывки, где подвергается тщательной очистке. Далее пластик обезвоживается и отправляется в агрегат сушки, где осуществляется усиленное высушивание. В результате уже

высушенное измельченное сырье шнековым транспортером подаётся в автоматическую линию сортировки отходов, где происходит сортировка потока по типам материала различных полимеров: полистирол, полипропилен. Далее посредством специальной системы подачи и системы конвейеров сыпучий лом пластмасс распределяется благодаря блоку определения на главном транспортере. Впоследствии прохождения детектора, полимерный материал сдувается мощными эжекторами в соответствующий бункер-накопитель.

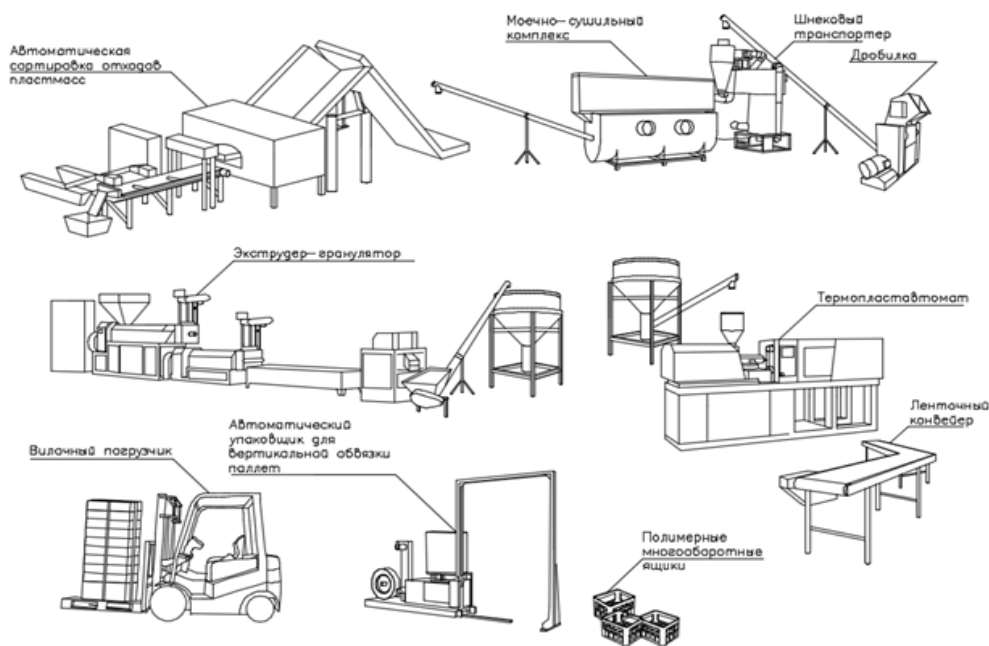


Рис. 1. Схема технологической цепочки

Следующим этапом является двухкаскадный экструдер – гранулятор. В первом экструдере осуществляется первоначальное расплавление материала, смешение с красителем и полиэфирным волокном короткой резки и дальнейшее уплотнение хлопьев пластика. В результате попадания во второй экструдер, спустя некоторое время расплав окончательно пластифицируется и гомогенизируется, и затем расплав следует через резак-стренгорез и полученные гранулы попадают в узел водяного охлаждения. Затем проходя через влагоотделитель, коллектор и вентилятор гранулы попадают в сборник. Далее по шнековому транспортеру гранулированное сырье поступает в расходный бункер, где материал хранится и дозируется перед поступлением в термопластавтомат.

При переработке пластмасс отходы образуются во время предварительной подготовки сырья, основного этапа – литье под давлением, и завершающих стадий технологического цикла. Этап предварительной подготовки сырья можно описать преимущественно потерями в виде летучих продуктов и пылевидных фракций.

На стадии основной переработки пластических масс образуются потери сырья не только в виде летучих продуктов при деструкции материала

в процессе его разогрева, нахождении в вязкотекучем состоянии и формировании из него изделий, но и твердые отходы пластмасс в виде литников при перестановке пресс-форм, выходе на режим после холодных простоев, при чистке оборудования.

Твердые отходы производства в данном технологическом процессе образуются преимущественно при растаривании сырьевых компонентов и специальных средств. Производственными отходами также являются обрезки упаковочной ленты и отработанные, изношенные пресс-формы.

В соответствии с нормативно – правовой базой Российской Федерации при переработке термопластов методом литья под давлением, в частности, полипропилена и полистирола, нормируются следующие загрязняющие вещества, выделяющиеся в указанном технологическом процессе: этановая кислота, углерод оксид, этенилбензол.

На основании удельных показателей были рассчитаны максимально – разовые и валовые выбросы загрязняющих веществ, характерные для разработанной технологической линии. На основе результатов, полученных при расчёте, был произведен расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере по специальной методике – ОНД-86, которая базируется на численных и аналитических решениях основного уравнения турбулентной диффузии примеси.

Источником рассеивания была принята вентиляционная труба, которая представляет собой одиночный источник загрязняющих веществ. При расчёте приземных концентраций учитывались метеорологические условия и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосферу.

Результаты расчета рассеивания загрязняющих веществ приведены в таблицах. Максимальная приземная концентрация загрязняющего вещества наблюдается на расстоянии 130,5 метров от источника выбросов (таблица 1).

Таблица 1 – Приземные концентрации вредных веществ в атмосфере на различных расстояниях от источника выброса без учёта фоновых концентраций, мг/м<sup>3</sup>

Расстояние	Загрязняющее вещество, мг/м <sup>3</sup>		
	Органические кислоты (в пересчете на уксусную)	Оксид углерода	Этенилбензол (Стирол)
30	0,002497044	0,002910744	0,000598043
50	0,003474566	0,004050218	0,00083216
100	0,005164299	0,0060199	0,001236851
130,5	0,005317351	0,006198309	0,001273507
200	0,004601713	0,005364107	0,001102112
300	0,003559816	0,004149593	0,000852577
400	0,002703012	0,003150837	0,000647372

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным (особо опасным) метеорологическим условиям.

Предприятие по переработке пластика относится к четвёртому классу опасности и, следовательно, санитарно-защитная зона составляет 100 м. На основании проведенных расчетов было выявлено, что санитарно-защитная зона соответствует нормативной, так как концентрации на границе СЗЗ не превышают ПДК (таблица 2).

Для определения экономической целесообразности данной технологической линии также были проведены расчеты требуемого оборудования (таблица 3).

Таблица 2 – Приземные концентрации вредных веществ в атмосфере на различных расстояниях от источника выброса в долях ПДК без учёта фоновых концентраций

Расстояние	Загрязняющее вещество, мг/м <sup>3</sup>		
	Органические кислоты (в пересчете на уксусную)	Оксид углерода	Этенилбензол (Стирол)
30	0,012485219	0,000582149	0,014951069
50	0,017372828	0,000810044	0,020803989
100	0,025821493	0,00120398	0,030921279
130,5	0,026586754	0,001239662	0,03183768
200	0,023008566	0,001072821	0,027552794
300	0,017799079	0,000829919	0,021314425
400	0,01351506	0,000630167	0,016184306

Таблица 3 – Необходимое оборудование

Оборудование	Кол-во	Оборудование	Кол-во
Скребковый конвейер	1	Автоматическая сортировка отходов пластмасс	1
Ленточный конвейер	1	Гранулятор модели	1
Шнековые транспортеры	2	Термопластавтомат	1
Дробилка	1	Автоматический упаковщик для вертикальной обвязки паллет	1
Комплекс	1	Расходный бункер для гранулированных пластмасс	2

В соответствии с расчетами годовой выпуск продукции составил 75600 шт./год. Расчет капитальных вложений производился только на необходимое оборудование. Капитальные вложения на предлагаемый проект технологической линии составят примерно 5 060 000 рублей. Важно отметить, что проектные затраты на основное сырье (пластиковая посуда) были сведены к нулю. Полная себестоимость выпуска одной единицы продукции составила примерно 80 рублей. Налог на прибыль составляет 20%. Планируемая величина прибыли составила около 3 724 000 рублей в год.

Для оценки эффективности проекта технологической цепочки были использованы следующие показатели (таблица 4): чистый дисконтированный доход (NPV), который является наиболее важным показателем экономической эффективности проекта; индекс доходности (DPI). Если  $DPI < 1$  то программа не окупается, если  $DPI > 1$ , то программа окупается в пределах заданного горизонта планирования.

Результаты расчета показателей эффективности позволяют сделать вывод об экономической целесообразности данной технологической линии. Технологическая линия по переработке пластика позволит решить проблему утилизации отходов, а также осуществить сокращение загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами и осуществить экономию природных и энергетических ресурсов за счет максимального вовлечения отходов в хозяйственный оборот.

Таблица 4 – Основные экономические показатели технологической линии утилизации пластиковых отходов

Показатели	Проектный вариант	Показатели	Проектный вариант
Штат трудящихся, чел	8	Чистый дисконтированный доход (NPV), руб.	6 350 250
Капитальные вложения, руб.	5 060 000	Индекс доходности (DPI)	2,26
Себестоимость единицы продукции, руб.	80	Дисконтированный срок окупаемости (DPP), год	1,7

Среди рассмотренных и проанализированных способов обращения с пластиковыми отходами, переработка была выделена, как наиболее приемлемый вариант с экологической точки зрения. Однако, следует заметить, что все методы утилизации пластика имеют достаточное количество недостатков.

При переработке полимеров загрязняющие вещества выделяются как на основной стадии (органические кислоты, этенилбензол, оксид углерода), так и на вспомогательных (пыль термопластов, взвешенные частицы при пересыпке порошкообразных компонентов). Некоторые из них являются токсичными и относятся к высокому классу опасности (этенилбензол).

На основании выполненного расчета рассеивания загрязняющих веществ, предположив, что предприятие будет производить переработку пластмасс в зоне самых высоких фоновых концентраций указанных загрязнителей для населённого пункта, доказано, что подобные производства могут работать в крупных промышленных городах, так как гигиенические нормативы не нарушаются в силу нетипичности загрязняющих веществ.

По результатам экономической оценки эффективности и целесообразности выбранного способа утилизации можно сделать вывод, что проект технологической линии является эффективным, так как индекс доход-



ности больше единицы, а период окупаемости составляет 1,7 года.

Впрочем, есть и обратная сторона. Сбор и сортировка отходов пластмасс являются наиболее слабым звеном в процессе организации переработки как технологических отходов, так и отходов потребления. По этой причине необходима организация сбора бытовых отходов как в местах их образования – например, заведения общественного питания в случае пластиковой одноразовой посуды, так и повсеместные пункты приёма вторичного сырья.

Практика вторичной переработки пластика и прочих материалов в Европе давно реализована и стала привычной. К сожалению, в России, подобная практика сортировки еще не принята, и пройдет немало времени прежде, чем люди станут придерживаться правил даже в случае реализации экологической политики по обращению с отходами. Поэтому стоит отметить несомненную важность формирования экологической культуры среди всех слоев населения.

### Список литературы

1. Литвинов, В.И. Инженерная экология: Учебное пособие / В.И. Литвинов. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 120 с.
2. Шевцова, А.А. Утилизация изделий из пластика / А.А. Шевцова // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – №1.
3. Соснина, Г.И. Переработка пластиковых отходов / Г.И. Соснина // Успехи современного естествознания. – 2012. – №6. – С. 190-191.
4. Иванова, О.А. Утилизация и переработка пластиковых отходов / О.А. Иванова, Е.О. Реховская // Молодой ученый. – 2015. – №21. – С. 54-56.

УДК 623.437.3.093; 629.03; 629.36

### О ПРЕИМУЩЕСТВАХ «ДИАГОНАЛЬНОГО» ПРИНЦИПА УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА

*Николаева Елизавета Сергеевна, студент-специалист  
Добрецов Роман Юрьевич, науч. рук., д.т.н., доцент  
ФГАОУ ВО СПбПУ, г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация:* рассмотрен принцип управления поворотом машины, в ходовой части которой использованы гусеничные обводы с двумя парами ведущих колес. Предложена схема трансмиссии, позволяющая реализовать плавное изменение радиуса поворота и поворот на месте для машины с гибридной силовой установкой параллельного типа. Приведен упрощенный вариант трансмиссии, пригодный к использованию на серийных тракторах.

*Ключевые слова:* управляемость, гибридные силовые установки

В лесном хозяйстве достаточно широко используются машины на основе гусеничного шасси.

Помимо традиционных для России трелевочных тракторов (скиддеров) и форвардеров, характерных для лесозаготовительной промышленности, обозначается перспектива внедрения малогабаритных машин, предназначенных, например, для сбора недревесных материалов, но потенциально способных решать многие задачи, напрямую не связанные с лесозаготовкой. Исследования, (например, монография [1]) проведенные применительно к гусеничным трелевочным тракторам, показывают, что машина более 40% времени движения находится в режиме поворота. Поэтому одним из ключевых вопросов является проблема обеспечения качества управления поворотом гусеничных машин (плавное изменение радиуса поворота, однозначное соответствие положения органа управления радиусу поворота, реализация поворота на месте).

Цель работы – предложение принципов построения трансмиссии, позволяющих обеспечить высокое качество управления поворотом и пригодных для реализации на машинах лесного комплекса.

Использование гидростатических передач в составе двухпоточной трансмиссии позволяет решить эту проблему в комплексе. Однако этот тип передач сложен в производстве и дорог. Сходные результаты достижимы в трансмиссии с замкнутой системой управления поворотом [2], в частности – в двухпоточной трансмиссии с фрикционным механизмом поворота [3]. До появления технологий создания надежных, компактных и достаточно дешевых в серийном производстве тяговых электродвигателей (ТЭД) большой мощности подходы, описанные в статьях [2,3] стояли практически вне конкуренции. Их распространение сдерживалось, в основном, тем, что они были отработаны для военных гусеничных машин.

Проявившаяся тенденция к разработке гусеничных машин с гибридными силовыми установками (ГСУ) позволяет рассчитывать, что подобные технологии можно распространить и на лесные гусеничные машины различного назначения.

В статье [4] приведен подход к созданию ГСУ параллельного типа на основе двухпоточной трансмиссии, что может не только решить проблему качества управления поворотом, но и реализовать главные преимущества параллельных ГСУ – экономичность и надежность.

Родственным, но более простым техническим решением является предложение А.П. Митянина использовать гусеничный обвод с двумя ведущими колесами. Изобретатель ориентировался на использование в конструкции своей машины агрегатов серийных автомобилей. На рис. 1 приведена схема, защищенная патентом [5].

По представленной на рис. 1 схеме прямолинейное движение машины обеспечивается за счет задних ведущих колес 13 и 14. Привод осуществляется от теплового двигателя 3. В конструкции использован авто-

мобильный задний мост с редуктором 1, в составе которого главная передача и дифференциал. Торможение ведущих колес 12 и 13 осуществляется тормозами 14 и 15. Муфты 8 и 9 позволяют отключать соответствующие ведущие колеса от двигателя.

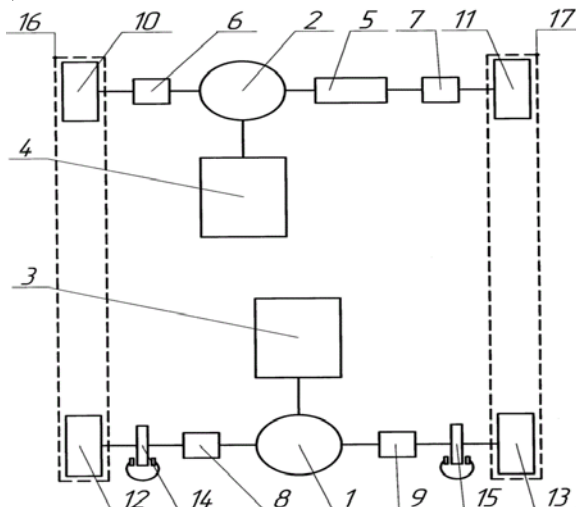


Рис. 1. Кинематическая схема шасси по патенту [5]: 1,2 – редукторы в составе главной передачи и дифференциала; 3 – тепловой двигатель с коробкой передач; 4 – электрический двигатель; 5 – редуктор с передаточным отношением (-1); 6-9 – управляемые фрикционные муфты; 10-13 – ведущие колеса; 14,15 – тормоза; 16,17 – гусеничные обводы

Управление поворотом осуществляется за счет передних ведущих колес 10 и 11. Муфты 6 и 7 включены, Реверсивный ТЭД 4 через редуктор 2 (в составе которого главная передача и дифференциал) притормаживает отстающий борт и, благодаря реверс-редуктору 5, увеличивает тягу на забегающем борту. Дополнительные возможности трансмиссии описаны в патенте [5].

Наличие дифференциалов исключает рекуперацию мощности; ТЭД вынужден передавать мощность на оба борта; продолжительная работа ТЭД требует или большой емкости бортового накопителя электроэнергии, или установки мощного генератора. Однако, схема достаточно проста и, с минимальными доработками, может быть использована на гусеничных тракторах и мобильных гусеничных платформах различного назначения.

На рис. 2 и 3 представлены два варианта новой схемы бездифференциальной трансмиссии, предназначенной, в первую очередь, для реализации на тракторах 3 тягового класса и более легких машинах с характерной компоновкой. На рис. 2 изображен вариант с максимальными функциональными возможностями, на рис. 3 – упрощенное решение. Объединяет схемы принцип «диагонального» управления поворотом и вынос рабочих тормозов на передние ведущие колеса.

За основу принята традиционная для серийного трелевочного трактора компоновка с передним продольным расположением теплового двигателя внутреннего сгорания (ДВС), соединительного механизма (СМ),

центральной коробкой передач (ЦКП), карданной передачей, главной (центральной) передачей, бортовыми фрикционами  $\Phi 2п(л)$ , бортовыми редукторами (БР). Фрикционы  $\Phi 2п(л)$  представляют собой дисковые муфты с механическим, электромеханическим или гидравлическим управлением, для работы в режиме длительного буксования не предназначены. Данная ветвь трансмиссии обеспечивает прямолинейное движение машины.

Силовая установка дополнена обратимыми электромашинами ЭМ1(2) и накопителем энергии (Н). При прямолинейном движении машина ЭМ2 штатно работает в режиме генератора и заряжает накопитель.

Электромашина ЭМ1 соединена через коробку диапазонов (КД), фрикционы  $\Phi 1п(л)$ , имеющие тормоза Т1п(л) и бортовые редукторы (БР) с ведущими колесами (ВК). При прямолинейном движении ЭМ1 отключена от ВК, а тормоза Т1п(л) используются, как остановочные. Коробка диапазонов – двухступенчатый редуктор, использование которого позволяет уменьшить размеры машины ЭМ1.

При повороте реализуется «диагональный» принцип управления: неуправляемый поворот с радиусом, определенным сопротивлением движению, начинается при отключении фрикциона, связанного с задним ВК отстающего борта. Для уменьшения радиуса поворота к переднему ведущему колесу подключается машина ЭМ1, запущенная в режиме генератора. Мощность рекуперации передается в накопитель и может быть использована машиной ЭМ2, запущенной в режиме двигателя. Радиус поворота изменяется плавно, поскольку контролируется с помощью электромшины ЭМ1.

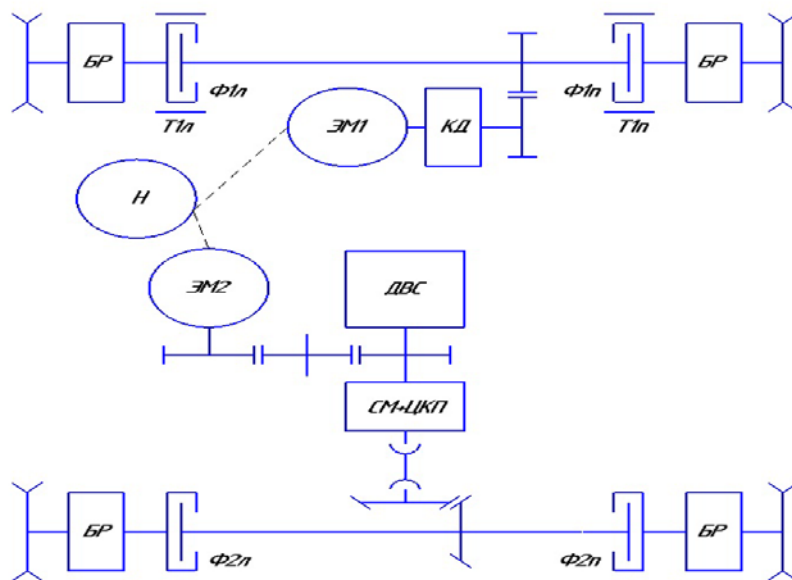


Рис. 2. Схема трансмиссии гусеничного трактора с «диагональным» управлением поворотом: ДВС – двигатель внутреннего сгорания; ЭМ1(2) – обратимая электрическая машина в приводе передних и задних ведущих колес; Н – накопитель энергии; КД – коробка диапазонов для машины ЭМ1; ЦКП – центральная коробка передач;  $\Phi 1(2)п(л)$  и Т1п(л) – фрикционы и тормоза соответствующих ветвей трансмиссии; БР – бортовой редуктор

Если мощности машины ЭМ1 не хватает для получения достаточно малого радиуса, торможение отстающего борта возможно за счет тормоза. Поворот вокруг центра тяжести можно получить, запустив ЭМ1 в режиме электродвигателя, при создании силы тяги, равной по модулю силе тяги на забегающем борту и противоположной ей по знаку. Тормоза Т1п(л) можно использовать для управления поворотом при отказе ЭМ1.

Поскольку ЭМ1 при работе связана только с одним ВК, ее мощность существенно (теоретически – в два раза) меньше, чем мощность ТЭД, необходимого в тех же условиях в трансмиссии по патенту [5].

На рис. 3 приведен упрощенный вариант трансмиссии, не позволяющий использовать рекуперацию мощности и реализовать поворот с радиусом менее половины ширины колеи машины. Однако, такая трансмиссия существенно проще и дешевле полнокомплектной. От бортовых редукторов, связанных с передними ВК, в принципе, можно отказаться. Высокое качество управления поворотом можно обеспечить, используя контроль буксования дисков бортовых тормозов, например, за счет широтно-импульсной модуляции управляющего давления в их гидроприводе [2].

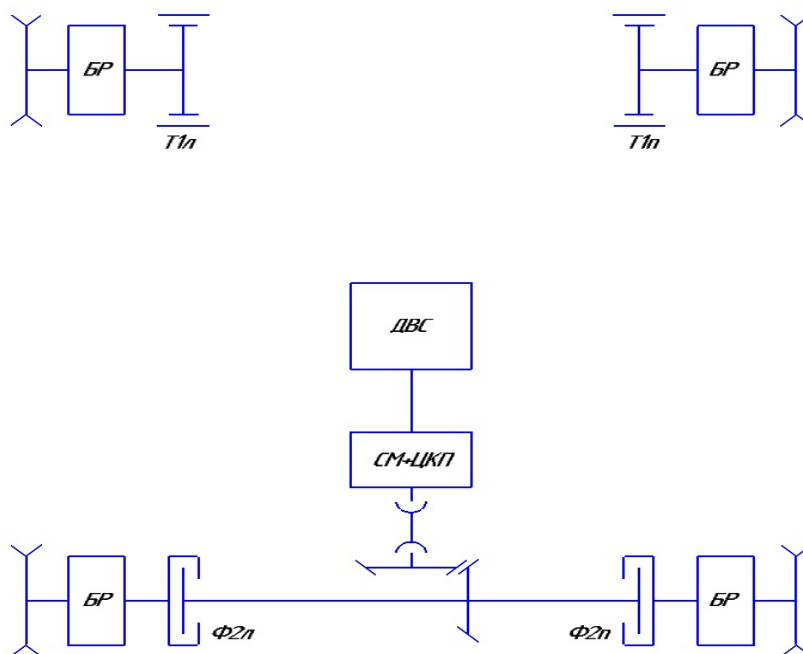


Рис. 3. Упрощенный вариант схемы трансмиссии гусеничного трактора с «диагональным» управлением поворотом

Вынос тормозов на передние ведущие колеса позволяет уменьшить длину ветви движителя, нагруженной тормозным усилием. При использовании гусениц с резинометаллическим шарниром ожидается снижение вероятности проскока гусеницы на ВК при торможении. Наличие зубчатого венца на переднем ведущем колесе дополнительно препятствует сбросу гусеницы при повороте.

Недостатком наличия двух ВК в обводе является появление проблемы с обеспечением предварительного натяжения: конструкция механизма натяжения неизбежно усложняется.

Таким образом, показано, что предлагаемое техническое решение имеет существенные преимущества в аспекте улучшения качества управления поворотом гусеничной машины. В более сложном исполнении предлагаемая трансмиссия дает преимущества, характерные для ГСУ параллельного типа. Упрощенный вариант трансмиссии может быть применен на серийно выпускаемых тракторах и существенно повысить их привлекательность для потребителя при малых ожидаемых затратах на изменение конструкции шасси.

### Список литературы

1. Анисимов, Г.М. Основные направления повышения эксплуатационной эффективности гусеничных трелевочных тракторов / Г.М. Анисимов, А.М. Кочнев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 455 с.
2. Галышев, Ю.В. Замкнутые системы управления поворотом гусеничных машин / Ю.В. Галыше и др. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2014. – №3, т. 2. – С. 201-209.
3. Демидов, Н.Н. Фрикционные механизмы поворота в двухпоточных трансмиссиях транспортных гусеничных машин / Н.Н. Демидов и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2019. – №1. – С. 60-69.
4. Добрецов, Р.Ю. Выбор схемного варианта построения трансмиссий военных машин с гибридной силовой установкой / Р.Ю. Добрецов и др. // Сборник статей научн.-практ. конф-и «Разработка и использование электрических трансмиссий для образцов вооружения и военной техники». – Санкт-Петербург: ОАО «ВНИИТрансмаш», 2016. – С. 87-100.
5. Патент № 2648527, Российская Федерация. Универсальная электромеханическая трансмиссия МПК 51 (2006.01). В62D 11/00, В60K 17/354 / А.П. Митянин; заявитель и патентообладатель А.П. Митянин. – № 2016146858; заявл. 29.11.2016; опубл. 26.03.2018, Бюл. № 9.

УДК 629.114.056.8

### ПРОГНОЗ НОРМ РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕЙ, ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМОЙ GPS

*Новокшанов Федор Алексеевич, студент-магистрант<sup>1</sup>*

*Тимофеев А.П., студент-магистрант<sup>2</sup>*

*Булавин Вячеслав Федорович, науч. рук., к.т.н. доцент<sup>1</sup>*

*Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н. доцент<sup>2</sup>*

*ФГБОУ ВО ВоГУ, Вологда, Россия<sup>1</sup>*

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия<sup>2</sup>*

***Аннотация:** в статье описана методика определения реальных эксплуатационных норм расхода топлива конкретных грузовых транспортных средств, находящихся на балансе конкретного предприятия. Путем исследования, обработки и анализа полученной информации была выявлена значимость влияния поступающего потока данных на фактический расход топлива грузовых автотранспортных средств с учетом их технического состояния, технического обслуживания, массы перевозимого груза, скорости и режима движения. Выявлены причины повышенного расхода топлива грузовых автомобилей, совершающих транспортную работу в условиях городского цикла.*

***Ключевые слова:** расход топлива, спутниковые системы телематического контроля, автотранспортные предприятия, транспорт, городской режим движения, транспортная работа грузового транспорта*

Проблема поиска дополнительных средств экономии топлива в современных экономических реалиях является одной из наиболее часто встречающихся задач для автотранспортных предприятий всех форм собственности.

Поставленная задача на сегодняшний день недостаточно исследована в рамках транспортной работы грузовых транспортных средств, выполняемой в условиях городского цикла. В данной работе производится исследование этой проблемы и составление алгоритма установки собственных норм расхода топлива грузовых автомобилей, находящихся на балансе конкретного предприятия и работающих в городских условиях, с применением систем телематического контроля транспорта. На основе анализа полученных результатов представляется возможным составление алгоритма, соответствующего магистральному режиму движения.

Современное законодательство требует установку систем телематического контроля на пассажирский и грузовой транспорт, а также на спецподвижной состав.

В процессе эксплуатации грузового транспорта, оборудованного системой телематического контроля, происходит постоянная передача объемного, переменного во время выполнения транспортной работы массива данных.

Перед авторами настоящего исследования были поставлены следующая задача:

1. Выявить значимость влияния полученных данных на эксплуатационные свойства автомобилей, а в первую очередь на фактический расход топлива с учетом особенностей технического состояния, условий эксплуатации, технического обслуживания и массы перевозимого груза.

Для определения расхода топлива даже отдельного конкретного автомобиля требуется длительный период сбора данных, которые отображают: режим движения автомобиля, текущий расход топлива, климатические

условия, рельеф местности, а также массу перевозимого груза для грузовых транспортных средств.

Учитывая вероятность возникновения ошибок системы, существует необходимость фильтрации собранных данных. Кроме того, требуется разделение отфильтрованного потока данных в соответствии с режимами движения – магистральным и городским, с учетом выбора отображения информации.

В процессе решения поставленных задач была собрана информация. Специфика собранной информации заключается в большом потоке взаимосвязанных данных, требующих обработки и анализа. Установка реальных эксплуатационных норм расхода топлива вызывает необходимость подготовки суммарной информации на основе больших массивов данных. Сложность заключается в необходимости структурирования данных по многомерному принципу, который включает в себя разброс показателей расхода топлива в зависимости от массы перевозимого груза, скорости движения, пройденного пути и времени движения.

Проведенные исследования позволят специалистам конкретного автотранспортного предприятия любой формы собственности оценить возможные конкретные пути снижения расхода топлива транспортных средств, находящихся на балансе конкретного предприятия.

Исследования были проведены на базе конкретных автотранспортных предприятий в г. Вологда Вологодской области и г. Вельске Архангельской области. В качестве объекта исследования по заказу автопредприятий были выбраны автомобили КАМАЗ-55111 в г. Вологда (Вологодская область), КАМАЗ-55111 в г. Вельск (Архангельская область) и Fiat Ducato в г. Вологда. На объектах (автомобилях), выбранных для исследования, было установлено оборудование телематического контроля фирмы Omnicomm. Заказчики в лице автотранспортных предприятий предоставляли для анализа информацию, полученную с использованием серверов Omnicomm Online и обработанную за период с сентября 2016 года по май 2017.

В процессе выполнения транспортной работы выбранными в рамках проводимого исследования автомобилями из массива потоковой информации, получаемого с систем телематического контроля, был произведен выбор данных, позволяющих отследить зависимость расхода топлива от средней скорости движения рассматриваемых автомобилей. С целью последующей обработки отфильтрованных данных были составлены точечные диаграммы с полиномиальной линией тренда, отображающие общую зависимость расхода топлива от средней скорости движения в городском режиме и помещенные в соответствующую систему координат. Диаграммы, построенные для каждого из рассматриваемых автомобилей, представлены на рисунках 1-3.



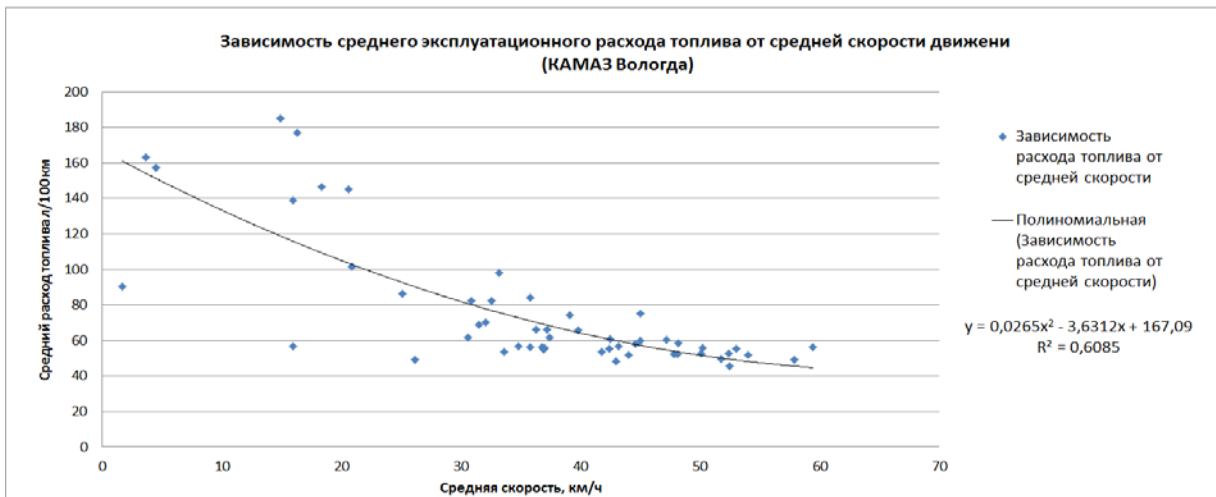


Рис. 1. Зависимость расхода топлива от средней скорости движения автомобиля КАМАЗ (Вологда)

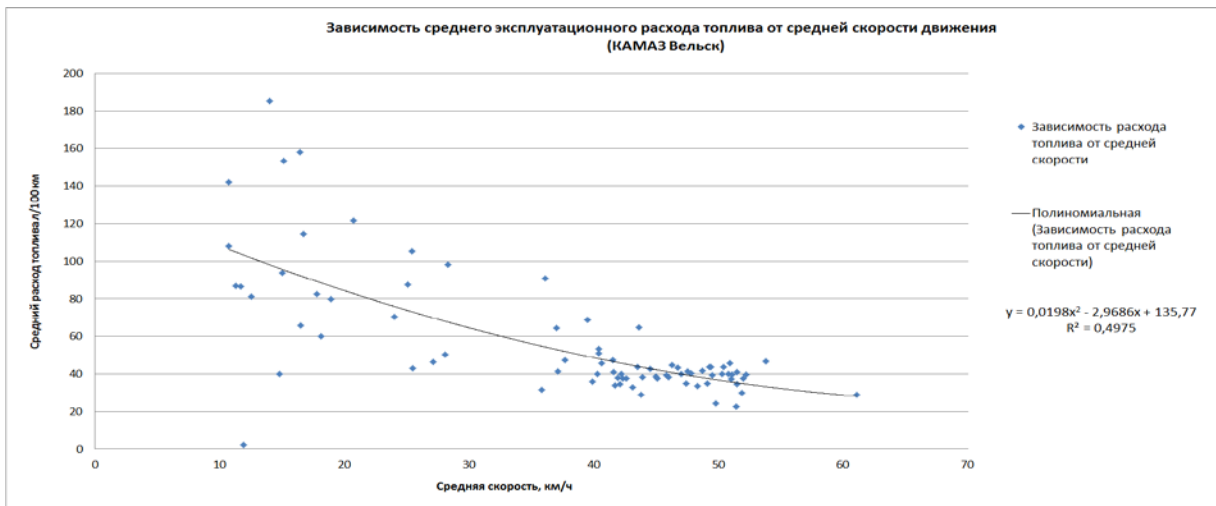


Рис. 2. Зависимость расхода топлива от средней скорости движения автомобиля КАМАЗ (Вельск)

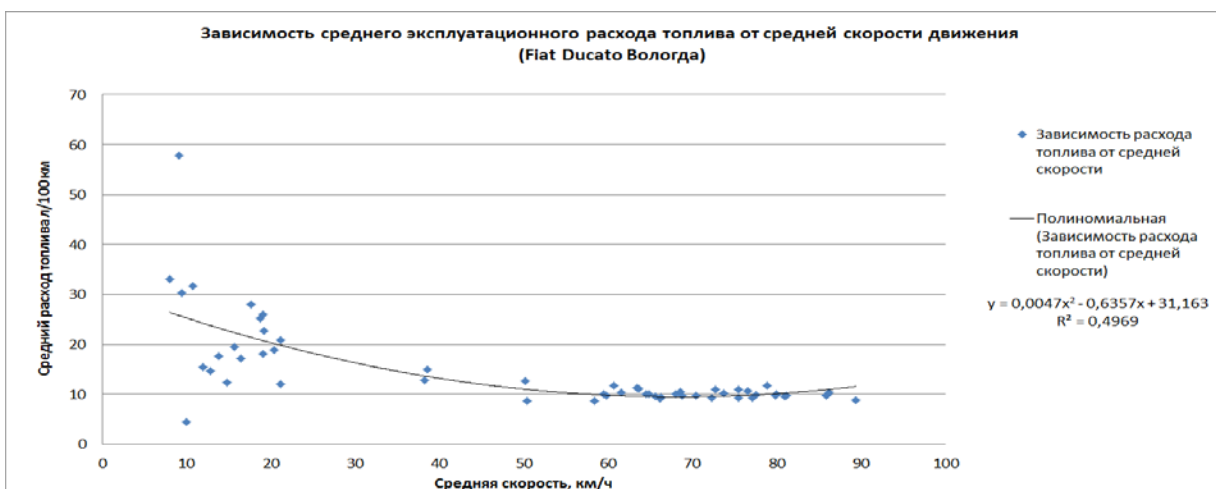


Рис. 3. Зависимость расхода топлива от средней скорости движения автомобиля Fiat Ducato (Вологда)

Мониторинг входящего потока отфильтрованных данных и аналитическая обработка полученных диаграмм позволила сделать следующие выводы:

1. Квадратичная функция полиномиальной линии тренда указывает на то, что зависимость расхода топлива автомобиля от скорости движения не является линейной, она имеет один экстремум. Более того, до достижения экстремума функция убывает. Однако экстремум представленных функций достигается при значениях координат, соответствующих скоростям, превышающих ограничение, установленное в городе. Например, для автомобиля Fiat Ducato наименьший расход топлива достигается при движении со скоростью около 70 км/ч. Это говорит о том, что при скорости движения автомобиля в диапазоне городского цикла, значение расхода топлива при любых условиях будет выше минимально возможного для этого автомобиля.

На увеличение расхода топлива при низких скоростях в городском режиме движения также оказывает влияние качество и стиль вождения конкретных водителей, а именно частота воздействия на органы управления автомобилем, которая, в свою очередь, приводит к интенсивному изменению оборотов коленчатого вала ДВС и передаточного числа трансмиссии, а следовательно, к более интенсивному изменению скорости движения автомобилей.

После достижения экстремума функция вновь начинает возрастать. Для полного понимания этой особенности было рассмотрено уравнение расхода топлива [1].

Расход топлива автомобиля имеет прямую зависимость от сил сопротивления движению:

$$Q_s = \frac{g_e (P_d + P_v + P_i)}{36000 \cdot \rho_t \cdot \eta_t}, \text{ л/100 км, (1)}$$

где  $g_e$  – удельный расход топлива, г/(кВт·ч);

$P_d$  – сила сопротивления дороги, Н;

$P_v$  – сила сопротивления воздуха, Н;

$P_i$  – сила сопротивления разгону, Н;

$\rho_t$  – плотность топлива, кг/л;

$\eta_t$  – КПД трансмиссии.

Все силы сопротивления движению зависят от скорости движения автомобиля. Причем, силы сопротивления дороги и сила сопротивления разгону с ростом скорости линейно уменьшаются, а сила сопротивления воздуха квадратично возрастает. Это объясняет нелинейность полученных функций.

Из рассмотрения приведенного выше уравнения также можно сделать вывод, что на расход топлива влияет КПД трансмиссии и плотность топлива. Таким образом, техническое состояние автомобиля и качество

используемого топлива напрямую влияют на расход топлива. Это позволяет сделать вывод о том, что повышенное значение расхода топлива, кроме всего прочего, может указывать на неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства. Таким образом, для инженерно-технической службы предприятия предоставляется возможность корректирования периодичности технического обслуживания транспортных средств, что позволит оптимизировать работу автотранспортного предприятия в целом путем сокращения времени простоя автомобилей в зоне технического обслуживания и ремонта.

2. На представленных диаграммах наблюдается частичное несовпадение массива значений расхода топлива с линией тренда. Об этом также свидетельствует низкое значение  $R^2$ . Соотношение транспортной работы рассматриваемых автомобилей в городском режиме по сравнению с магистральным невелико, что вызывает необходимость гораздо более длительного сбора данных для получения более точных показаний.

3. На представленных диаграммах наблюдается зависимость разброса значений расхода топлива от скорости движения. Чем ниже скорость движения, тем существеннее разброс. Такая зависимость обуславливается тем, что в потоке информации, поступающей от телематических комплексов, установленных на борту автомобиля, отсутствуют данные по массе перевозимого груза. Сбор этих данных особенно актуален для грузовых транспортных средств, поскольку масса перевозимого груза может превосходить собственную массу автомобиля. Причем загрузка автомобиля сильнее влияет на расход топлива при малых скоростях, чем при больших. Соответственно, возникает проблема удаленного сбора этих данных для уточнения поступающей информации.

В заключение, из проведенного исследования сформулированы следующие выводы:

1. Зависимость расхода топлива от скорости движения носит нелинейный характер, обусловленный техническим состоянием автомобиля, массой перевозимого груза и условиями эксплуатации.

2. Причины повышенного расхода топлива связаны с несоответствием стандартного испытательного цикла с реальным режимом движения автомобиля, а также качеством и стилем езды водителя.

### **Список литературы**

1. Литвинов, А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: учебник для вузов / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – Москва: Машиностроение, 1989. – 240 с.)
2. Пикалев, О.Н. Обзор методологических подходов к организации систем мониторинга транспортных средств с применением технологий GPS-трекинга / О.Н. Пикалев, П.И. Смирнов // В сб.: Наука молодых – будущее России. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2016. – С. 293-295.

3. Тверецкая, А. Система мониторинга транспорта как инструмент управления предприятием / А. Тверецкая // Электроэнергия. Передача и распределение – журнал для профессионалов энергетической области. – Москва: ООО «Кабель», 2012. – С. 36-39.

4. Мониторинг транспорта как фактор безопасности автопарка // Авто-транспорт: эксплуатация, обслуживание и ремонт – научно-практический журнал для руководителей автотранспортных и авторемонтных предприятий. – Москва: ООО «Издательский дом Панорама», 2011. – С. 56-60.

**УДК 637.075**

## **ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗА И СОПУТСТВУЮЩИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА МЕТОДОМ БАКТЕРИЦИДНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ**

*Осипов Никита Алексеевич, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

***Аннотация:** в данной статье описан метод анаэробного сбраживания навоза и других отходов на биогазовой станции. При этом получают жидкие удобрения и биогаз, из которого генерируется электрическая и тепловая энергия.*

***Ключевые слова:** биогаз, тепловая и электрическая энергия, анаэробное сбраживание, микроорганизмы*

При всем многообразии заложенного в проектах современного технологического и инженерного оборудования вопрос утилизации навоза и помета решается «по старинке»: вывоз на поля в качестве органических удобрений после обеззараживания в естественных условиях. Однако выдерживание требует определенных затрат, на которые не всегда идут хозяйства. В результате полного обеззараживания не достигается, что приводит к заражению полей. Сохранившие всхожесть семена сорняков засоряют поля. Усугубляют ситуацию мегакомплексы, которые наряду с перечисленным несут опасность катастрофического экологического воздействия. Отходы ферм, птицефабрик являются важным источником элементов питания растений, поэтому их использование имеет большое значение для регулирования круговорота веществ в земледелии, сохранения и повышения содержания гумуса в почвах. Корма, а вместе с ними и энергия усваиваются животными и птицей лишь на 35-45%. Неусвоенные компоненты кормов, выделяющиеся с экскрементами, несут в себе огромный энергетический потенциал, который можно извлечь с помощью микробиологической или физико-химической технологии [1].

Цель работы заключается в том, чтобы преодолеть вышесказанные проблемы путем использования отходов в качестве ценных источников элементов питания растений и энергии и получения в результате их переработки существенных выгод.

При изучении проблемы было установлено, что установленным задачам наиболее полно соответствуют способ анаэробного сбраживания навоза:

1. Обеспечение полной утилизации отходов в качестве эффективных органических удобрений;

2. Получение в процессе переработки дополнительных энергетических ресурсов, позволяющих заместить традиционные источники их обеспечения, возместить затраты на переработку навоза и получить дополнительную прибыль.

Биогазовая станция производит путем бескислородного брожения биогаз и биоудобрения из биоотходов. При этом получают жидкие биоудобрения и биогаз, из которого генерируется электрическая и тепловая энергия. Из  $1\text{ м}^3$  биогаза можно получить  $2\text{ кВтч}$  электрической энергии и  $3\text{ кВтч}$  тепловой энергии, сжигая его в газопоршневой установке [2].

В основе этой технологии лежит микробиологическая деструкция органической части навоза в анаэробных условиях с последующим биосинтезом метана.

Таблица 1 – Выход биогаза из некоторых видов отходов

Исходное сырье	Выход биогаза из 1т отхода, $\text{м}^3$
Навоз КРС	35...45
Свиной навоз	40...50
Птичий помет	180...200

Кроме навоза и помета анаэробным сбраживанием с высокой эффективностью можно перерабатывать траву, ботву, мякину, солому и другие растительные остатки, а также домашние отходы и мусор.

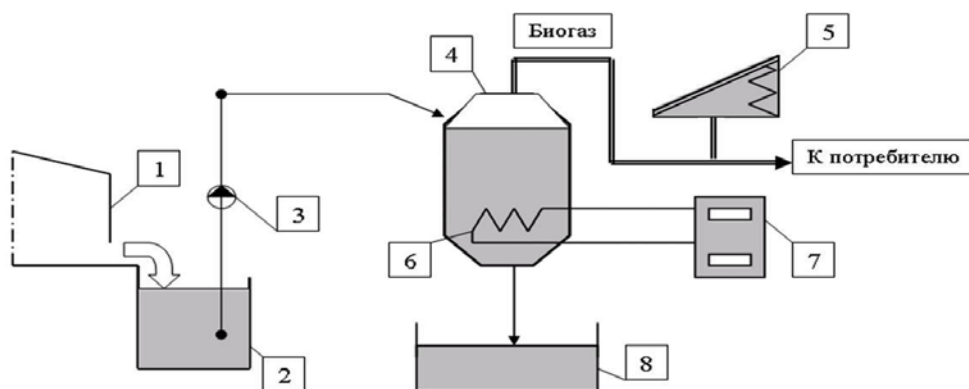


Рис. 1. Блок-схема установки переработки навоза

1 – ферма, 2 – навозоприемник, 3- насос, 4 – метантенк, 5 – газгольдер, 6 – теплообменник, 7 – когенерационная установка, 8 – хранилище биоудобрения

Биогазовая станция – это закрытые реакторы, выполненные из монолитного железобетона или, стал с покрытием. Жидкие биоотходы перекачиваются на биогазовую установку фекальными насосами по трубопроводу, в предварительную емкость. В этой емкости происходит гомогенизация массы и подогрев до необходимой температуры. Твердые отходы загружаются в специальный шнековый загрузчик, из емкости гомогенизации и загрузчика твердых отходов биомасса поступает в реактор.

Реактор является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром. Это конструкция теплоизолируется слоем утеплителя. Толщина утеплителя рассчитывается под климатические условия. Внутри реактора поддерживается фиксированная для микроорганизмов температура. Температура в реакторе мезофильная (35-38°С). Подогрев реактора ведется теплоносителем. Система подогрева - это теплообменник находящийся внутри стенки реактора, либо на ее внутренней поверхности. Если биогазовая установка комплектуется когенерационной установкой (теплоэлектрогенератором), то тепло от охлаждения электростанции используется для подогрева реактора. Если биогазовая установка работает только на производство биогаза, тогда тепло берется от специально установленного водогрейного биогазового котла. Затраты тепловой и электрической энергии на нужды самой установки составляют от 5 до 10% всей производимой энергии [3].

Всю работу по сбраживанию отходов проделают анаэробные микроорганизмы. В биореактор микроорганизмы вводятся один раз при первом запуске. На выходе имеем два продукта: биогаз и биоудобрения (компостированный и жидкий субстрат). Биогаз поступает из метантенка в газгольдер. Здесь в газгольдере выравниваются давление и состав газа. Из газгольдера по газовой системе идет непрерывная подача биогаза в газовый или дизель-газовый теплоэлектрогенератор.

Создание и эксплуатация таких биозаводов приводит к получению дешевой энергии. Биоудобрения, получаемые при анаэробном сбраживании принципиально отличаются от минеральных и органических удобрений механизмом действия на растения и почву. Они за счет богатой микрофлоры реализуют природный механизм обеспечения растений питательными веществами.

### Список литературы

1. Переработка отходов животноводческих и птицеводческих комплексов и ферм в эффективные биологические удобрения и энергию / Башкипроагропром // Рекомендации. – Уфа, 2010. – С. 3-5.
2. Бирюков, К.Н. Способы переработки и утилизации навоза и помета в современных условиях ведения животноводства / К.Н. Бирюков // Вестник РГАЗУ. Научный журнал. – 2008. – №5 (10) – С 100-102.
3. Самсонов, А.Н. К вопросу об утилизации навоза на фермах крупного ро-

гатого скота / А.Н. Самсонов, Н.Н. Тончева, Н.Н. Кузнецов // Сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции. – Чебоксары – 2016. – С 80-85.

4. Романов, А.С. Повышение качества внедрения органических удобрений под картофель / А.С. Романов, Н.Н. Кузнецов // Молодежь и наука XXI века. – Ульяновск, 2017. – С. 80-83.

5. Устройство для измельчения сыпучих материалов. Патент № 2656619 / П.А. Савиных, В.Е. Сайтов, В.А. Сухляев, И.И. Иванов, А.В. Палицын, Н.Н. Кузнецов. – Опубликовано 17.10.2016 г.

**УДК: 631.22.018+631.248**

### **БАРБАТАЖНЫЕ АЭРАТОРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ**

*Полякова Юлия Владимировна, студент-бакалавр*

*Кожанова Алина Андреевна, студент-бакалавр*

*Маланин Никита Сергеевич, студент-бакалавр*

*Шигапов Ильяс Исхакович, науч.рук., д.т.н., доцент*

*Краснова Ольга Николаевна, науч.рук., преподаватель*

*Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,*

*г. Димитровград, Россия*

*Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал*

*ФГАОУ ВО Национальный исследовательский ядерный университет*

*«МИФИ», г. Димитровград, Россия*

***Аннотация:** в настоящее время вопросы энергосбережения изучают во всем мире так как оно имеет большое значение, так как рост тарифов на энергоносители непосредственно влияет на себестоимость продукта любой отрасли производства особенно что связано с животноводством. Поэтому работы касающиеся энергосбережения, заслуживают наиболее пристального внимания.*

***Ключевые слова:** животноводство, аэраторы, намотка, ил, диспергирующий слой*

Биологическая очистка – это наиболее быстрый, эффективный и дешёвый способ удаления органических загрязняющих веществ из сточных вод. В животноводческих помещениях. Биологическую очистку можно представить собой, как процесс использования биологического окисления органических веществ микроорганизмами (активным илом). Этот процесс представляется следующим образом в аэротенках - это резервуары, где сточная жидкость смешиваясь с активным илом выпадает виде ила, а окисление и минерализация загрязняющих веществ происходит всего 6-8 часов.

Процесс окисления стоков растворённым кислородом представляет собой размешивание жидкости с микроорганизмами, что влияет на работу аэраторов

Для увеличения процента использования кислорода активным илом используются мелкопузырчатую аэрацию, которые поступают через пневматические или механические устройства, что обеспечивается необходимым количеством кислорода.

При очистке сточных вод в животноводстве одним из направлений энергосбережения является разработка и использование новых видов устройств подачи воздуха(кислорода) на аэрацию.

При мелкопузырчатой аэрации сточных вод, при их биологической очистке, используются различные виды пневматических аэраторов, это и фильтросные трубы с диспергирующим слоем сформированные пневмоэкструзией полимерного материала (рис.1а), аэраторы дисковые с резиновой перфорированной мембраной (рис.1б), чугунные и керамические, фильтросные системы и т.д.



Рис. 1. Виды аэраторов:

- а) - фильтросные трубы с диспергирующим слоем пористых перегородок сформированным пневмоэкструзией полимерного материала;
- б) с резиновой перфорированной мембраной- дисковые аэраторы

В настоящее время системы аэрации, наряду с положительными характеристиками, имеют ряд своих специфических отрицательных недочетов, так например:

фильтросные трубы где пористая перегородка имеет диспергирующий слой которых создан пневмоэкструзией (большинство современных аэрационных систем) готовы к (движению) кольматации (биообрастанию) [3,4].

По пористости имеют неравномерную монолитную структуру, что не обеспечивает формирование пузырьков кислорода одинаковым размером, а при перепадах давления кислорода в системе склонны к «пробоям» диспергирующей перегородки, что в свою очередь приведет к образованию так называемых «бурунов» (рис.2), повышенным затратам воздуха и электроэнергии, образованию застойных зон в аэротенках и как следствие снижению качества очистки стоков.





Рис. 2. Буруны

Недостаткам керамических и мембранных систем аэрации можно отнести их дороговизна, склонность к кольматации (биобросанию), образованию неаэрируемых зон и т.д.

С целью устранения вышеуказанных и других недочетов в Технологическом институте – филиал ФГБОУ ВО «Ульяновский ГАУ» были проведены исследования по формированию новых аэрационных систем, в результате которых были созданы барботажные аэраторы (Рис.3).

Трубчатый барботажный аэратор состоит из опорной трубы 1 с радиальными отверстиями 2. На поверхности опорной трубы 1 размещено диспергирующее покрытие, сформированное слоисто-каркасной спиралевидной намоткой полипропиленовых нитей линейной плотностью 150÷200текс.

Данные аэраторы отличается от аналогов тем, что диспергирующий слой разрешает:

1. полностью исключить явления «пробоя» (вследствие самовосстановления расположения витков намотки нитей при их раздвижении), что способствует значительному снижению энергозатрат, а следовательно себестоимости очистки 1м<sup>3</sup> стоков;

2. исключить явление кольматации диспергирующего слоя намотки аэратора, т.к. под воздействием потока воздуха происходит постоянное колебание (вибрация) нитей и разрыв связей осадочных отложений ила;

3. обеспечивать заданную пористость и проницаемость диспергирующего слоя аэратора за счёт выбора структуры намотки нитей;

Структура диспергирующего слоя барботажных аэраторов может быть сформирована различными видами намоток. К таким видам намоток относятся: сомкнутая, замкнутая, спиралевидная[1,2].

Основными отличительными характеристиками всех видов намоток являются:

- размеры пор в структуре намотки;
- направление смещения пор по радиусу намотки диспергирующего слоя (что задаёт направление барботажа ( по или против часовой

стрелке));

- объёмная плотность намотки;

Наибольшую объёмную плотность имеет сомкнутая структура намотки она обеспечивает и минимальный размер пузырьков воздуха диаметром 1-2мм.Замкнутые намотки обладают более рыхлой структурой, а размеры пузырьков воздуха лимитируются размером пор в структуре намотки и могут изменяться от 2 до 5мм.

Структура намотки, является производной от сомкнутых и замкнутых структур – поры у данного вида намотки, в радиальном направлении, размещены по спиралям Архимеда и сформируют каналы, что позволяет разгонять поток пузырьков кислорода по назначению каналов в структуре намотки и выбрасывать их по касательной к поверхности фильтросной трубы, значительно увеличивая зону аэрируемых объёмов стоков.

Структура схемы данной показана на рисунке 3. У опережающей намотки спирали закруглены по часовой, а у отстающей - против часовой стрелке (рис. 3а и 3б).

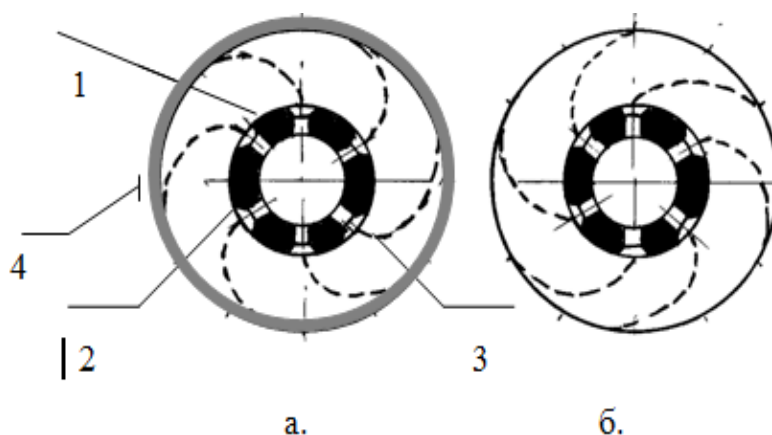


Рис.3. Схема диспергирующего слоя пористых перегородок:  
3а) отстающая 3б) опережающая

Исследования проведенные в лаборатории Технологического института диспергирующего слоя аэратора-фильтра различных видов намоток пористой перегородки позволили определить оптимальную структуру, обеспечивающую повышенный барботаж сточных вод, смешивание сточных вод, при наименьших затратах электроэнергии. На рисунке 3 представлено, что слой 3 (см рис. 3) наматывается спиралевидной(геликовидной) намоткой, что разрешает использовать воздушный поток равномерно внутри диспергирующего покрытия по всей длине аэратора, при этом обеспечивается скорость потока пузырьков кислорода по каналам в структуре намотки. Каркас 4 наматывается сомкнутой намоткой, в следствие чего происходит дробление пузырьков, и обеспечивается размер пузырька 1-2мм [5,6].

Сборка и разборка аэраторов это еще одно из достоинств барботаж-

ных аэраторов, так как они монтируются на безрезьбовых муфтах. Монтаж аэраторов в аэротенках производится в составе аэрирующих модулей. Изменение шага между аэраторами и интервалами между модулями даёт потенциал изменять интенсивность аэрации по длине коридора в широком диапазоне, что обеспечивается в аэротенке оптимальный режим обогащения стоков кислородом воздуха. Затраты электроэнергии на подачу воздуха сократились на 30%, содержание кислорода в воде возросло до 7,6 мг/л.

Производственные сравнительные испытания проведенные различных видов аэраторов были на очистных сооружениях животноводческих ферм в течение шести месяцев их работы.

В таблицу 1. сведены данные результатов экспериментов

Таблица 1- Секция №6 аэротенк с барботажными аэраторами

№ п/п	Дата отбора проб	После первичного отстойника, мг/дм <sup>3</sup>	Вход сточной воды в аэротенк, мг/дм <sup>3</sup>	Выход сточной воды из аэротенка, мг/дм <sup>3</sup>
1	29.05.18	11,7	10,2	0,17
Секция №5 аэротенк с аэраторами с полимерной структурой				
2	29.05.18	11,7	10,2	6,82

Можно сделать следующие выводы на этом основании исследований:

1. Использование барботажных аэраторов в системах очистки сточных вод фермах позволяет значительно снижать энергозатраты, за счёт особой структуры диспергирующего слоя пористых перегородок фильтросных труб.

2. Барботажные аэраторы повышают качества очистки сточных вод в животноводческих комплексах при отсутствии потерь кислорода, улучшение седиментационных характеристик активного ила, при этом снижение себестоимости очистки одного кубического метра стоков составляет до 15%.

### Список литературы

1. Губейдуллин, Х.Х. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах / Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов, В.А. Кологреев, Н.В. Чумакова // Аграрная наука. – 2012. – №11. – С. 31-32.
2. Шигапов, И.И. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза / И.И. Шигапов, Х.Х. Губейдуллин, В.Г. Артемьев, О.П. Гришин // Сельский механизатор. – 2013. – №8. – С. 26-27.
3. Шигапов, И.И. Уборка и переработка навоза на базе спирально-винтовых механизмов / И.И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – №5. – С. 22-23.
4. Шигапов, И.И. Перемещение полужидкого навоза пружинным транс-

портером открытого типа / И.И. Шигапов, Х.Х. Губейдуллин // Естественные и технические науки. – 2013. – №6(68). – С. 458-463.

5. Губейдуллин, Х.Х. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов / Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов, В.А. Колотгреев, М.М. Гафин // Научный вестник Технологического института – филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА. –2013. – №11. – С. 109-112.

6. Гордеев, В.А. О замкнутых и сомкнутых крестовых намотках/ В.А. Гордеев, В.П. Зайцев, И.Н. Панин // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – №2. – С. 126-128.

**УДК 331**

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИЙ**

*Попов Сергей Владимирович, студент-магистрант  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** через улучшение условий труда в лучшую сторону, можно изменить экономические показатели деятельности предприятия, так как работник, находящийся в хороших, благоприятных условиях на рабочем месте будет лучше трудиться, возрастет производительность труда, снизится уровень заболеваемости и травматизма работников, что приведет к снижению издержек предприятия и росту экономических показателей. В связи с этим актуальным вопросом является создание эффективных условий труда.*

***Ключевые слова:** труд, условия труда, предприятие, рыночная экономика*

В современных условиях развития рыночной экономики в стране, важнейшей проблемой остается повышение эффективности материального производства на основе качественного роста производительности труда. Развитие производительности труда определяется многими факторами. Одним из главных факторов роста производительности труда выступает условия трудовой деятельности человека. Однако сама проблема улучшения условий труда является многофакторной проблемой.

Комплексный подход к анализу воздействия труда на человека характеризуется в двух аспектах:

1. Качество производственной среды (условия труда в узком смысле слова) – степень соответствия санитарно-гигиенических условий труда государственным нормам.

2. Качества условий труда (в широком смысле слова) – степень соот-

ветствия международным и российским нормам технических, санитарно-гигиенических, эстетических, социальных, экономических и других характеристик предприятия, влияющих на здоровье сотрудников и их социальное благополучие.

Важным показателем условий труда являются его тяжесть и интенсивность. Тяжесть труда подразумевает под собой суммарное воздействие всех факторов трудового процесса на организм работающих. Интенсивность труда характеризуется количеством энергии человека, затрачиваемой в единицу рабочего времени.

В современных условиях становления рыночной экономики в нашей стране предъявляют новые требования к организации труда на предприятии. В связи с этим создание эффективных условий труда имеет большое значение, как на предприятии, так и для экономики страны в целом.

Большое значение улучшения условий труда объясняется тем, что они в основном представляют собой производственную среду, в которой протекает жизнедеятельность человека во время труда. От их состояния в прямой зависимости находится уровень работоспособности человека, результаты его работы, состояние здоровья, отношение к труду. Улучшение условий труда существенно влияет на повышение его производительности. Выполнение любой работы в течении продолжительного времени сопровождается утомлением организма, проявляемым в снижении работоспособности человека. Наряду с физической и умственной работой значительное воздействие на утомление оказывает и окружающая производственная среда, то есть условия, в которых протекает его работа.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что на протяжении многих лет в социально-экономической и медицинской литературе отмечается тревожная ситуация, складывающаяся в производственной среде, в которой протекает производственный процесс. В структуре народного хозяйства страны практически нет промышленных отраслей, где бы не было производств с вредными для здоровья условиями труда. Например, по данным Минтруда России, сейчас более 21 миллиона россиян работают во вредных условиях, это 31 % от общей численности экономически активного населения. Из-за этого ежегодно увеличивается на 5-7 тысяч человек количество заболевших профзаболеваниями. Основной причиной этого является ухудшение финансово-экономического положения предприятий, ведущего к сокращению расходов на поддержание должного уровня условий труда.

Самое большое число работающих во вредных отраслях для здоровья являются такие регионы как: Челябинская область – 65,4%, Чукотский автономный округ – 64,3%, Кемеровская область – 60,9%, Вологодская область – 55,0%, Камчатский край – 38,4%, Республика Хакасия – 37,5%, Архангельская область – 36,4% (без Ненецкого автономного округа – 67,4%), Еврейская автономная область – 32,0%.

Вследствие чего особое внимание привлекает разработка успешных мероприятий по улучшению условий труда работников, а именно она является одним из наиболее важных условий повышения производства и повышение прибыли на предприятии в целом.

Для изменения сложившейся ситуации в последние годы был принят ряд нормативных правовых актов. Так, федеральным законом от 30.06.2006 г. № 90-ФЗ с 01.01.2007 г. в статью 219 Трудового кодекса РФ (далее – ТК РФ) была дополнительно введена четвёртая часть, согласно которой «в случае обеспечения на рабочих местах безопасных условий труда, подтверждённых результатами аттестации рабочих мест по условиям труда (АРМУТ), компенсации работникам не устанавливаются». В принятом Правительством РФ постановлении от 20.11.2008 г. № 870, вступившем в силу с 06.12.2008 г., оговаривались нижние границы размера компенсаций (сокращённой продолжительности рабочего времени, ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска, повышенной оплаты труда), устанавливаемых работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (ВОУТ), по результатам проведённой АРМУТ. Таким образом, правовым основанием для предоставления компенсаций работникам, занятым на работах с ВОУТ, стали фактические условия труда, определяемые АРМУТ, а не включение профессии, должности в какой-либо список или перечень производств, работ, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых даёт право на соответствующие компенсации.

В целях экономической заинтересованности работодателей в снижении профессионального риска приказом Минтруда России от 01.08.2012 № 39н была утверждена Методика расчёта скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Скидки и надбавки рассчитываются Фондом социального страхования РФ на очередной финансовый год в размерах не более 40 % от установленного страхового тарифа по итогам деятельности страхователя (работодателя) за три года, с учётом состояния охраны труда (включая результаты АРМУТ, позже – результаты введённой вместо АРМУТ специальной оценки условий труда; количество страховых случаев; число дней нетрудоспособности; проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров). «При наличии в предшествующем финансовом году страхового случая со смертельным исходом, произошедшего не по вине третьих лиц, страхователю на очередной финансовый год скидка не устанавливается». С 11.03.2017 г. вступило в действие дополнение к Методике, в соответствии с которым «в случае наличия у страхователя в предшествующем году группового несчастного случая (2 человека и более) со смертельным исходом, произошедшего не по вине третьих лиц», к страховому тарифу в обязательном порядке устанавливается надбавка.

Приказом Минтруда России от 10.12.2012 № 580н работодателю предоставлена возможность возмещать расходы на определённые (наиболее значимые) предупредительные меры по сокращению производственного травматизма, профессиональных заболеваний за счёт сумм страховых взносов – в пределах «20% сумм страховых взносов, начисленных за предшествующий календарный год, за вычетом расходов на выплату обеспечения по указанному виду страхования, произведённых страхователем в предшествующем календарном году». Изначально перечень мероприятий, финансируемых за счёт сумм страховых взносов, включал:

- проведение АРМУТ;
- реализация мероприятий по приведению уровней запылённости и загазованности воздуха, уровней шума и вибрации и уровней излучений на рабочих местах в соответствии с государственными нормативными требованиями охраны труда;
- обучение по охране труда отдельных категорий работников;
- приобретение средств индивидуальной защиты для работников, занятых на работах с ВОУТ;
- санаторно-курортное лечение работников, занятых на работах с ВОУТ;
- проведение обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на работах с ВОУТ;
- обеспечение работников лечебно-профилактическим питанием;
- приобретение приборов для определения наличия и уровня содержания алкоголя (алкотестеры или алкометры);
- приобретение приборов контроля за режимом труда и отдыха водителей (тахографов).

Позже приказами Минтруда России указанный перечень неоднократно расширялся и уточнялся.

В целях усиления мер ответственности страхователей за уклонение от уплаты страховых взносов в государственные внебюджетные фонды Минюстом России был подготовлен и внесён в 2013 г. в Правительство РФ проект федерального закона, устанавливающий уголовную ответственность за неуплату страховых взносов в государственные внебюджетные фонды. На сегодняшний день этот закон не принят.

В рамках работы по совершенствованию системы охраны труда в 2013 г. был разработан и принят федеральный закон «О специальной оценке условий труда», ознаменовавший переход с 01.01.2014 г. от АРМУТ к новой (менее затратной для работодателя) процедуре оценки условий труда. Ключевым направлением при подготовке указанного закона стало «экономическое стимулирование работодателей и создание неких взаимосвязей, для того чтобы работодатели в связи с некоторыми экономическими либо санкциями, либо преференциями были заинтересованы в улучшении условий труда». В связи с переходом к специальной оценке условий

труда (СОУТ) был принят федеральный закон от 28.12.2013 г. № 421-ФЗ, впервые поставивший объём предоставляемых компенсаций за работу в ВОУТ, а также размер дополнительного тарифа к отчисляемым работодателем взносам на обязательное пенсионное страхование работника в зависимости от класса (подкласса) условий труда, установленного на рабочем месте по результатам СОУТ (таблица 1).

Таблица 1 – Компенсации работникам за работу в ВОУТ и дополнительные тарифы взносов в Пенсионный фонд РФ на финансирование страховой части трудовой пенсии (устанавливаются по результатам СОУТ)

Условия труда		Компенсационные меры*			Дополнительный тариф страхового взноса в ПФ РФ, %
Класс	Подкласс	ПРОТ	ЕДОО	СПРВ	
1 (оптимальный)		–	–	–	0,0
2 (допустимый)		–	–	–	0,0
3 (вредный)	3.1	+	–	–	2,0
	3.2	+	+	–	4,0
	3.3	+	+	+	6,0
	3.4	+	+	+	7,0
4 (опасный)		+	+	+	8,0

**Примечание.** \*ПРОТ – повышенный размер оплаты труда; ЕДОО – ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск; СПРВ – сокращённая продолжительность рабочего времени.

Этим же законом в Кодекс об административных правонарушениях РФ с 01.01.2015 г. введена новая статья 5.27.1, предусматривающая ответственность за нарушение государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах РФ. Статья содержит следующие санкции:

- для должностных лиц – штраф в размере от 2 тыс. руб. до 40 тыс. руб., дисквалификация на срок от одного до трёх лет;
- для лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица – штраф в размере от 2 тыс. руб. до 40 тыс. руб., приостановление деятельности на срок до 90 суток;
- для юридических лиц – штраф в размере от 50 тыс. руб. до 200 тыс. руб., приостановление деятельности на срок до 90 суток.

Уровень состояния безопасности труда, определяемый согласно методике Международной организации труда по числу погибших в результате несчастного случая на производстве на 100 тыс. занятых в экономике, в последние десять лет снижается. По информации Минтруда России, «в 2017 году в России этот показатель составил 2,54 погибших на 100 тыс. за-



нятых в экономике, что в целом соответствует среднему уровню смертельного травматизма в странах Евросоюза». Данные за 2017 год свидетельствуют также об уменьшении числа рабочих мест с ВОУТ. Таким образом, можно констатировать, что экономическое стимулирование работодателей, а также усиление административной ответственности дают положительный эффект.

Однако экономический ущерб из-за неудовлетворительных условий труда и травматизма остаётся высоким и, по экспертным оценкам, составляет до 1,9 трлн руб./год. Поэтому ключевой задачей государственной политики в сфере охраны труда остаётся задача внедрения предупредительной модели управления охраной труда, суть которой заключается в постоянном выявлении и заблаговременном предотвращении опасностей травмирования и заболевания работников.

### Список литературы

1. Евстигнеева, Ю.В. Стимулирование работодателей к улучшению условий труда / Ю.В. Евстигнеева, Н.А. Евстигнеева // Международный студенческий научный вестник. Электронный научный журнал. – 2017. – № 4-4.
2. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
3. Найданов, Г.Т. Проблема улучшения условий труда промышленных рабочих в Регионе / Г.Т. Найданов, А.М. Балханов // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – №2(2). – С. 19-23.
4. Папанян, Р.Г. Условия труда как фактор повышения производительности и улучшения качества трудовой жизни персонала / Р.Г. Папанян, С.А. Прозорова // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки. – 2016. – №4(41). – С. 62-66.
5. Литвинов, В.И. Охрана труда: Учебное пособие / В.И. Литвинов, В.А. Раков. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. – 167 с.
6. Литвинов, В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебное пособие / В.И. Литвинов, И.Н. Кружкова. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 202 с.

**УДК 631.544.4**

### **РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ТЕПЛИЦЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ**

*Попова Татьяна Леонидовна, студент-бакалавр  
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** рассмотрены технические возможности оснащения современных теплиц системами обеспечения технологических процессов, с возможностью удаленного контроля и управления, для выращивания ягод земляники садовой.

**Ключевые слова:** цифровая теплица, системы поддержания микроклимата, земляника садовая

Одним из перспективных направлений круглогодичного использования теплиц является выращивание ягод. Наиболее эффективным решением этой задачи будет использование автоматической теплицы с помощью дистанционного управления. Для этого система управления теплицей должна обеспечивать функционирование всех технологических процессов: полива, освещения, обогрева, управления на расстоянии и т.д.

Достоинством такой теплицы является возможность на расстоянии контролировать параметры и управлять процессами.

Теплица не должна отражать солнечный свет, но должна иметь качественную теплоизоляцию и быть достаточно прочной.

Существует несколько видов теплиц:

1. Каркасные, покрытые полиэтиленовой пленкой. Преимущества их в том, что они не дороги, и легко разбираются и устанавливаются. Недостаток – плохая защита от морозов. Это самый недорогой, но самый непрактичный вариант, который не подходит для зимнего времени года [1,8].

2. Стекланные теплицы. Подходят для выращивания земляники садовой намного лучше, чем каркасные по причине более высокой надежности. Из недостатков можно отметить трудоемкость строительства – необходимость подводить фундамент, малые габариты и хрупкость стекла [1,8].

3. Поликарбонатные. Являются наиболее соответствующими и дорогими для разведения земляники садовой. В них легко установить отопление и освещение, а так как они очень прочные, значит могут прослужить очень долго. Толщина поликарбоната должна быть не меньше 15 мм [1].

Для того, чтобы получать урожай не только летом, но и в другое время, в теплице необходимо установить: управляемое освещение и отопление, систему регулирования влажности и другие системы, с помощью которых можно получить оптимальный микроклимат для земляники садовой.

Температурный режим.

Сразу после посадки ягод температуру в теплице постепенно повышают с 10-ти до 22-х градусов, с началом цветения данный показатель увеличивают до 25-ти градусов. В ночное время вещества из листьев уходят к плодам. Если температуру увеличить, то плод будет активнее наливаться. Если температура в нижних пределах, то это способствует росту побегов и корней - для продолжительного плодоношения.

Для поддержания нужной температуры в теплице нужно учесть се-

зонные колебания температуры в той местности, где находится теплица. Если это южная часть России, то можно сосредоточиться на автоматическом понижении температуры, а если северная часть России, то необходимо позаботиться еще и о отоплении [2].

Существуют: инфракрасные обогреватели, водяное отопление, твердотопливными печами или котлами и т.д.

Для создания системы искусственного отопления конструкции под землей прокладывают инфракрасный кабель или трубы, по которым будет прогоняться теплый воздух, антифриз или другой теплоноситель. Для обогрева можно использовать различные котлы: дровяные, комбинированные, газовые, электрические и др.

Инфракрасные обогреватели являются одним из лучших вариантов для отопления.

У инфракрасных ламп есть своя особенность, позволяющая считать их достойным и экономичным вариантом обогрева: их тепло распространяется на растения и емкости с водой, так как выделяемые ими тепловые элементы воздействуют на жидкую среду. Стены теплицы, стеллажи, инвентарь, другие предметы тепло инфракрасного излучения не поглощают [2].

Отопление теплицы инфракрасными обогревателями имеет ряд достоинств:

1. Увеличение урожайности до 40% за счет полного поглощения выделяемого тепла непосредственно растениями.

2. С помощью регулирования можно создавать разные температурные зоны внутри одного помещения, что позволяет выращивать культуры с различной потребностью в тепле.

3. Обогреватели одновременно служат, как отопительные и осветительные приборы.

4. У них бесшумный режим работы, без выделения запахов и газов.

5. Направленное действие создает для растений максимально комфортные условия – они нагреваются, а пространство вокруг сохраняется прохладным [2].

Тепло, исходящее от инфракрасных обогревателей, достигает глубины почвы 60-70 см, что положительно сказывается на развитии корневой системы растений.

При использовании инфракрасных обогревателей не требуется создавать дополнительную теплоизоляцию. Наличие хорошей герметизации позволяет равномерно обогревать даже самые холодные участки. При верхнем обогреве лампы подвешиваются к потолку, при необходимости обеспечить нижний обогрев их устанавливают под полками или стеллажами на металлические, специально подготовленные возвышенности. [2]

Размещать лампы рекомендуется на расстоянии от растений не менее, чем на 1 м. По мере роста рассады светильники поднимают, чтобы со-

блюдалось необходимое расстояние.

Обогрев теплиц с помощью водяного отопления.

Один из доступных способов отопления, несложный в эксплуатации, с высоким КПД. Применяя водяное отопление, обогревают не только почву, но и воздух, который не пересушивается, условия в теплице становятся максимально комфортными для произрастающих культур. Такое отопление предусматривает хорошую систему вентиляции [2].

Водяное отопление теплицы обеспечивается разными видами топлива:

1. Бытовым мусором.
2. Дровами.
3. Углем.
4. Газом.
5. Торфом.
6. Прочим подходящим материалом.

Наиболее оптимальные трубы из листов оцинкованного железа – они быстро нагреваются, хорошо отдают тепло. Кроме того, система должна содержать котел, расширительный бак, циркуляционный насос, создающий в системе принудительное давление воды.

Котел необходимо изолировать от основной площади, защищая растения от проникновения в теплицу дыма, его высокой концентрацией растения могут отравиться. Но в таком случае КПД снижается, т.к. от котла тоже исходит тепло [2].

Наиболее эффективным является использование в качестве топлива природного газа.

Оно имеет ряд достоинств и недостатков.

1. Удобные и экономичные.
2. Обогревать можно постройки крупных габаритов.
3. Способные согреть и грунт, и воздух до необходимого уровня [5].

Недостатки:

1. Дороговизна.
2. Регулярные профилактические проверки.
3. Нужно соблюдать правила безопасности.

Отопление теплицы твердотопливными печами или котлами.

Отопление теплицы из поликарбоната зимой твердотопливными печами имеет некоторые особенности, которые нужно учитывать:

1. Для обеспечения более эффективной тяги дымоход устанавливают под небольшим углом по направлению к вытяжной дымовой трубе.

2. Достаточным и качественным такой обогрев будет при небольшой площади теплицы.

3. Отверстие для топки устанавливается со стороны входа, чтобы минимизировать попадание внутрь теплицы дыма, пепла.

4. У такого способа обогрева высокая трудоемкость, приходится ча-

сто подкладывать дрова, уголь, так как автоматизировать такой процесс невозможно.

Нужно учитывать для растений подходящий микроклимат. У каждой из перечисленных систем есть свои положительные и отрицательные стороны [2].

**Освещение.**

Продолжительность светового дня при выращивании земляники садовой должна равняться 10-12 часам.

Дополнительное освещение играет огромную роль при выращивании клубники во времена года с коротким световым днем. Наилучшим образом подходят натриевые лампы мощностью 400 Ватт, с помощью которых можно создать имитацию солнечного света. Одна лампа должна находиться на высоте одного метра над растением и освещать не более 1 квадратного метра площади. Включать эти лампы рекомендуется: в утренние часы с 8 до 11, в вечернее время с 17 до 20 часов [1].

**Автополив.**

Еще один важный параметр для теплиц - влажность почвы. В разные стадии роста и созревания этот параметр меняется. Самая большая потребность растений во влаге в рассадный период - до 90–95%, а также в фазу плодообразования и плодоношения. [2]

Автополив в теплице может быть устроен по-разному, но в итоге все варианты сводятся к дозирующему поливу.

Узлы система автополива состоят из: устройства для подсоединения к источнику водоснабжения, системы управления, трубопровода, оборудования для капельного полива, напорного оборудования, спринклера, накопительной емкости [3].

Система управления состоит из самого пульта, датчиков, отслеживающих погодные условия, кабеля в изолирующей трубе и электромагнитных клапанов, по одному для каждой зоны [4].

Полив включается с помощью реле по сигналу от датчика или по времени. Емкость для полива должна находиться на высоте и полив осуществляется "самотеком", открывая или закрывая электроклапан. Таким образом, можно сделать более автономную систему, т.к. для питания контроллера и клапанов хватит обычного аккумулятора и солнечной батареи. Такой принцип работы полива будет уместен в местах, где часто отключают электричество на длительное время [3].

**Температура почвы.**

Температуру почвы – так же важно регулировать, т.к. поддержание температуры почвы в определенных пределах поможет расширить возможности вашей теплице. Например, таким способом можно увеличить время использования теплицы от ранней весны до поздней осени, и вырастить некоторые экзотические растения. Регулировка температуры в автоматической теплице можно сделать с помощью нагревательных тенов или

электронагревательных кабелей, которые укладываются на дно грядок. Управление нагревом происходит через контроллер, который постоянно считывает данные с датчика температуры, который должен находиться в грунте. Т.е. датчик температуры должен быть влагозащищенный. При понижении температуры, контроллер подаст сигнал реле на включение питания для подогрева. Как только температура почвы достигнет заданных пределов, контроллер отключит питания от нагревателя. Чтобы нагревательный элемент не вышел из строя от частого включения и отключения, лучше использовать специальные диммеры, которые будут постепенно отдавать нагрузку на нагреватель [2].

Влажность – это важный показатель. После посадки для лучшего развития саженцев она не должна быть ниже 85%. Когда рассада приживется, ее постепенно снижают до 75%. Во время цветения и плодоношения влажность воздуха не должна превышать 70% [7].

Способы увлажнения воздуха в теплице.

Для увлажнения воздуха в теплице используют увлажнители и датчики влажности, это могут быть ультразвуковые увлажнители или распылители высокого давления. Для ультразвуковых увлажнителей надо использовать фильтры обратного осмоса, т.к. пьезоэлемент быстро придет в негодность от солей и других налетов. Но и форсунки распылителя высокого давления засоряются, поэтому нужен фильтр тонкой очистки.

Для ультразвукового увлажнения стоит учесть, что при ультразвуковом увлажнении температура пара почти 40 градусов, т.е. при увлажнении немного поднимется общая температура в теплице. Но ультразвуковые увлажнители - это экономный вариант, эффективней будет использование насоса высокого давления и специальных распыляющих форсунок.

В качестве блока управления можно использовать контроллер Arduino.

Для контроля за температурой и влажностью воздуха требуется датчик температуры (например, ДНТ22) и датчики влажности почвы. Интенсивность света также должна измеряться датчиком (для этого можно использовать высокоточный цифровой датчик интенсивности света GY-302 на базе чипа BH1750) [6].

Существуют программы, которые связывают между собой контроллер, реле, датчики. Аналогичную программу можно написать и самостоятельно.

Управление контроллером может быть выведено на облачный сервер.

Передача данных может производиться через GPRS модуль [6].

Таким образом, для наиболее эффективного выращивания земляники садовой современная теплица должна быть оснащена системами, которые мы рассмотрели и с возможностью удаленного контроля и управления.

## Список литературы

1. Технология выращивания клубники в теплице круглый год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ufermer.com/sad/clubnika-vyrashhivanie-v-teplitse.html>
2. Agrarian-blog.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrarian-blog.ru/otoplenie-teplitsyi-iz-polikarbonata-zimoy-pechkoj-burzhuikoj-i-drugimi-podruchnyimi-sredstvami/>
3. Автоматическая теплица с проветриванием и поливом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ego.ideashunter.ru/avtomatika-dlya-kvartiri/148-umnaya-teplitsa-na-dache.html>
4. Из чего состоит система автополива? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://автоматический-полив.su/из-чего-состоит-система>
5. Котлы для теплиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otoplenie.site/sistemy-otopleniya/kotly-dlya-teplits.html>
6. Умная теплица управления через телефон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://smartmodules.ru/smart-parnik>
7. Dacha-posadka.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dacha-posadka.ru/virashivanie/kakie-sorta-klubnikimozhno-vyrashivat-v-teplice-kruglyu-god.html>
8. Титчмарш, А. Умная теплица / А. Титчмарш // Петроглиф. – 2013. – С. 6-13.

УДК 631.374

### АНАЛИЗ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОТАЛИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

*Послед Ян Валерьевич, студент  
Хандрико Евгений Николаевич, студент  
Оскирко Александр Иванович, науч. рук., ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в данной статье проведен анализ работоспособности механизма подъема груза при повышении грузоподъемности путем увеличения кратности полиспаста.*

***Ключевые слова:** грузоподъемность, кратность полиспаста, крюковая подвеска, привод, блок, барабан, канат*

Современные сельскохозяйственные машины и трактора отличаются большими размерами и соответственно – массами. К сожалению парк грузоподъемного оборудования на ремонтных предприятиях и складах отстаёт в развитии по грузоподъемности. Поэтому актуальным является вопрос модернизации ныне существующего на таких предприятиях грузоподъем-

ного оборудования. А таким оборудованием чаще всего являются краны использующие стандартные электротали (кран-балки). Целью данной работы является анализ влияния изменения грузоподъёмности на прочность основных узлов механизма подъёма груза и основные параметры электротали.

Увеличение грузоподъёмность проще всего можно добиться за счет изменения кратности полиспаста. Например: таль с кратностью  $i_n = 2$  выполнить с  $i_{nМ} = 3$  (рисунок 1).

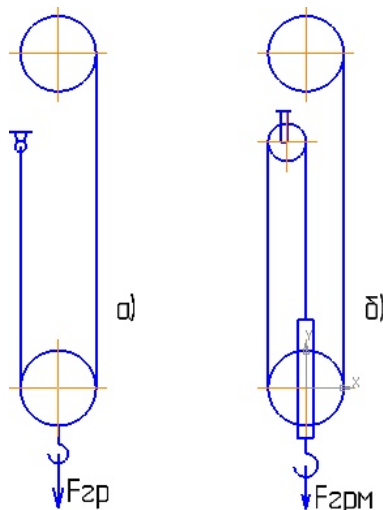


Рис. 1. Схемы полиспаста а) полиспаст  $i_n = 2$  ,  
б) модернизированный полиспаст  $i_{nМ} = 3$

Учитывая, что максимальное рабочее усилие натяжения ветви каната ( $F_{max}$ ), набегающей на барабан, не должно измениться, определим грузоподъёмность модернизируемой тали из выражения:

$$\frac{F_{гр}}{i_n \cdot \eta_{пол}} = \frac{F_{грМ}}{i_{nМ} \cdot \eta_{полМ}} \quad (1)$$

Т.к. КПД полиспаста изменится не существенно, т.е.  $\eta_{пол} = \eta_{полМ}$ , тогда:

$$F_{грМ} = \frac{F_{гр} \cdot i_{nМ} \cdot \eta_{пол}}{i_n \cdot \eta_{полМ}} = \frac{3F_{гр}}{2} = 1,5F_{гр}, Н;$$

При таком способе модернизации не изменится разрывное усилие в канате, т.е. канат и все размеры элементов механизма подъёма груза, связанных с  $d_k$  останутся прежними (диаметры блоков, барабана).

Из рисунка 1 видно, что изменится конструкция и параметры крюковой подвески, т.е. следует рассчитать крюковую подвеску с подбором стандартного крюка, определением размеров оси блока, траверсы, серьги.

Детали крюковой подвески подлежащей замене, можно использовать



в качестве неподвижного блока.

При модернизации тали не предусматривается изменение конструкции и размеров барабана, но кратность полиспаста влияет на высоту подъема груза. Рабочее число витков каната на барабане равно:

$$z_p = \frac{H \cdot i_n}{\pi \cdot D} = \frac{H_M \cdot i_{n_M}}{\pi \cdot D} \quad (2)$$

Следовательно: 
$$H_M = \frac{H \cdot i_n}{i_{n_M}} = \frac{2}{3} H = 0,67 H, \text{ м};$$

где  $H$  и  $H_M$  – высота подъема груза соответственно стандартной и модернизируемой тали, м;

$D$  – диаметр барабана, м.

Т.е. высота подъема груза в модернизируемой тали уменьшится и это потребует технических решений в случае отсутствия запаса каната на барабане.

Проверку стенки барабана и крепления каната к барабану проводить нет необходимости, т.к. максимальное рабочее усилие натяжения ветви каната ( $F_{max}$ ), набегающей на барабан остается без изменения.

Привод механизма подъема груза.

При изменении кратности полиспаста изменится скорость подъема груза:

$$g = \frac{\pi \cdot D \cdot n_6}{60 \cdot i_n}, \text{ м/с}; \quad (3)$$

$$g_M = \frac{\pi \cdot D \cdot n_6}{60 \cdot i_{n_M}}, \text{ м/с};$$

Отсюда

$$\frac{g_M}{g} = \frac{2 \cdot i_n}{3 \cdot i_{n_M}}, \text{ следовательно } g_M = 0,67 g, \text{ м/с};$$

где  $n_6$  – число оборотов барабана,  $\text{мин}^{-1}$ ;

При этом статическая мощность двигателя механизма подъема груза, определяемая из условия подъема номинального груза, остается прежней:

$$P_M = \frac{F_{грМ} \cdot g_M}{\eta_0} = \frac{1,5 F_{гр} \cdot 0,67 g}{\eta_0} = \frac{F_{гр} \cdot g}{\eta_0} = P_{СТ}, \text{ кВт}; \quad (4)$$

где  $\eta_0$  – общий КПД механизма подъема.

Из-за уменьшения скорости подъема груза произойдет уменьшение махового момента груза, приведенного к валу двигателя, что уменьшит общий маховый момент и незначительно уменьшит время пуска. Это все позволит уменьшить ускорение груза при пуске.

Следовательно, предлагаемая модернизация улучшает условия рабо-

ты двигателя и не повлияет на работу редуктора. Проанализировав работу тормоза механизма подъема груза модернизируемой тали, можно сделать вывод, что уменьшение махового момента вращающихся и поступательно движущихся масс при торможении, приведенных к валу тормозного шкива приведет к уменьшению времени торможения. Уменьшение скорости подъема груза, положительно отразится на замедлении при торможении. Следовательно, у модернизируемой тали условие работы тормоза будут лучше.

*Заключение.* Проведя анализ возможности модернизации электрической тали путем увеличения кратности полиспаста с целью увеличения грузоподъемности можно сделать выводы, что конструктивно это решается не сложно. Для этого принята новая крюковая подвеска с требуемой грузоподъемностью, а старую крюковую подвеску можно использовать в качестве неподвижного блока. Следует помнить, что при модернизации произойдет уменьшение скорости подъема и высоты подъема груза. Модернизация не отразится на работе барабана, редуктора, а условия работы двигателя и тормоза даже улучшаться из-за уменьшения скорости подъема груза. Крепление модернизируемой тали к монорельсу требует дополнительных прочностных расчетов для конкретных вариантов конструкций и их деталей. Также требуется соответствующий анализ работы других механизмов тали и крана (например механизма передвижения и др.).

#### **Список литературы**

1. Александров, М.П. Подъемно- транспортные машины / М.П. Александров. – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с.
2. Кузьмин, А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А.В. Кузьмин, Ф.Л. Марон. – Минск: Выш. школа, 1983. – 389 с.

**УДК 681.58:681.32**

### **ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Разумов Виталий Алексеевич, студент-бакалавр  
Зырянцев Андрей Дмитриевич, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* данная статья посвящена возможности применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сельском хозяйстве. Приведен обзор различных дронов отечественных и зарубежных производителей. Проанализировано возможное технологическое перспективное приме-

нение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве. Обозначены направления их применения.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, БПЛА, сельское хозяйство, дрон, квадрокоптер, конструкция, корректировка, оперирование

В современном мире высоких технологий наблюдается очень быстрое развитие компьютерных технологий, это развитие есть и в сельском хозяйстве. В настоящее время в сельском хозяйстве идёт активное внедрение инновационных технологий. Одно из прогрессивных и новейших решений является внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), по типу квадрокоптера, для осуществления важных задач, таких как:

1. Анализ почвы и полей. Дроны можно задействовать в самом начале цикла урожая. Они способны создавать точные трехмерные карты для начального анализа почвы, что важно при разработке планов посадки семян. Этот анализ позволяет получить данные для управления орошением и содержанием азота в почве.

2. Посадка. Некоторые стартапы создали на основе дронов системы посадки, снижающие стоимость посадки на 85%. Эти системы выстреливают капсулы с семенами и вспомогательными веществами в почву, обеспечивая растение всем необходимым для поддержания жизнедеятельности.

3. Опрыскивание урожая: Оборудования для измерения дистанции – ультразвуковая эхолокация и лазеры – позволяют дронам регулировать высоту полета в зависимости от топографических и географических условий, чтобы избегать столкновений. Таким образом, дроны могут сканировать рельеф и распылять необходимое количество жидкости, корректируя высоту полета и объем жидкости в реальном времени и обеспечивая равномерное покрытие всей площади.

4. Мониторинг урожая. Большая площадь полей и низкая эффективность средств контроля урожая представляют собой серьезнейшую проблему для фермеров. Это усугубляется все менее предсказуемыми погодными условиями, из-за чего повышаются риски и растет стоимость ухода за полями. До недавнего времени самой продвинутой формой мониторинга была спутниковая съемка. Но и у нее были свои недостатки. Снимки нужно было заказывать заранее, их можно было сделать всего раз в день, и они не предоставляли нужной точности. Кроме того, такие услуги стоили крайне дорого, а в определенные дни качество съемки оставляло желать лучшего. На сегодняшний день на анимации можно в деталях увидеть рост урожая и обнаружить недостатки в технологии, что способствует улучшению результатов.

5. Полив. Дроны, оснащенные специальными датчиками, могут определять, какие участки полей высыхают или нуждаются в обработке. Помимо этого, когда урожай растет, с помощью дронов можно рассчитать

вегетативный индекс, который определяет относительную плотность и качество урожая. Также дроны способны показывать количество энергии или тепла, испускаемое растениями.

б. Оценка состояния урожая. Очень важно оценивать здоровье урожая и вовремя выявлять появление вредных бактерий или грибов на деревьях. Дроны можно оснащать приборами, которые определяют, какое количество зеленого и около-инфракрасного излучения отражают разные растения. На основе этих сведений отображаются все изменения, происходящие с растением и состояние его здоровья. Иногда оперативная реакция позволяет спасти весь урожай. Кроме того, после выявления заболевания фермеры могут более точно применять лечение и следить за его ходом. Эти две функции увеличивают вероятность выздоровления растений. А если растения все-таки погибли, у фермеров будет возможность более эффективно оценить потери для получения страховых выплат.

По данным маркетинговых исследований ведущих компаний беспилотных авиационных и космических систем, над территорией Российской Федерации к 2035 году постоянно (в режиме «24/7/365») могут находиться в воздухе не менее 100000 беспилотных летательных аппаратов для удовлетворения различных потребностей экономики, в том числе сельскохозяйственного производства.

Благодаря множеству производителей на мировом рынке, можно подобрать БЛА с необходимыми характеристиками. По данным специалистов Greenbiz, наиболее яркими примерами использования БПЛА в сельском хозяйстве являются следующие компании: AeroHarvest (США), AgWorx (США), Digital Harvest (США), Leading Edge Technologies (США), Trimble Navigation (США), Wilbur-Ellis (США), PrecisionHawk (США), Lancaster UAV (США), SenseFly (Швейцария), DJI (Китай).

В России основными отечественными компаниями, занимающимися разработкой беспилотных авиационных систем для сельского хозяйства, являются: ООО Научно-производственное предприятие «Автономные аэрокосмические системы – ГеоСервис»; Группа компаний «Геоскан»; Группа компаний ZALA AERO.

Сравнительная характеристика беспилотных летательных аппаратов различных производителей показана в таблице 1.

Подводя итоги, можно смело утверждать, что за последние 5-6 лет по развитию этой отрасли машиностроения сделано во много раз больше, чем за все предыдущие годы. Это позволяет считать эту отрасль бурно развивающейся с большими перспективами по разнообразию конструкторских решений. Особенно выделяется создание большой гаммы беспилотных летательных аппаратов портативных размером менее 1 м<sup>2</sup>.

Таблица 1 – Характеристики квадрокоптеров

Название модели	Страна производства	Время полета, мин	Связь по радиоканалу, км	Качество и разрешение съемки	Скорость полета, м/с	Размеры в транспортном положении, мм	Цена, тыс.руб.
Precision Hawk Lancaster	США	40	2	FULL HD (2160)	22	1400*1500*480	980
Ebee	Швейцария	40	3	FULLHD (1080)	16	450*550*250	435
DJI Mavic Pro	КНР	27	5	FULL HD (2160)	18	83*83*198	93
Геоскан 401 Видео	Россия	60	15	FULLHD (1080)	13	200*710*190	1400

Внедрение инновационной техники и сопутствующих информационных ресурсов способствует росту показателей эффективности производства, производительности труда, рентабельности. Внедряемые дроны осуществляют контроль технических процессов и непосредственно участвуют в сельскохозяйственных работах.

#### Список литературы

1. Петров, А.М.. Применение дронов в сельском хозяйстве / А.М. Петров, В.Н. Агапов // Современная техника и технологии. – 2014. – №1.
2. Хорт, Д.О. Опыт и перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в точном земледелии / Д.О. Хорт, Г.И. Личман, Р.А. Филиппов, А.И. Беленков // Нивы России. – №5(138). – 2016.
3. Литвинова, Н.Ю. Перспективы развития личных подсобных хозяйств в Вологодской области / Н.Ю. Литвинова, В.И. Литвинов // Наука – агропромышленному комплексу. – 2009. – С.143-147.
4. Киприянов, Ф.А. К вопросу о технологическом развитии сельскохозяйственного производства / Ф.А. Киприянов, В.В. Власов, В.И. Литвинов, С.В. Власов // Состояние и перспективы развития научного обеспечения сельскохозяйственного производства на Севере. – Сыктывкар, 2007. – С. 190-196.
5. Тяпугин, Е.А. Сельское хозяйство вологодской области / Е.А. Тяпугин, И.В. Литвинов, В.И. Литвинов // Перспективы развития айрширской породы крупного рогатого скота в России. Сборник научных трудов. – Вологда-Молочное, 2008. – С. 57-61.
6. Иванов, С.А. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / С.А.Иванов, Бондарева Ю. А. // Беспилотники России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russiandrone.ru/publications/analiz-primeneniya-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-v-selskom-khozyaystve/>.

УДК 678:55

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПЛАСТМАССЫ С ЦЕЛЬЮ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ

*Романов Александр Сергеевич, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*


**Аннотация:** исследованы отходы современных упаковочных материалов из пластмассы, представляющих собой использованную упаковку для пищевых продуктов, с целью их дальнейшей утилизации. Проведен анализ типов пластмасс, попадающих в бытовые отходы, и даны рекомендации по их переработке.

**Ключевые слова:** отходы, пластмасса, упаковка, утилизация, переработка

Потребительский спрос на упакованную продукцию в настоящее время создал проблему уничтожения огромного количества использованного упаковочного материала. Современные технологии производства различных типов упаковочных материалов в первую очередь направлены на их применение в пищевой промышленности.

В основном упаковка, применяемая для пищевых продуктов, представляет собой пластмассу различных типов (табл. 1) или материалы, комбинированные с пластмассой.

Таблица 1 – Свойства и обозначение пластмасс, широко используемых для изготовления упаковки для пищевых продуктов

Тип пластмассы	Обозначение	Химическая формула	Молекулярная масса · 10 <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Поливинилхлорид	PVC	$[-CH_2-CHCl-]_n$	10-150	1,35-1,43
Полипропилен	PP	$[-CH(CH_3)-CH_2-]_n$	300-700	0,90-0,92
Полистирол	PS	$[-CH_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}}-]_n$ 	250-350	1,04-1,05
Полиэтилен: высокого давления (низкой плотности) низкого давления (высокой плотности)	PE	$[-CH_2-CH_2-]_n$	50-800	0,91-0,93
			50-3000	0,92-0,97
Полиэтилентерефталат	PET	$[-(-OC)_6H_4(CO)OCH_2CH_2-]_n$	20-40	1,38-1,40

Выбор именно пластмассовых материалов для упаковки пищевых

продуктов очевиден: использование пластмассы позволяет увеличить срок хранения продукции, обеспечить неизменность ее вкусовых качеств. Пластмассовая упаковка влаго-, жиро- и газонепроницаема, не пропускает запахи, устойчива к низким и повышенным температурам, к температурным колебаниям, обладает химической инертностью и стабильностью.

Использование вместо глазирования в холодильном консервировании упаковок из пластических масс, предохраняет рыбную и другую продукцию от усушки и окисления жира, повышает ее срок хранения.

За последнее время выросла потребность использования одноразовой посуды, которая, так же как и упаковочный материал, находит свое место на городских свалках. Хотя и имеются технологии прямой переработки пластиковой посуды в новую пластиковую посуду («Ресайклинг»), но данные технологии в России пока не применяются. Утилизация пластиковых отходов, в основном «пищевого» назначения, представляет собой важную задачу.

Нами, по данным выпуска упаковочной продукции, попадающей на отечественный рынок и, следовательно, после ее использования попадающей в отходы, показан рост бытовых пластмассовых отходов за последние два десятилетия (рисунок 1). Если до 1993 г. наблюдался рост пластмассовых отходов, преимущественно относящийся к типам пластмасс, не используемых в качестве упаковочного материала для пищевых продуктов, то к 1994 г. стал преобладать рост отходов пластмасс, относящихся к «пищевой» пластмассе. На сегодняшний день рост отходов упаковочной пластмассы для пищевых продуктов достиг своего максимума, так как упаковывается все: хлеб, овощи, рыба, мясо, молочные продукты и пр.

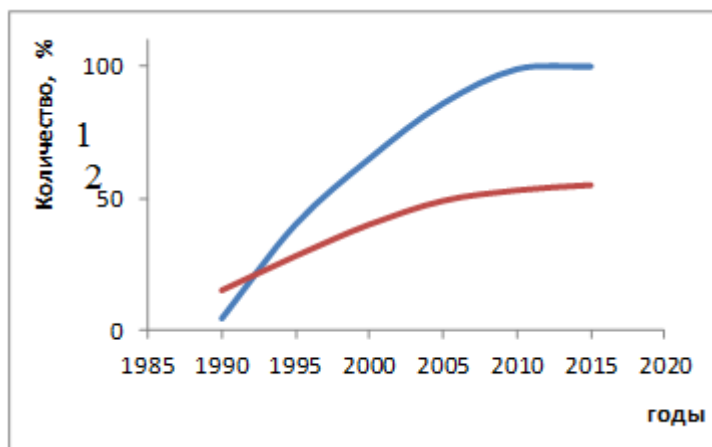


Рис. 1. Рост количества бытовых отходов за последние десятилетия: 1 - пластмасса, используемая в качестве упаковки для пищевых продуктов и посуды, одноразового применения («пищевая» пластмасса); 2 - пластмасса общего бытового назначения.

Применение упаковочных пластмассовых материалов обеспечивает сохранность товара, увеличивает потребительский спрос из-за привлекательности упаковки, имеет более низкую стоимость по сравнению с традиционными материалами. Прозрачность пластика придает привлекатель-

ность продаваемой продукции и выполняет функции рекламы продуктов, видимых через пленку покупателю. Товар, благодаря применению пластиковой упаковки, надежно защищен от внешних воздействий. Пластик может задерживать ультрафиолетовые лучи. Товары, обжимаемые пленкой, не колотятся, не бьются, не повреждаются при транспортировке, могут обладать очень высокой скользящей способностью, что представляется удобным при погрузке. Пластики способны выдерживать широкий диапазон температур: могут нагреваться и охлаждаться вместе с упакованными в них продуктами.

Напомним, что пластмасса не подлежит сжиганию из-за выделения токсичных веществ, а захоронение в земле требует больших по площади полигонов, причем разложение пластмассы в земле происходит десятилетиями. Предложение экологов хоронить отходы в выработанных шахтах еще не нашло своего отклика. Тонны использованного упаковочного пластикового материала отправляются ежедневно на свалки. Решением экологической проблемы уничтожения отходов является только их переработка.

В табл. 2 нами представлены сведения о видах наиболее распространенных пластиковых упаковок, используемых для пищевых продуктов. Показано, из каких материалов упаковка изготовлена, и дана исследовательская информация по сбору, очистке и возможности ее утилизации.

Из всех видов использованной пищевой пластмассовой упаковки наиболее перерабатываемыми являются полиэтилентерефталатные бутылки (РЕТ-бутылки) из-под напитков. Такие бутылки легко собирать, очищать, дробить и перерабатывать в гранулы, из которых повторно можно производить новые изделия. За последние два года утилизация полиэтилентерефталатных бутылок из-под соков, пива и других напитков в нашей стране налажена. Однако РЕТ-бутылки из-под растительного масла очистить весьма затруднительно. Их переработка в настоящее время не производится.

На втором месте по переработке пищевой упаковки стоял бы полиэтилен (РЕ), если бы собранные отходы из полиэтилена (бутылки из-под майонеза, коробки, мешки, пакеты, пленки, крышки) можно было бы легко очищать. Технологии переработки отходов полиэтилена известны и применяются давно, однако применить их для использованной полиэтиленовой «пищевой» пластмассы, загрязненной остатками пищи, жиром, маслом, пока проблематично.






Так же из-за сложности сбора и очистки пока не подлежат переработке полипропиленовые (РР) и полистирольные (РЭ) упаковочные материалы (баночки из-под йогуртов, обертки из-под мороженого, конфет, коробочки из-под лапши и т.д.).

Что касается упаковочных пакетов «Тетра Пак», то сбор и очистка таких пакетов из-под соков и напитков возможна без особых затруднений, но технологии переработки в новые изделия данного материала, состоящего



из слоев пластика, картона (бумаги), алюминиевой фольги, пока не отработаны. Нами проведена переработка данной упаковки и сделаны выводы, что утилизация даже очень загрязненных пакетов возможна.

Таблица 2 – Виды наиболее распространенной пластиковой упаковки и возможность ее утилизации

Вид упаковки	Материал	Сбор и очистка упаковки	Утилизация
	РЕТ	Сбор и очистка не представляют трудностей, за исключением бутылок из-под масла.	Производится переработка в сырье (дробление) для производства новых изделий и в строительные материалы.
	PS или PP	Сбор и очистку возможно осуществить.	Переработка осуществима.
	PE, PP	Сбор возможен, очистка пока невозможна.	Переработка не производится.
	Tetra Pak: PE, РЕТ, бумага, Al	Сбор возможен, очистка возможна только для упаковки из-под соков и других напитков.	Переработка возможна, даже загрязненной упаковки.
	PE, PP, бумага, Al	Очистка не возможна.	Переработка не производится.

Наиболее распространены контейнеры и пленки из поливинилхлорида (PVC). Распространение поливинилхлоридных пленок на рынке нашей страны обеспечивается их низкой стоимостью, несмотря на ряд имеющихся у поливинилхлорида недостатков, например выделение вредных соеди-

нений при его нагреве.

Для замороженных готовых блюд упаковочными материалами могут быть полиэтиленовая, полипропиленовая пленка, картон или бумага, покрытая пластиком, алюминиевая фольга в сочетании с бумагой и пластиком и т.д. (Для упаковки используют также лакированный целлофан, картонные коробочки и формочки из алюминиевой фольги.) Широкое распространение получила, особенно в последнее десятилетие, вакуумная упаковка в полиэтиленовую пленку, которая позволяет сохранять продукцию достаточно долго даже при комнатной температуре, не позволяя ей засыхать. При использовании такой упаковки из-под продуктов (рыбы, мяса, сыра и пр.) на поверхности материала упаковки всегда имеется микрофлора, репродуцирующая развитие болезнетворных микроорганизмов. Несмотря на то, что слою пластика, контактирующему с продуктом, придают антибактериальные, антидрожжевые и антигрибковые свойства, это не исключает экологическую безопасность упаковочного материала, выброшенного в виде мусора. Технологий по утилизации данного упаковочного материала нет. Не утилизированный, не собранный такой пластиковый мусор представляет собой биологическую угрозу и влияет на экологию в целом.

Необходимо срочно разрабатывать новые технологии утилизации бытовых отходов для всех видов пищевой пластмассовой упаковки.

### Список литературы

1. Литвинов, В.И. Инженерная экология: Учебное пособие / В.И. Литвинов. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 120 с.
2. Иванова, О. А. Утилизация и переработка пластиковых отходов / О.А. Иванова, Е.О. Реховская // Молодой ученый. – 2015. – №21. – С. 54-56.
3. Соснина, Г.И. Переработка пластиковых отходов / Г.И. Соснина // Успехи современного естествознания. – 2012. – №6. – С. 190-191.

УДК 621.867

## ЛЕНТОЧНЫЙ КОНВЕЙЕР С УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ БУКСОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛЕНТЫ

*Романюк Вадим Николаевич, студент*

*Жарков Кирилл Николаевич, студент*

*Романюк Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент*

*Агейчик Валерий Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация: в статье рассматриваются вопросы, связанные с использованием ленточного конвейера для уборки клюквы крупноплодной промышленным водным способом. Проведенный патентный поиск позво-*

*лил выявить существующие недостатки ленточных конвейеров. Предложена оригинальная конструкция ленточного конвейера, использование которого позволит повысить его эксплуатационные показатели на основе предотвращения буксования транспортной ленты, а также снизить металлоёмкость.*

**Ключевые слова:** ленточный конвейер, лента, буксование, металлоёмкость, эксплуатационные показатели, клюква крупноплодная, уборка, водный способ, оригинальная конструкция, патентный поиск

Клюква крупноплодная – это результат работы селекционеров, улучшивших качества дикорастущего кустарника клюквы. Ягода имеет богатый химический состав. Отличный источник витаминов, является тонизирующим антиоксидантным средством, обладает противовоспалительными антисептическими свойствами, помогает при лечении простуды, ангины, ревматизма, болезней сердца.

В настоящее время для уборки клюквы крупноплодной созданы клюквоуборочные комбайны, что позволило механизировать одну из самых трудоемких операций по сбору ягод. Существует два типа комбайнов: для сухого и для водного способов уборки.

Водный способ заключается в том, что чеки (участки, окруженные каналом и дамбой), на которых выращивается клюква, затапливают водой так, чтобы она полностью покрыла растения клюквы. Ягода клюквы полая внутри, легкая, на длинных плодоножках, при затоплении всплывает вверх над побегами. Комбайн работает на затопленной плантации и специальным битером сбивает ягоды в воду. После этого с помощью бонов ягоду сплавляют в угол чека и закрепляют концы бонов на берегу. Из воды ягоды выгребаются при помощи ленточных конвейеров и подаются в транспортное средство. Далее собранные ягоды поступают на сушку, сортировку и переработку.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью совершенствования конструкции конвейеров для уборки клюквы крупноплодной.

Новизной исследований является постановка нового подхода к данной проблеме.

В связи со сказанным целью исследований является повышение эксплуатационных показателей ленточных конвейеров для уборки клюквы промышленным водным способом на основе предотвращения буксования транспортной ленты, а также снижение металлоёмкости ленточного конвейера.

Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать конструкции ленточных конвейеров.

2. Разработать конструкцию ленточного конвейера, способного повысить его эксплуатационные показатели для уборки клюквы промышленным водным способом на основе предотвращения буксования транспортной ленты, а также снизить металлоёмкость.

Реализация поставленных задач исследований осуществлена следующим образом.

Проведенный литературный и патентный поиски показывают, что известно устройство для предотвращения буксования транспортной ленты ленточного конвейера, принцип действия которого основан на натяжении транспортной ленты с целью увеличения силы трения между лентой и приводным барабаном [1].

Известен ленточный конвейер с применением данного типа устройства, состоящий из рамы конвейера, мотор-редуктора, транспортной ленты, барабана приводного натяжительного, барабана не приводного, роликоопор желобчатых верхних несущих, роликоопор плоских нижних возвратных, роликов дефлекторных [2].

Недостатком данного устройства является высокая вероятность буксования при повышенной влажности в зоне контакта в случае перемещения влажных материалов или же при атмосферных осадках.

Известно устройство для предотвращения буксования транспортной ленты ленточного конвейера [3], принцип действия которого основан на использовании вакуумных каналов барабана, обечайки с отверстиями, штуцера для соединения камеры с отсасывающим трубопроводом вакуумнасоса, камеры коллектора для отсоса воздуха.

Недостатком данного устройства является сложность его использования при уборке плантаций клюквы крупноплодной промышленным водным способом на удалении от стационарных источников энергии.

Известен ленточный конвейер [4], содержащий транспортную ленту, устройство для предотвращения буксования транспортной ленты, включающее приводной барабан с осью, в которой выполнен основной вакуумный канал, соединенный посредством осевой вакуумной камеры и радиальных вакуумных каналов с зоной контакта поверхности приводного барабана и транспортной ленты через контактные вакуумные камеры, выполненные в виде продольных каналов и расположенные через равные промежутки по всей поверхности окружности приводного барабана на ширину не более ширины транспортной ленты, при этом радиальные вакуумные каналы сгруппированы по несколько штук равномерно по ширине приводного барабана и соединены с соответствующими контактными вакуумными камерами; и вакуумный трубопровод, выполненный с возможностью соединения основного вакуумного канала с эжектором системы выпуска отработавших газов двигателя внутреннего сгорания, в которой для перекрытия прямого пути отработавших газов установлена заслонка.

Недостатком данного устройства является его низкая эксплуатаци-

онная и технологическая надёжность, так как приводной барабан вращается на оси и прижимается к ней силами собственного веса и натяжения транспортной ленты. В результате износа поверхностей трения между осью и барабаном образуется зазор, который сообщает основной вакуумный канал непосредственно с атмосферой и делает использование вакуума для прижатия транспортёрной ленты поверхности приводного барабана неэффективным. Приводной барабан выполнен сплошным с отверстиями, что значительно увеличивает металлоёмкость ленточного конвейера.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана оригинальная конструкция ленточного конвейера с устройством для предотвращения буксования транспортной ленты [5] (рисунок 1: а – ленточный конвейер с устройством для предотвращения буксования транспортной ленты и схемой соединения приводного барабана транспортной ленты с эжекторной системой выпуска; б – узел I с закрытым клапанным узлом; в – узел I с открытым клапанным узлом; г – узел II; д – разрез А-А).

Ленточный конвейер с устройством для предотвращения буксования транспортной ленты включает раму 1, транспортную ленту 2, приводной барабан 3 жёстко закреплённый на установленном на раме в подшипниковых узлах с возможностью вращения на приводном вале 4, в котором выполнен основной вакуумный канал 5 с радиальными отверстиями 6, соединяющими его с изолированной герметично со стороны торцов в виде дисков внутренней полостью приводного барабана 3.

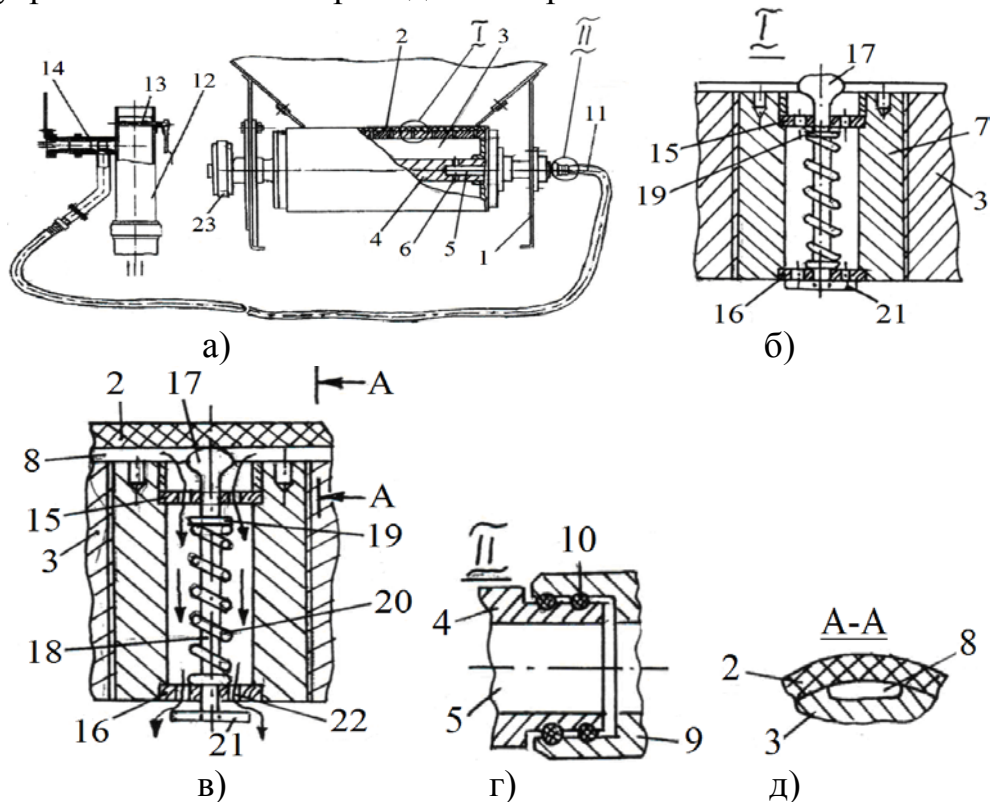


Рис. 1. Ленточный конвейер с устройством для предотвращения буксования транспортной ленты

Обод приводного барабана 3 выполнен в виде полого цилиндра с радиальными отверстиями, в которых, например, с помощью резьбы, установлены в зоне возможного контакта поверхности приводного барабана 3 и транспортной ленты 2 корпуса 7 клапанных узлов, наружная часть которых расположена в контактных вакуумных камерах 8.

Контактные вакуумные камеры 8 выполнены в виде продольных каналов по поверхности обода приводного барабана 3 параллельно оси симметрии последнего на ширину, не более ширины транспортной ленты 2, через равные промежутки по всей окружности.

Корпуса 7 клапанных узлов расположены вдоль контактных вакуумных камер 8 равномерно. Основной вакуумный канал 5 соединен посредством подвижной муфты 9 с износостойкими уплотнительными манжетными кольцами 10 с вакуумным трубопроводом 11 с системой выпуска отработавших газов 12 двигателя внутреннего сгорания энергосредства, в которой прямой путь выхлопных газов перекрыт заслонкой 13, а их выход обеспечен через эжектор 14, подсос в котором осуществляется из вакуумного трубопровода 11.

Клапанный узел содержит полый корпус 7 с осевым отверстием, в котором закреплены, например, с помощью посадок с натягом дальняя 15 и ближняя 16 к оси симметрии приводного барабана 3 шайбы, оси симметрии которых совпадают с осью симметрии корпуса 7 клапанного узла. В шайбах 15 и 16 выполнены осевые отверстия, оси симметрии которых совпадают с осью симметрии шайб 15 и 16, а также корпуса 7, и расположенные равномерно на одинаковом расстоянии от оси симметрии корпуса 7 клапанного узла перепускные отверстия 22. В осевых отверстиях дальней 15 и ближней 16 шайб установлен с возможностью перемещения стержень 18 золотника, соединённый жестко с которым головка 17 золотника расположена на большем расстоянии к оси симметрии приводного барабана 3, чем дальняя 15 шайба и выступает в зоне свободной от контакта с транспортной лентой 2 над цилиндрической поверхностью обода 3 приводного барабана 3.

На меньшем расстоянии к оси симметрии приводного барабана 3, чем дальняя шайба 15 с зазором относительно её на стержне 18 золотника закреплено упорное кольцо 19. На стержне 18 золотника вокруг него установлена винтовая цилиндрическая пружина сжатия 20, ось симметрии которой совпадает с осью симметрии стержня 18 золотника, причём ближайший к головке 17 золотника торец пружины сжатия 20 упирается в упорное кольцо 19, а её противоположный торец в ближайшую к головке 17 золотника плоскостную поверхность ближней шайбы 16. На противоположном головке 17 торце стержня 18 золотника симметрично его оси симметрии на меньшем расстоянии к оси симметрии приводного барабана, чем у ближней шайбы 16 закреплена клапанная торцевая шайба 21, обращённая к головке 17 золотника, поверхность которой в зоне свободной от кон-

такта с транспортной лентой 2 плотно под воздействием силы упругости пружины 20 сопряжена с ближайшей к оси симметрии приводного барабана 3 плоской поверхностью ближней шайбы 16, причём перепускные отверстия 22 ближней шайбы оказываются полностью перекрыты клапанной торцевой шайбой 21. В клапанных узлах, находящихся в контакте с транспортной лентой 2, головки 17 золотников смещены к оси симметрии приводного барабана, пружины 20 под воздействием упорных колец 19 сжаты, стержни 18 золотника с клапанной торцевой шайбой 21 перемещены к оси симметрии приводного барабана 3, перепускные отверстия 22 открыты.

Привод приводного барабана 3 осуществляется с помощью ременной передачи 23.

Ленточный конвейер с устройством для предотвращения буксования транспортной ленты работает следующим образом.

Выхлопные газы двигателя внутреннего сгорания, двигаясь по системе выпуска отработавших газов 12, вследствие нахождения заслонки 13 в закрытом положении проходят через эжектор 14, в котором создается разрежение в камере, соединенной с вакуумным трубопроводом 11. Вследствие создания разрежения в последнем, оно передается через муфту 9, основной вакуумный канал 5 и его радиальные отверстия 6, к корпусам 7 клапанных узлов. Под воздействием транспортной ленты 2 на головки 17 золотников, пружины 20 под воздействием упорных колец 19 сжимаются, стержни 18 золотника с клапанной торцевой шайбой 21 перемещаются к оси приводного барабана 3, открывая перепускные отверстия 22, около половины клапанных узлов оказываются открытыми, разрежение проникает внутрь клапанных узлов и контактных вакуумных камер 8.

Вследствие перепада давления над и под транспортной лентой 2 в зоне ее контакта с приводным барабаном 3 создается дополнительное усилие прижатия, которое способствует увеличению силы трения, что, как следствие, препятствует буксованию транспортной ленты 2 в процессе ее перемещения приводным барабаном 3, усилие на который передается от приводного вала 4, закрепленного на раме 1 от ременной передачи 23. Клапанные узлы, на головки которых транспортная лента 2 не оказывает воздействие, оказываются полностью закрытыми под воздействием усилия пружины 20, герметизируя внутреннюю полость приводного барабана 3.

Предложенная оригинальная конструкция ленточного конвейера с устройством для предотвращения буксования транспортной ленты, позволит повысить его эксплуатационные показатели на основе предотвращения буксования ленты, а также снизить металлоёмкость.

### Список литературы

1. Шахмейстер, Л.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев. – 2-е изд.: перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – С.191.

2. Конвейер стационарный ленточный роликовый желобчатый ЛК-500. Эксплуатационная документация. – Тула: Энергия, 2007. – 26 с.
3. Конвейеры: Справочник / Р.А. Волков и др.; под общ. ред. Ю.А. Пертена. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – С.91.
4. Патент ВУ 14896 С1, МПК В 65G 15/00, 2011.
5. Ленточный конвейер : патент 19598 С2 Респ. Беларусь, МПК В 65G 15/00В / И.Н. Шило (ВУ), Н.Н. Романюк (ВУ), В.А. Агейчик (ВУ), И.В. Кириленков (ВУ), Н.П. Ким (KZ) ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а 20121310; заявл. 18.09.2012; опубл. 30.10.2015 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2015. – № 5. – С.56.

## УДК 637.116

### ТЕХНОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ПРОМЫВКИ СОВРЕМЕННОГО ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Руденко Алексей Дмитриевич, студент*  
*Кольга Дмитрий Федорович, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*Костюкевич Светлана Антоновна, науч. рук., к.с-х.н., доцент*  
*Захаров Владимир Викторович, науч. рук., ст. преп.*  
*УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Доильно-молочное оборудование является основным источником бактериального загрязнения молока. Поэтому качество получаемого молока и содержание в нем микроорганизмов находится в прямой зависимости от санитарного состояния оборудования для доения коров.

Бактериальная обсемененность – это количество микроорганизмов в 1  $см^3$  молока. Согласно требованиям государственного стандарта Республики Беларусь СТБ 1598-2006 «Молоко коровье», при закупках, бактериальная обсемененность составляет:

- экстра – 100 тыс./  $см^3$
- высший – до 300 тыс./  $см^3$
- первый – до 500 тыс./  $см^3$

То есть максимум микробных клеток в молоке – 500 тыс./  $см^3$ , если будет больше, молоко на переработку не допускается.

Сортность молока в Беларуси на сегодняшний день распределена следующим образом: 38,3% – «экстра», 48,9% – высший сорт, 11,8% – первый, 1% – второй сорт.

Бактериальная обсемененность молока может увеличиваться на 19% при его охлаждении и на 45% – при доении и транспортировании [1]

Наиболее распространенными источниками бактериальной обсемененности молока в доильной установке, при несоблюдении технологии промывки оборудования приведены в таблице 1.



Таблица 1 – Источники бактериальной обсемененности молока

Наименование	Количество бактерий от общего числа, %
Неисправность оборудования	42
Низкая температура воды	18
Плохое качество воды	15
Неправильная дозировка моющего средства	13
Неудовлетворительная гигиена	7
Прочие причины	5

При образовании загрязнений на поверхности молочного оборудования в период доения коров особенно важную роль играют микроструктурные изменения молока, возникающие в результате воздействия на него разных механических и физических факторов.

Совместное движение молока и разряженного воздушного потока в молокопроводе при доении приводит к образованию воздушно-молочной эмульсии и обуславливает возникновение сильно развитой поверхности разделения фаз: плазма-жировые шарики и плазма-воздух, что, в свою очередь, вызывает перераспределение концентрации белково-липидной оболочки в пограничных слоях контактирующих фаз. При столкновении частиц часть поверхностно-активной оболочки в результате механических факторов и перепада вакуума разрушается и переходит с жировых шариков на поверхность воздушного пузырька.

При этом жировые шарики, освобождаются от части защитного слоя, становятся гидрофобными и притягиваются поверхностью оборудования и охлажденными стенками молокопровода за счет межмолекулярного притяжения, обусловленного силами Ван-дер-Ваальса. Так происходит возникновение центров адгезии и кристаллизации на поверхности оборудования, приводящее к последующему росту липидопротеиновых и гелеобразных отложений. Соли кальция, входящие в состав молока и промывочных жидкостей, создают армирующий скелет высокой прочности, и закрепляют загрязнения на поверхности оборудования, образуя твердые отложения в виде «молочного камня» [2].

Технологический процесс промывки молокопровода в основном определяется совокупностью следующих показателей:

- скорость движения жидкости;
- концентрация моющее-дезинфицирующих средств;
- состав моющее-дезинфицирующих средств;
- температура раствора;
- количество воды;
- продолжительность цикла промывки.

Санитарно-техническая обработка молочных путей автоматизированных доильных установок как отечественного, так и зарубежного производства производится через доильные аппараты, доильные стаканы, кото-

рых, установлены на промывочных площадках в четыре этапа: предварительная промывка, основная промывка щелочным раствором, санитарная обработка кислотным раствором и ополаскивание, процессами которых управляет блок управления автомата промывки.

Первая стадия - ополаскивание водой внутренних поверхностей оборудования (молочных трубопроводов, доильных аппаратов.) после окончания дойки длится до 5-7 минут. Для ополаскивания используется вода, подогретая до температуры 30-35°C. При более высокой температуре промывочной воды (65°C) альбумины и некоторые соли молока выпадают в осадок и прочно прилипают к поверхности. Более низкая температура промывочной воды содействует переходу жира в твердое состояние, увеличению вязкости молока и затруднению смыва его остатков.

Вторая основная стадия – циркуляционная промывка молочных путей горячими моющими хлорсодержащими растворами длится свыше 8 минут с целью удаления белковых и жировых загрязнений. Горячая вода температурой до 80°C быстрее смывает остатки химических веществ, убивает большинство бактерий, не образующих спор.

Третья стадия - промывка дезинфицирующими растворами с целью уничтожения микробов, находящихся в молочном камне и его порах. Их высокая химическая активность способствует ускоренному связыванию различных загрязнений и органических веществ. Кроме того, они энергично соединяют соли молока, очищая оборудование от молочного камня. Реагируя с неорганическими и органическими нерастворимыми солями молочного камня (или пригара), они действуют на соли, удаляемые водой. Аналогичным образом кислоты действуют и на соли жесткости воды, также переводя их в растворимое состояние. Однако после промывки часть раствора может остаться на поверхности оборудования.

Для полного удаления моющего и дезинфицирующего раствора предназначена четвертая стадия – ополаскивание теплой водой температурой +25°C.

Широкую популярность сейчас получили комплексные моюще-дезинфицирующие средства : порошки типа А, Б и В, кальцинированная сода, гипохлорит натрия, дезмол, сульфохлоратин, ДПМ-2 и др. [3].

Моюще-дезинфицирующие средства имеют ряд преимуществ по сравнению с предыдущими. Они обладают высокими моющими и дезинфицирующими свойствами, а в присутствии органических веществ и солей жесткости воды не разрушают материал, из которого изготовлено доильное оборудование, не оказывают вредного воздействия на кожу.

При режиме промывки в молокопроводе доильной установки для усиления моющего эффекта сейчас используется так называемый «пробковый» режим движения газожидкостной смеси, создаваемый воздушным инжектором, который с определенной периодичностью подает некоторый постоянный объем воздуха (пробку), которая способствует увеличению

скорости движения моющего раствора  $V_m \approx 5 \text{ м/с}$ , что переводит ламинарный режим в турбулентный. Циркуляционная промывка молокопроводов должна продолжаться 15–30 минут в зависимости от времени года для качественного удаления всех белковых и жировых отложений [4].

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что в первую очередь главную роль в факторе влияющем на качество молока при машинном доении является:

- состояние и настройка работы системы промывки доильного оборудования;

- исполнение оператором машинного доения всех операций по подготовке вымени животного к доению.

- использование новых технических решений в области сохранения качества продукции животноводства.

### Список литературы

1. Карпеня, М.М. Содержание соматических клеток и бактериальная обсемененность молока коров при различных условиях его получения и первичной обработки / М.М.Карпеня и др. // Ученые записки УО ВГАВМ. – 2017. – Т.53, вып. 1. – С. 216-219.
2. Дегтярев, Г.П. Образование загрязнений на молочном оборудовании средства для их удаления / Г.П. Дегтярев // Техника и оборудование для села. – 2009. – №5. – С.14-16.
3. Матвеев, В.Ю. Анализ основных требований к режимам промывки молокопроводов доильных установок / В.Ю. Матвеев // Вестник ГБОУ ВО НГИЭУ. – 2013. – №7. – С. 63-68.
4. Кирсанов, В.В. Теоретическое обоснование интенсификации режимов промывки молокопроводов доильных установок / В.В. Кирсанов, В.Ю. Матвеев // Вестник ВНИИМЖ. – 2011. – №2. – С. 62-69.
5. Костюкевич, С.А. Модернизированная технология промывки оборудования для доения коров / С.А. Костюкевич и др. // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сб. научных трудов. – Гродно: Гродненский ГАУ. – 2017. – Том 37. – С. 128-134.

**УДК 62-237**

### **АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ КРАН-БАЛКИ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТАЛИ**

*Руденко Алексей Дмитриевич, студент*

*Мурашко Владислав Игоревич, студент*

*Оскирко Александр Иванович, науч. рук.*

*УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** в данной статье проанализировано влияние увеличения грузоподъемности электрической тали на механизмы передвижения тали и крана.

**Ключевые слова:** механизм подъема, грузоподъемность, механизм передвижения, электрическая таль, кран, ходовое колесо, двигатель, редуктор, тормоз

Ранее проведенный анализ работоспособности механизма подъема груза электрической тали при увеличении ее грузоподъемности путем увеличения кратности полиспаста позволяет предположить, что такая модернизация возможна при определенных условиях. Но краны, использующие электрические тали имеют несущую балку, механизмы передвижения тали и крана.

Чаще всего предлагается кратность полиспаста принимать  $i_{\text{п}} = 3$  вместо  $i_{\text{п}} = 2$ . При этом грузоподъемность увеличивается в 1,5 раза, а скорость подъема груза снижается в 1,5 раза.

Проанализируем работоспособность несущей балки крана.

Несущий двутавр испытывает деформации изгиба в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Максимальный изгибающий момент будет действовать при нахождении тележки посередине пролета балки.

Изгибающий момент в вертикальной плоскости модернизируемого крана составит:

$$M_x = \frac{(\Psi_d F_{\text{гр.м}} + F_T)L}{4} + \frac{F_M L}{8}, \quad (\text{Н} \cdot \text{м}), \quad (1)$$

где  $\Psi_d$  – коэффициент динамичности;

$F_T$  – вес тали, Н;

$F_M$  – сила тяжести несущей балки, Н;

$L$  – пролет балки, м.

Изгибающий момент от силы инерции:

$$M_y = \frac{F_i L}{4}, \quad (\text{Н} \cdot \text{м}), \quad (2)$$

где  $F_i = (Q_m + m_t + gL)a_t$ ;

$Q_m, m_t, gL$  – массы, соответственно, груза, тали, балки, кг;

$a_t$  – ускорение балки в режиме неустановившегося движения (разгон, торможение),  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Суммарное напряжение изгиба:

$$\sigma_i = \sigma_{i_x} + \sigma_{i_y} = \frac{M_x}{\Psi_\sigma W_x} + \frac{M_y}{W_y}, \quad (\text{МПа}). \quad (3)$$

Анализ формул 1, 2, 3 показывает об увеличении моментов и, соот-

ответственно, напряжений на 34%.

Механизмы передвижения тали и крана.

Максимальная нагрузка на ходовые колеса тали определяется по формуле:

$$F_{max_T} = \frac{F_{гр.м} + F_T}{n}, \quad (H), \quad (4)$$

где  $n$  – количество ходовых колес.

Максимальная нагрузка на ходовые колеса крана определяется для случая, когда таль с грузом находится в одном из крайних положений.

$$F_{max_K} = \frac{(F_{гр} + F_T)(L-l) + (F_K - F_T)0,5L}{2L}, \quad (H), \quad (5)$$

где  $l$  – расстояние от опорного колеса до оси действия груза, м.

Анализ показывает, что нагрузка на ходовые колеса тали увеличивается на 42 %, а на ходовые колеса крана – на 6 %. Это, соответственно, приведет к увеличению напряжений в ходовых колесах крана при точечном контакте, определяемых по формуле:

$$\sigma_{к.т} = a_2 \sqrt{\frac{10 \cdot K_g F_{max}}{\left(\frac{D_K}{2} + r\right)^2}}, \quad (МПа). \quad (6)$$

Для колес тали при линейном контакте напряжения определяются:

$$\sigma_{к.л} = a_1 \sqrt{\frac{2 \cdot K_g F_{max}}{bD_K}}, \quad (МПа). \quad (7)$$

Сделав анализ формул 6 и 7 получим, что напряжения в ходовых колесах тали увеличатся на 20 %, а напряжения в ходовых колесах крана – на 2 %.

Учитывая, что двигатели механизмов передвижения тали и крана обладают повышенными пусковыми моментами, то их следует проверить по условиям пуска.

Время пуска:

$$t_{п} = \frac{(mD^2)_o n_{дв}}{38 \cdot T_H} \cdot t_{п.о.}, \quad (с). \quad (8)$$

Общий маховый момент определяется по формуле:

$$(mD^2)_o = 1,2 \left[ (mD^2)_p + (mD^2)_T \right] + (mD^2)_{к(т)}, \quad (кг \cdot м^2), \quad (9)$$

где  $(mD^2)_p$  – маховый момент ротора,  $кг \cdot м^2$ ;

$(mD^2)_T$  – маховый момент тормозного шкива с муфтой,  $кг \cdot м^2$ ;

$(mD^2)_{к(т)}$  – маховый момент крана (тали) приведенный к валу двигателя,  $кг \cdot м^2$ .

Для механизма передвижения тали:

$$(mD^2)_T = \frac{365(Q + m_T)g_T^2}{n_{дв}^2 \eta}, \quad (\text{кг} \cdot \text{м}^2). \quad (10)$$

Для механизма передвижения крана:

$$(mD^2)_K = \frac{365(Q + m_T + m_K)g_K^2}{n_{дв}^2 \eta}, \quad (\text{кг} \cdot \text{м}^2). \quad (11)$$

Анализ формул 8, 9, 10 и 11 показывает, что увеличение грузоподъемности в 1,5 раза приведет к увеличению общих маховых моментов приведенных к валам двигателей механизмов передвижения тали и крана и, соответственно, к увеличению времени их пуска ориентировочно на 15 %. Ускорение в период пуска, соответственно, уменьшается на 15 %, что положительно скажется на работе механизмов передвижения.

Проверка запаса сцепления приводных колес с рельсом по условию пуска проводится при максимальном моменте на валу двигателя при работе без груза. Подбор и проверка тормоза по условиям торможения также проводится при работе крана без груза. Следовательно их условия работы не изменятся в случае увеличения грузоподъемности модернизируемой тали.

Редуктор механизмов передвижения рассчитывался или подбирался по максимальному вращающему моменту на тихоходном валу:

$$T_{p \max} = T_{дв \max} u \eta, \quad (\text{Н} \cdot \text{м}). \quad (12)$$

где максимальный вращающий момент на валу двигателя:

$$T_{дв \max} = T_H \Psi_{п \max}, \quad (\text{Н} \cdot \text{м}). \quad (13)$$

Учитывая, что параметры привода мы не меняем, номинальный момент двигателя  $T_H$  и коэффициент запаса пускового момента  $\Psi_{п \max}$  также остается неизменным.

Проведя анализ можно сделать вывод, что увеличение грузоподъемности электрической тали не оказывает существенное отрицательное воздействие на работоспособность механизмов передвижения кран-балки. Но такая модернизация оказывает влияние на прочность несущей балки крана, из-за чего изгибающие моменты и, соответственно, напряжения увеличивается на 34 %, что говорит о том, что следует проводить прочностной расчет данного элемента крана. Также следует отметить, что напряжения в ходовых колесах тали увеличатся на 20 %, а напряжения в ходовых колесах крана – на 2 %. Следовательно ресурс работы колес тали уменьшится, а на прочность колес механизма передвижения крана модернизация практически не влияет. Запас сцепления приводных колес с рельсом, а также работоспособность тормоза не изменится в случае увеличения грузоподъемности модернизируемой тали. Редуктора увеличившуюся нагрузку выдержат.

## Список литературы

1. Александров, М.П. Подъемно – транспортные машины / М.П. Александров – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с.
2. Кузьмин, А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А.В. Кузьмин, Ф.Л. Марон. – Минск: Выш. школа, 1983 – 389 с.

УДК 631.3-6

### ОЧИСТКА МАСЛА ПРИ ОБКАТКЕ КОРОБКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРОВ К-701/701А

*Рыхлик Антон Николаевич, студент  
Капцевич Вячеслав Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* разработана система циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости, которая позволяет многократно очищать, гомогенизировать и повторно использовать рабочие жидкости при обкатке гидромеханических коробок переключения передач.

*Ключевые слова:* гидромеханическая коробка переключения передач, обкатка, установка для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости, двухслойные фильтрующие элементы

Гидромеханическая коробка переключения передач (ГКПП) – один из наиболее сложных и дорогостоящих агрегатов тракторов, комбайнов и другой сельскохозяйственной техники. В процессе эксплуатации она вырабатывает свой ресурс, поэтому ее подвергают капитальному ремонту на мотороремонтных предприятиях, а также единично в условиях ремонтно-обслуживающих предприятий РО «Белагросервиса», с целью продления срока службы, что создает экономию энергетических ресурсов и денежных средств. В процессе такого ремонта производят замену или восстановление изношенных деталей и обкатку. Повышение моторесурса отремонтированных ГКПП может быть достигнуто не только новыми прогрессивными технологиями ремонта, но и качественной обкаткой после ремонта. После обкатки отработанное масло утилизируется либо используется на другие нужды. Следует отметить, что по многим параметрам отработанное масло еще имеет достаточный запас эксплуатационных свойств, но в то же время содержание механических примесей в нем в 1,5–2 раза превышает предельное значение [1]. Удаление таких частиц из отработанного масла можно осуществить фильтрованием с использованием фильтрующих материалов (ФМ), изготовленных методом

порошковой металлургии.

*Результаты и обсуждения.* Система очистки смазочных материалов при стендовой обкатке ГКПП включает в себя нагнетательный маслопровод, манометры, фильтр, переливной маслопровод, предохранительный клапан, сливной маслопровод (рисунок 1).

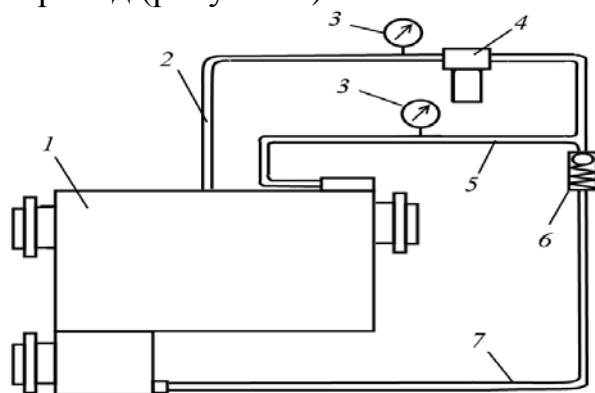


Рис. 1. Система очистки масла при обкатке ГКПП: 1 – ГКПП; 2 – нагнетательный маслопровод; 3 – манометры; 4 – фильтр; 5 – переливной маслопровод; 6 – предохранительный клапан; 7 – сливной маслопровод

Стандартный сетчатый фильтр ГКПП, ФЭ которого представляет собой пакет из 23 сетчатых элементов (рисунок 2, *а*), обеспечивают очистку масла от частиц загрязнений размером более 100 мкм. Однако, во время проведения обкатки и приработки фрикционов, в рабочую жидкость попадает большое количество твердых загрязнений и фильтр не в полной мере их улавливает и быстро забивается (рисунок 2, *б*). В результате чего срабатывает предохранительный клапан, который перепускает масло, содержащее неотфильтрованные загрязнения, в основную масляную магистраль ГКПП (ведущий вал). Это в свою очередь приводит к еще большему генерированию частиц загрязнений в масле, приводящему к абразивному износу деталей ГКПП. Поэтому удаление этих частиц загрязнений является актуальной задачей.



*а*



*б*

Рис. 2. Сетчатый элемент пакета сеток ФЭ фильтра ГКПП  
*а* – новый; *б* – после забивки



Эта задача была решена разработкой установки для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП (рис. 3).

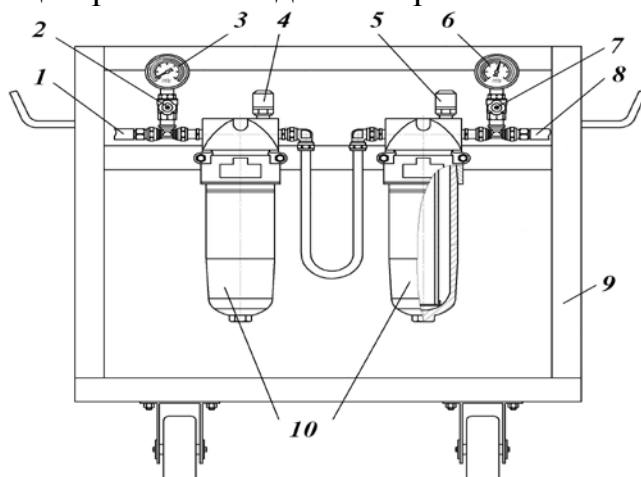


Рис. 3. Схема установки для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП: 1 – входной патрубок; 2 – кран; 3 – манометр; 4, 5 – датчики загрязненности ФЭ; 6 – манометр; 7 – кран; 8 – выходной патрубок; 9 – корпус; 10 – ФЭ

Удаление частиц загрязнений осуществляли двумя двухслойными фильтроэлементами (ФЭ) (рисунок 4), изготовленными из медных кабельных отходов (МКО) фракций  $(-0,4...+0,315)$  и  $(-0,315...+0,2)$  мм с толщинами слоев, обеспечивающих степень очистки, равную 95 % при тонкости фильтрования, равной 30 мкм (первый ФЭ) и тонкости фильтрования – 20 мкм (второй ФЭ).

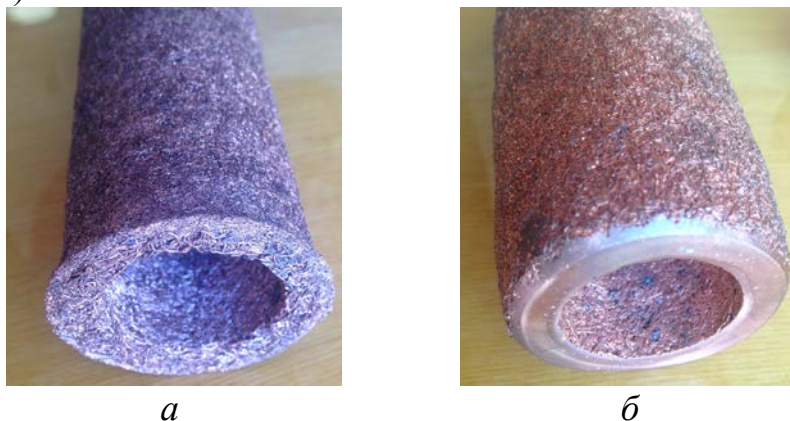


Рис. 4. Двухслойные ФЭ из МКО фракций: а –  $(-0,4...+0,315)$  и  $(-0,315...+0,2)$  мм; б –  $(-0,4...+0,315)$  и  $(-0,315...+0,2)$  мм

Разработанная установка для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП с установленными фильтрами из МКО прошла опытно-промышленное испытание в КПУП «Мостовская сельхозтехника» при очистке смазочного материала марки И-20А во время обкатки отремонтированных ГКПП тракторов К-701/701А (рисунок 5).



Рис. 5. Внешний вид установки для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП

При проведении обкатки отремонтированных ГКПП тракторов К-701/701А объем товарного смазочного материала марки И-20А, заливаемого в картер коробки составляет согласно технической документации составляет 23 л. Норма списания на один объект ремонта составляет 6,3 л масла. По окончании процесса обкатки работавшее масло переходит в категорию отработанного.

При применении установки для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП с установленными фильтрами из МКО масло многократно очищается, гомогенизируется и вновь поступает в картер обкатываемой ГКПП, т.е. повторно вовлекается в использование.

Таким образом, видно, что по сравнению с существующим процессом обкатки, в котором расход составляет 23 л масла, использование установки в технологическом процессе обкатки позволяет сократить его до 6,3 л, что составляет 72 % экономии товарного масла.

*Выводы.* Разработана установка для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП с установленными фильтрами из МКО, позволяющая многократно очищать, гомогенизировать и повторно использовать рабочие жидкости.

### Список литературы

1. Храмцов, Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов и др. – Москва, 1991. – 142 с.

*Серебряков Илья Андреевич, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрено возникновение вибраций во время работы вибромашин и виброоборудования. Показана динамика физиологических показателей при воздействии производственной вибрации. Изучены основные способы предотвращения вредного воздействия вибраций, возникающих при работе вибромашин, выявлены факторы, влияющие на их распространение. Приведены варианты защиты от вибрации на рабочих местах.*

***Ключевые слова:** вибрация, организм человека, среднеквадратичное ускорение, стандарт ISO, изолиния восприятия вибрации*

В настоящее время проводятся обширные исследования воздействия вибрации транспорта на пассажиров. Органы, непосредственно воспринимающие вибрации, делятся на две группы. К первой относятся органы равновесия (вестибулярный аппарат), находящиеся во внутреннем ухе. Взаимодействуя с соответствующими связями в мозгу, они работают как интегральный измеритель угловых и линейных ускорений.

Информация, посылаемая в мозг органами равновесия, находящимися под влиянием вибраций, может оказаться искаженной, дезориентирующей, а в некоторых случаях раздражающей и вызывающей у человека состояние болезни.

Силы и перемещения, вызываемые вибрацией, улавливаются большим числом механических рецепторов во всем организме. Некоторые из них, находящиеся в мышцах и сухожилиях, сигнализируют о положении тела и действующих на него нагрузках. Они взаимодействуют с отделом центральной нервной системы, регулирующим положение тела и его движение. Эти рецепторы реагируют на любые изменения, в том числе низкочастотные [2].

Ко второй группе относятся рецепторы, расположенные в коже и соединительных тканях. Они выполняют функции осязания, реагируя на более высокие частоты (около 30 Гц). Вибрации оказывают определенное влияние на организм также через органы зрения и слуха.

При передаче вибраций от места приложения к рецепторам одни частоты усиливаются, а другие ослабляются. На рис. 1 приведена кривая изменения в функции частоты показателя  $q=A_1/A_2$  в системе голова – таз.

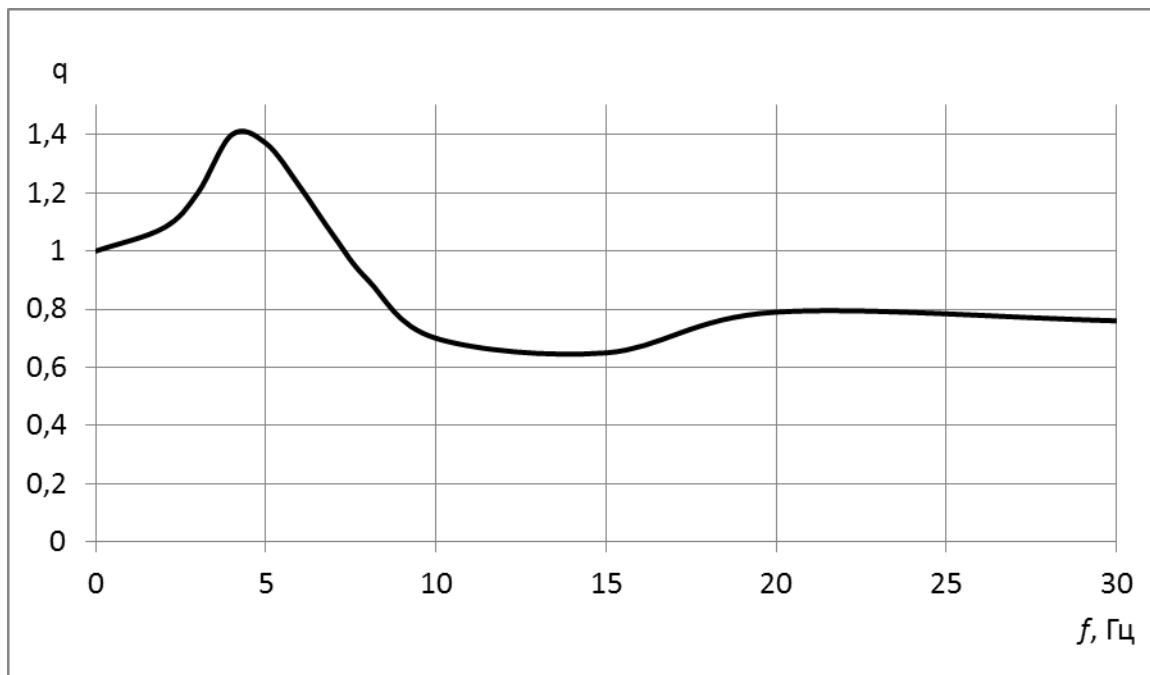


Рис. 1. Изменение коэффициента  $q$  в функции частоты вибраций  $f$

Здесь  $A_1$  и  $A_2$  - амплитуды вертикальных вибраций тела на уровне головы и сиденья. Из рисунка видно, что на частоте 4 Гц показатель  $q=1,4$ . Это значит, что амплитуда вибраций на уровне головы на 40% больше, чем на уровне сиденья. После прекращения воздействия вибраций на организм он возвращается в нормальное состояние тем дольше, чем интенсивнее было воздействие вибраций [1].

Критерии и методика оценки влияния вибраций проводится по следующим параметрам:

- среднеквадратичное ускорение и амплитуда синусоидальных вибраций;
- скорость изменения ускорения, выраженная в  $(\text{м}/\text{с}^2)/\text{Гц}$ ;
- изолинии восприятия вибраций или кривые равного возбуждения организма сидящего пассажира вертикальными вибрациями;
- максимальная чувствительность человека к вибрациям в диапазоне частот 4-8 Гц, при которых могут возникнуть резонансы в теле человека;
- длительность воздействия на организм вибраций определенной частоты, в частности 1 Гц.

Изменение состояния организма человека под влиянием вибраций можно оценить с помощью произведения квадрата виброскорости на входной импеданс и на время действия вибрации.

Произведение квадрата скорости на входной импеданс представляет полную мощность, состоящую из активной составляющей, поглощаемой организмом и распространяющейся в виде тепла, и реактивной, возвращающейся к источнику вибраций.

Важным для составления методик является вопрос о том, как проводить оценку вибраций: по отдельным полосам частот с последующим нор-

мированием или интегрально для всего частотного диапазона. Эта проблема решена в проекте стандарта ISO, касающегося общего воздействия вибраций на человека. В нем отдано предпочтение интегральной оценке на базе изолиний восприятия вибраций (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость времени действия вибрации от ускорения

Ускорение, $\text{m/s}^2$	Время действия, мин		Допуск, %
	Стандарт ISO	Стандарт PN	
0,12	1 440	5,3	1 516
0,18	960	2	941
0,27	600	2,3	586
0,315	480	2,3	469
0,38	378	1,6	372
0,53	240	4,6	225
0,71	150	1,3	148
0,95	96	2,5	93,6
1,18	60	7	64,5
1,5	40	0	40
1,8	25	1,6	25,4
2,13	16	7,5	14,8
2,36	10	0,9	9,91
2,65	6,3	6,8	5,9

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что для организма человека наиболее вредны воздействия вибраций с частотами 4–8 Гц. На Рис. 2 приведены кривые, представляющие собой изолинии восприятия организмом вертикальных колебаний.

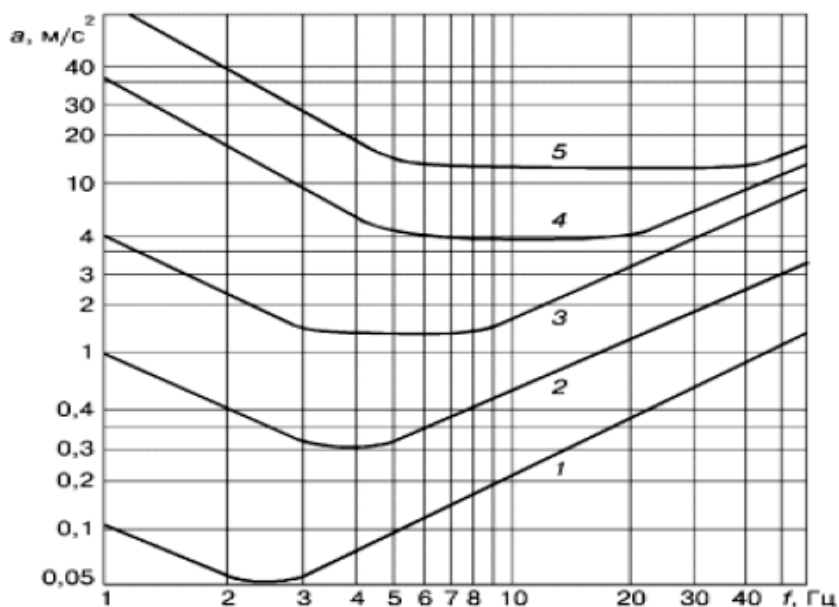


Рис. 2. Изолинии воздействия вертикальных вибраций:  $a$  – ускорение;  $f$  – частота; 1 – неощутимая; 2 – ощутимая; 3 – ощущается отчетливо; 4 – неприятное воздействие; 5 – непереносимое воздействие.

Стандартом ISO предложены изолинии восприятия вертикальных вибраций, приведены на рис. 3.

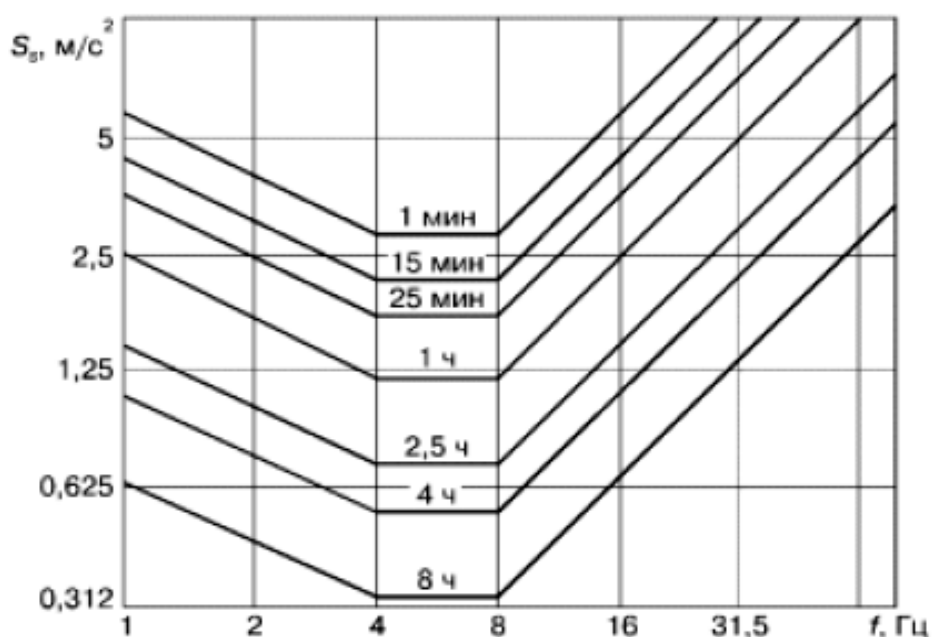


Рис. 3. Изолинии воздействия вертикальных вибраций по стандарту ISO:  $S_g$  – ускорение тела на уровне сиденья;  $f$  – частота

Превышение этих норм может привести к серьезным заболеваниям. Особо наукоемкие разработки [3] опираются на представление о системе виброзащиты как о едином автоматизированном комплексе сбора информации в реальном времени. Система поддержки человека использует динамический ответ тела как часть контура управления с обратными связями различного типа. При этом человек рассматривается как динамическая система с бесконечным числом степеней свободы.

### Список литературы

1. Литвинов, В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебное пособие / В.И. Литвинов, И.Н. Кружкова. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 202 с.
2. Романченко, М.К. О воздействии вибрации на человека / М.К. Романченко, И.В. Сырмолатов и др. // Альманах современной науки и образования. – 2015. – №12(55). – С. 56-58.
3. Лашова, С.С. Предотвращение вредного воздействия вибраций, вызванных вибропогружением свай / С.С. Лашова // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2016/07/70019>

## СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

*Суворов Павел Андреевич, аспирант  
Савиных Петр Алексеевич, науч. рук., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье представлена результаты обзора конструктивно-технологических схем измельчителей корнеклубнеплодов и намечены пути их совершенствования

**Ключевые слова:** корнеплоды, измельчение корнеклубнеплодов, классификация измельчителей, рабочие органы, качество измельчения

**Введение.** Животными переваривается до 80-90 % находящихся в корнеплодах питательных веществ. При смешивании кормовых корнеклубнеплодов повышается поедаемость животными других видов кормов. Однако чтобы питательные вещества более полно усваивались животными, необходимо провести правильную подготовку их к скармливанию, одной из операций в которой является измельчение.

Поэтому целью работы является проведение анализа конструктивно-технологических схем существующих измельчителей корнеклубнеплодов и определение путей их совершенствования.

**Результаты исследований.** К машинам для подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию предъявляются следующие требования: удобство в эксплуатации, компактность, безопасность в работе, долговечность, небольшая металлоемкость. Однако современные условия выдвигают дополнительные требования, важнейшими из которых являются повышение производительности и надежности при минимальных затратах труда и энергоемкости. Кроме всего, машины, предназначенные для подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию должны быть достаточно просты, максимально надежны в эксплуатации и отвечать зоотехническим требованиям по качеству работы.

Работа измельчителя корнеклубнеплодов характеризуется следующими основными показателями:

- высокое качество измельчения, определяемое однородностью стружки с минимальным количеством образуемого сока
- возможность резания различных видов корнеклубнеплодов,
- получаемая резка должна быть пригодной для разных видов животных;
- изменяемая производительность, позволяющая работать в необходимом режиме;
- удобный доступ к рабочим органам машины для быстрого ре-

гулирования и обслуживания;

- возможность механической загрузки продукта для обеспечения непрерывной и равномерной работы машины;
- небольшие габариты и масса измельчителя;
- минимальные затраты энергии на привод машины.

Машины для измельчения корнеклубнеплодов выполняют следующие технологические операции: подачу компонентов к рабочим органам, измельчение кормов и выгрузку готовой продукции. Качество измельчения, выполненное в любой из машин должно соответствовать зоотехническим требованиям. Оно зависит от принципа измельчения, заложенного в основу кормоприготовительной машины, и от конструкции рабочего органа.

Применяемые на практике машины для измельчения, можно классифицировать по следующим признакам:

- способ загрузки (механический, пневматический, самотеком, комбинированный)
- направление подачи корма к рабочему органу (тангенциальное, радиальное, осевое, осевое + радиальное)
- устройство рабочей камеры (открытая, закрытая)
- расположение рабочей камеры (горизонтальное, вертикальное)
- принцип измельчения (резание, удар, резание + удар, резание + удар + истирание)
- тип измельчающего аппарата (роторный, барабанный, дисковой, ножевой)
- способ эвакуации (самотеком, механический, воздушный)
- вид перерабатываемого корма (картофель, корнеплоды, корнеклубнеплоды)

Основной технологической операцией является измельчение. Оно выполняется путем одинарного или многократного резания ножами и разбивания молотками или штифтами.

Рабочими органами измельчающих аппаратов являются:

- активный барабан с винтовыми или П-образными ножами, расположенный на горизонтальном валу, и пассивная плоскорежущая пластина;
- горизонтальный транспортер и пассивные вертикальные ножи;
- горизонтальный терочный транспортер с режущими пластинами;
- активный плоский нож на вертикальном валу и пассивный угольник;
- плоские ножи на вращающемся горизонтальном валу и неподвижная пластина с решеткой;



- вращающийся молотковый барабан и неподвижная зубчатая дека;
- активный лопастной крылач, смонтированный на вертикальном валу, и вертикально установленные неподвижные плоские ножи.

По принципу выполнения технологического процесса измельчители корнеклубнеплодов разделяются на машины с режущими рабочими органами и рабочими органами ударного действия. Рабочие органы с ножами хорошо режут корнеклубнеплоды без выделения сока, но быстро изнашиваются и ломаются в результате абразивного действия земли и попадания камней. Поэтому большее распространение получили измельчители ударного действия, у которых рабочими органами являются молотки, фрезы, штифты. Однако эти машины имеют высокую энергоемкость на единицу перерабатываемого корма, неудовлетворительную работу на кормах повышенной влажностью, более 20...25% и большую часть корма превращают в мезгу с крупностью частиц 0...3 мм.

В соответствии с зоотехническими требованиями [8] корнеклубнеплоды целесообразно измельчать до частичек 10...15 мм для крупного рогатого скота, 5...10 мм для свиней и птицы 4...5 мм.

Универсальным измельчителем является устройство для измельчения сельскохозяйственной продукции, разработанное М. Г. Мингалеевым и Н. С. Кривошеевым [1].

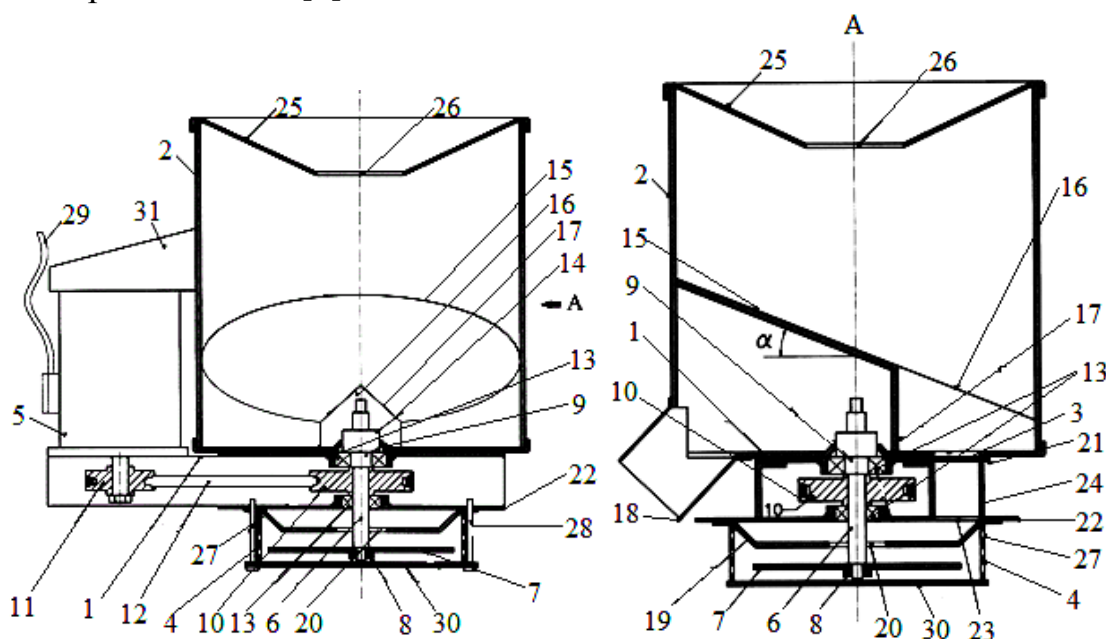


Рис. 1. Устройство для измельчения сельскохозяйственной продукции по патенту № 2252073 РФ:

1 – станина; 2 – бункер; 3 – окно; 4 – сито; 5 – электродвигатель; 6 – вал; 7 – ударная пластина; 8 – гайка; 10, 11 – шкив; 12 – ременная передача; 13 – подшипники 9 – отверстие; 14 – посадочная площадка; 15 – съемное днище; 16 – вырез; 17 – перегородка; 18 – лоток; 19 – мембрана; 20 – отверстие; 21 – заслонка; 22 – пластина; 23 – окно для зерна; 24 – перегородка; 25 – крышка; 26 – отверстием для засыпки зерна; 27 – отверстия перфорации; 28 – шпилька; 29 – шнур; 30 – дно; 31 – защитный козырек

При измельчении корнеплодов и зеленой массы снимают днище 15 (рис. 1), на посадочную площадку 14 вала 6 устанавливают ножи. Заслонкой 21 полностью перекрывают окно 3, производят загрузку корнеплодов в бункер и включают электродвигатель 5. Вывод готовой продукции производится через лоток 18.

Согласно описанию изобретения [1] корнеплоды после переработки имеют вид пластинок.

К недостаткам данного устройства можно отнести невозможность измельчать корнеплоды на ломтики и переизмельчение материала.

На Муромском машиностроительном заводе Галаниным С.Н., Ганцевым В.П. и Качеваном В.А. разработана конструкция устройства для измельчения корнеклубнеплодов [2]. Оно состоит из корпуса 1 (рис. 2), соединенного к фланцу электродвигателя 2, на валу 3 которого установлены нижний 4 и верхний 5 горизонтальные диски. В диске 5 сделаны отверстия с выполненными над ними ножами 6 и 7. Для выгрузки измельченного продукта сбоку к корпусу установлен выгрузной патрубок 8. На корпус 1 установлен бункер 9 с установленными в нем ловителями 10 и 11. Под ловителем 11 закреплен противорез 12. При работе установки корнеклубнеплоды загружают в бункер 9, движутся между ловителями 10 и 11 и, попадая на вращающийся диск 5, измельчаются ножами 6 и 7 около противореза 12. Отрезанные кусочки через отверстия под ножами проваливаются, попадая на диск 4 и выбрасываясь в патрубок 8.

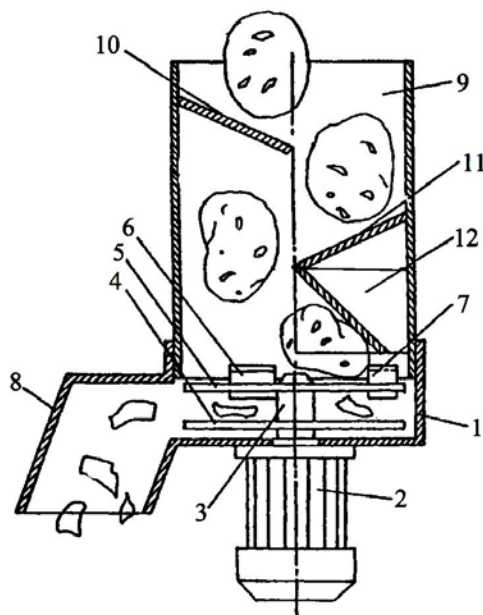


Рис. 2. Устройство для измельчения корнеклубнеплодов по а.с. № 2058712:  
1 – корпус; 2 – электродвигатель; 3 – вал; 4 – диск нижний; 5 – диск верхний; 6, 7 – ножи; 8 – патрубок выгрузной; 9 – бункер приемный; 10, 11 – ловители; 12 – противорез

Недостатками рассмотренного измельчителя является невысокая производительность, невозможность резания крупных корнеклубнеплодов, а также измельчение корнеплодов только стружкой.

С целью повышения производительности, а также увеличения диапазона твердости измельчаемого сырья (от сочной ботвы свеклы до корней дуба) А. И. Ткаченко и В. П. Волошиным запатентован серийно выпускаемый измельчитель [3].

Особенность машины заключается в сдвоенности двух машин: для измельчения травы с одной стороны (справа рис.3) и для резки корнеклубнеплодов с другой стороны (слева на рис. 3). На раме 1 (рис. 3) установлен привод, с левой стороны к которому смонтированы бункер 2 и механизм резки 3 корнеплодов. Справа смонтирован механизм резки трав 4 и неподвижный нож 5 с лотком 6. Вращение дисков 7 и 8 производится от двигателя 9 посредством клиноременной передачи 10. Регулирование сечки происходит за счет смещения ножей относительно друг друга.

Недостатком такой установки является сложность, а одновременный привод сразу двух дисков ведет к повышенному расходу электроэнергии при измельчении одного компонента корма.

Общим недостатком измельчителя корнеплодов, рабочим органом в которых служит диск с ножами, является невозможность измельчать корнеклубнеплоды ломтиками.

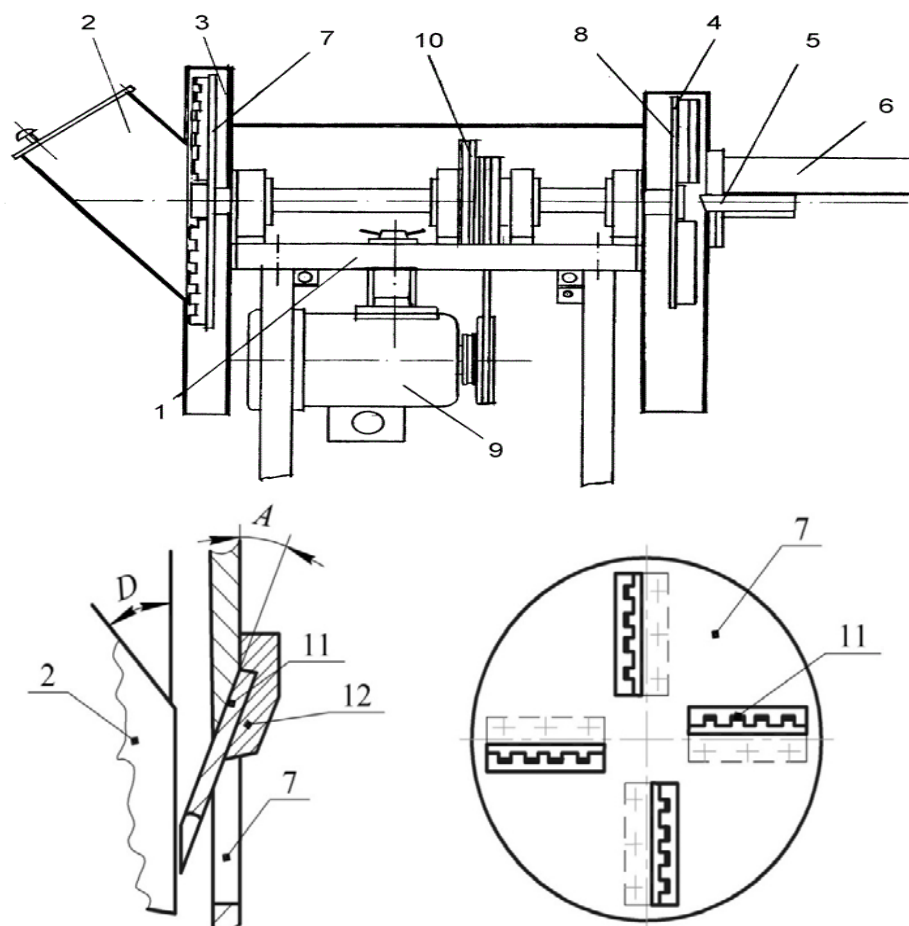


Рис. 3. Измельчитель растительного сырья по патенту № 2 142 217: 1 – рама; 2 – загрузочный бункер; 3 – механизм резки корнеплодов; 4 – механизм резки трав; 5 – неподвижный нож; 6 – лоток; 7, 8 – диски; 9 – двигатель; 10 – клиноременная передача; 11 – ножи; 12 – накладка

Отличительной особенностью измельчителя корнеклубнеплодов, предложенным В. Г. Фарисовым, А. В. Полтавцом, В. В. Сухоруковым и А. А. Ляшенко является то, что корнеплоды не перемещаются лентой, а находятся в неподвижном состоянии в бункере 1 (рис.4), под которым расположен терочный механизм, включающий транспортер 2, цепи 3 и шарнирно закрепленные режущие пластины 4. В полотнах пластин выполнены прорезы с режущими выступами 5 [4].

Недостатком измельчителей конвейерного типа является невозможность измельчения корнеплодов ломтиками, а также большие размеры агрегатов и их высокая стоимость.

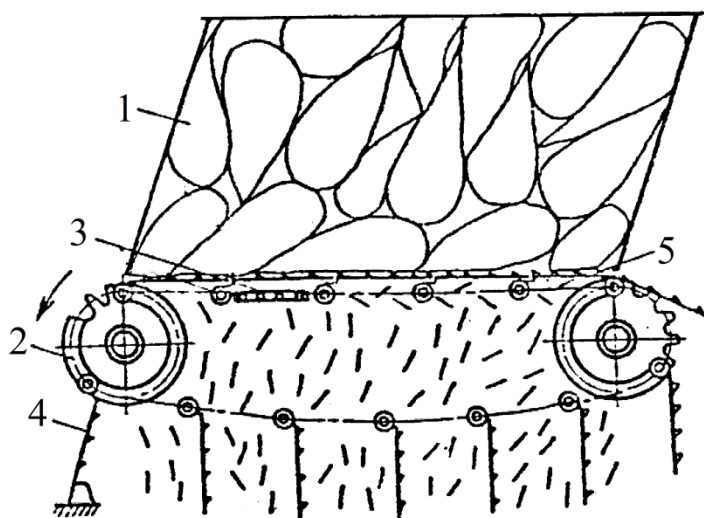


Рис. 4. Схема измельчителя по а.с. № 1496701:  
1 – бункер; 2 – транспортер терочный; 3 – цепь; 4 – пластина режущая;  
5 – выступ режущий

*Вывод:* в настоящее время не существует технологического оборудования, которое бы эффективно выполняло процессы одновременной очистки, дозированной подачи и измельчения корнеклубнеплодов. Необходимо проводить дальнейшие исследования по поиску конструктивно-технологической схемы измельчителя корнеклубнеплодов, отвечающие требованиям производства, изучения путей совершенствования технологического процесса и возможностей повышения эффективности его использования.

### Список литературы

1. Патент Рос. Федерации № 2252073 РФ, МПК В 02 С 7/18. Устройство для измельчения сельскохозяйственной продукции / М.Г. Мингалеев, Н.С. Кривошеев; заявитель и патентообладатель М.Г. Мингалеев, Н.С. Кривошеев. – № 2003136717/03. Заявл. 17.12.2003; опубл. 20.05.2005. Бюл. № 14.
2. Патент 2058712 РФ, МКИ А 01 F 29/00. Устройство для измельчения корнеклубнеплодов / С.Н. Галанин, В.П. Ганцев, В.А. Качеван; заявитель и

патентообладатель «Муромский машиностроительный завод». № 93036418/15. Заявл. 14.07.1993; Оpubл. 27.04.1996. Бюл. № 11.

3. Патент Рос. Федерации № 2142217 РФ, МПК А01F 29/00. Измельчитель растительного сырья / А. И. Ткаченко, В. П. Волошин; заявитель и патентообладатель ООО "Основа". – № 98121368/13. Заявл. 02.12.1998; Оpubл. 10.12.1999. Бюл. № 26.

4. А.с. 1496701 СССР МКИ<sup>4</sup> А 01 F 29/06. Измельчитель корнеклубнеплодов/ В.Г. Фариосов, А.В. Полтавец, В.В. Сухоруков, А.А. Ляшенко (СССР). – 2 с.

**УДК 637.116**

### **ВСЕРЕЖИМНЫЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ПУЛЬСАТОР ПОПАРНОГО ДОЕНИЯ КОРОВ**

*Тагаев Демид Александрович, студент  
Захаров Владимир Викторович, науч. рук., ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из основных элементов доильных установок является доильный аппарат. В его состав входит подвесная часть (четыре доильных стакана плюс коллектор) являющихся исполнительным механизмом, молоко-вакуумные шланги, доильное ведро и пульсатор.

В состав отечественного доильного аппарата АДС-25.00.000 (рисунок 1), используемого в составе индивидуальных доильных установок УИД-1 и стационарных доильных установок с доением в ведра при привязном содержании скота УДС-В, АД-100А, АД-100Б, ДАС-2Б, ДАС-2В производства «Гомельагрокомплект» Республика Беларусь, входит механический пульсатор попарного доения L80 производства INTERPULS республика Италия [1].

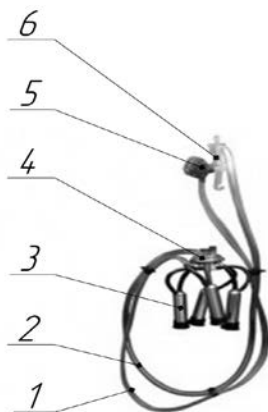


Рис. 1. Доильного аппарата АДС-25.00.0001:  
1 – шланги переменного вакуума, 2 – молочный шланг, 3 – доильный стакан;  
4 – коллектор, 5 – механический пульсатор L80, 6 – подвес

Пульсатор L80 является регулируемым. Используя поставляемый ключ, поворачивайте регулятор скорости плавно для получения требуемой скорости (частоты пульсации) – по *часовой стрелке*, чтобы *уменьшить* скорость против *часовой стрелки*, чтобы *увеличить* скорость (рисунок 2). В пневматических пульсаторах L80, L02 предусмотрена регулировка частоты пульсаций и возможность изменения длительности тактов сосания и сжатия.

В комплект поставки входят сменные пластины для изменения соотношения такта доения и отдыха (50/50, 60/40, 65/35, 70/30), которые заменяются только перед началом доения животного, чем является недостатком данного пульсатора.

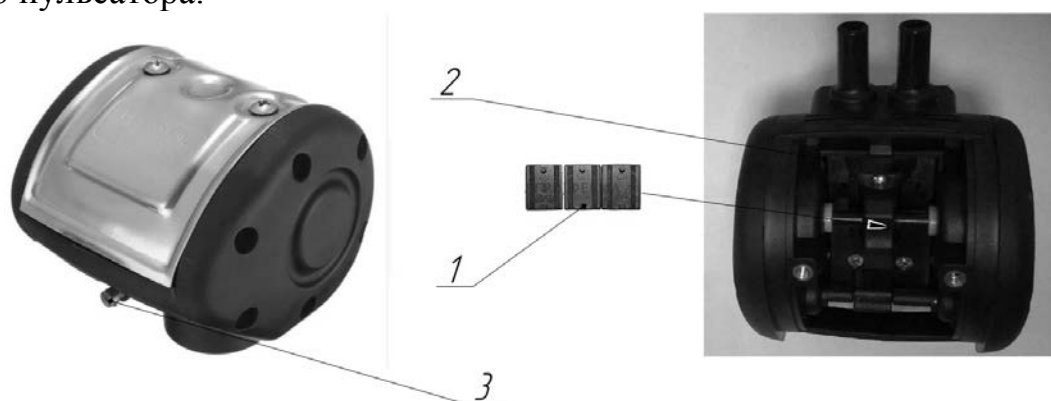


Рис. 2. Пульсатор L80

1-Сменные пластины, 2- фильтр, 3-регулирующий винт частоты тактов

Схема работы пульсатора доильного аппарата АДС-25.00.0001 показана на рисунке 3. Пульсатор имеет две рабочие камеры переменного вакуума ( $II_1$  и  $II_2$ ), две регулирующие камеры переменного вакуума ( $IV_1$  и  $IV_2$ ), а также большую 1 и малую 2 переключающие пластины и регулировочный винт 3 для изменения частоты пульсаций.

Пульсатор работает следующим образом: при подключении пульсатора к вакуумпроводу, в камере I образуется постоянный вакуум.

Переключающая пластина 1 будет находиться в крайнем левом, а пластина 2 - в правом: положении. При этом вакуум камеры постоянного вакуума I через пластины 1 поступает в рабочую камеру  $II_1$  и далее по патрубку 4 в распределитель коллектора и одну пару доильных стаканов, в которых происходит такт сосания. Из рабочей камеры  $II_2$  атмосферное давление по патрубку 5 поступает ко второй паре доильных стаканов и осуществляет такт сжатия. Одновременно с этим атмосферное давление из камеры:  $III_2$  действует на малую мембрану 6 и перемещает ее и пластину 2 в крайнее левое положение. Вакуум из камеры I через паз пластины 2 устанавливается в камере  $IV_1$  и перемещает мембрану 7 и пластину 1 в крайнее правое положение, производя смену тактов сосания и сжатия в парах доильных стаканов.

Обзор исследований пульсаторов позволил заключить, что для безопасного доения частота пульсаций может принимать значения от 0,75 до 2,2 Гц, соотношение тактов – от 1:1 до 4:1, глубина вакуума под соском – от 25 до 90 кПа [2].

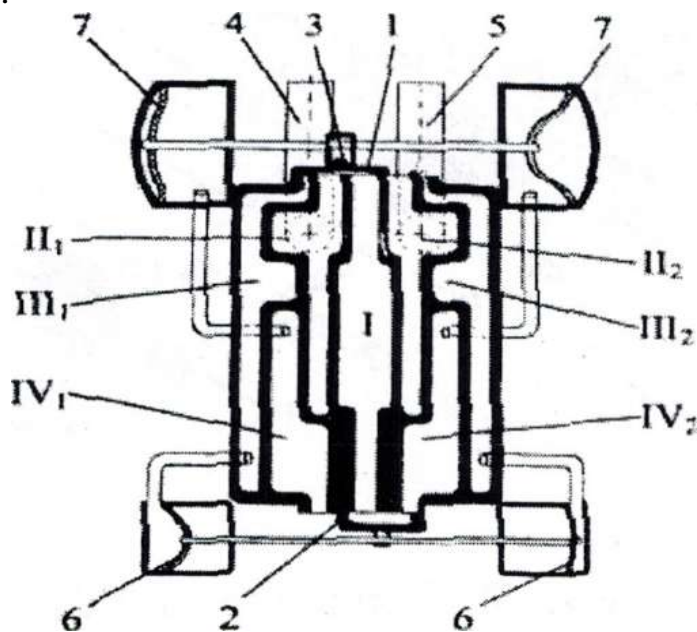


Рис. 3. Схема работы пульсатора L80

1 - большая переключающая пластина; 2 - малая переключающая пластина;  
3 - регулировочный винт; 4, 5 - рабочие патрубки; 7 - мембраны; I - камера постоянного вакуума; II<sub>1</sub> и II<sub>2</sub> - камеры переменного вакуума (рабочие);

III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub> - камеры атмосферного давления;

IV<sub>1</sub>, IV<sub>2</sub> - камеры переменного вакуума (управляющие)

Для устранения недостатка нами сотрудниками БГАТУ была предложена конструкция пульсатора L80 с регулировкой соотношения тактов по времени сосание-сжатие от 50:50 до 100:0 с градуировкой 5% во время доения животного по средством установки регулировочного полого винта с проходным сечением круглого отверстия диаметром 2 мм (рисунок 4).

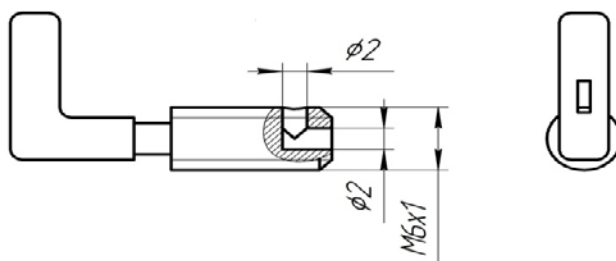


Рис. 4. Регулировочный полый винт

В зависимости от поворота ручки винта против часовой стрелки от-

верстие находящееся в корпусе пульсатора на винте будет выходить из корпуса открывая забор воздуха со стороны крышки пульсатора выгибая тем самым малую мембрану 7 вправо вместе с малым золотником 4 (рисунок 5).

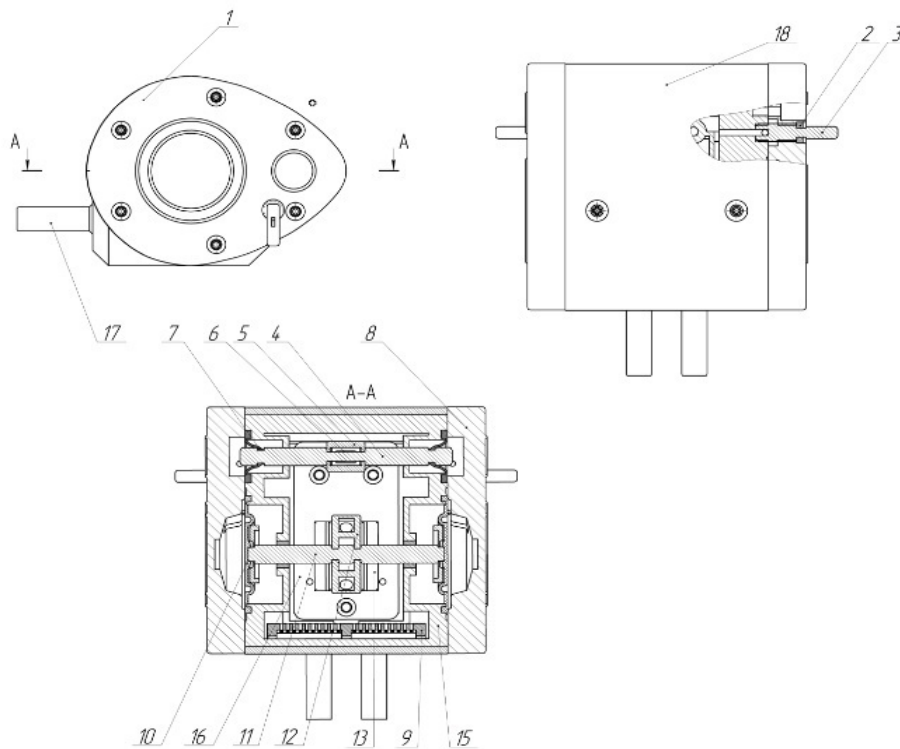


Рис. 5. Модернизированный пульсатор L80

1-торцева левая крышка, 2- резиновая манжета, 3- регулировочный полый винт, 4- малый золотник, 5-блок ползуна, 6-ползун, 7-малая мембрана, 8-торцевая правая крышка, 9-фильтр, 10- основная мембрана, 11- большой золотник, 12-блок сменной пластины, 13-сменная пластина, 15-корпус пульсатора, 16- пластина, 17- распределитель, 18- верхняя крышка

Для расчета площади проходного сечения отверстия, в зависимости от угла поворота полого винта, применим математическое выражение нахождения площади сегмента:

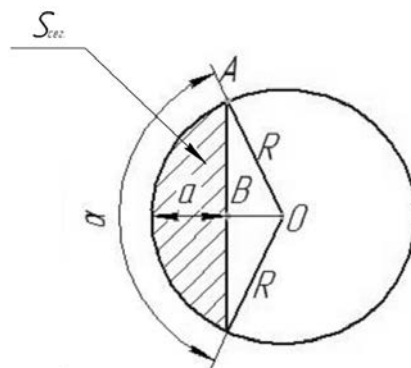


Рис. 6. Схема для расчета проходного сечения отверстия полого винта от угла его поворота



$$S_{\text{сезул}} = S_{\text{сезом}} - S_{\Delta}$$

$$S_{\text{сезом}} = \frac{1}{2} R^2 \alpha$$

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = R^2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$\Delta OAB$ :

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{OB}{R} = \frac{R-a}{R}$$

$$\frac{\alpha}{2} = \arccos \frac{R-a}{R}$$

$$\alpha = 2 \cdot \arccos \frac{R-a}{R}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{1 - \cos^2 \frac{\alpha}{2}} = \sqrt{1 - \frac{(R-a)^2}{R^2}} = \sqrt{\frac{R^2 + 2aR - a^2 - R^2}{R^2}} = \sqrt{\frac{2aR - a^2}{R^2}} = \frac{\sqrt{2aR - a^2}}{R}$$

$$S_{\Delta} = R^2 \frac{\sqrt{2aR - a^2}}{R} \cdot \frac{R-a}{R} = (R-a) \cdot \sqrt{2aR - a^2}$$

$$S_{\text{сезул}} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot 2 \cdot \arccos \frac{R-a}{R} - (R-a) \cdot \sqrt{2aR - a^2}$$

$$= R^2 \cdot \arccos \frac{R-a}{R} - (R-a) \cdot \sqrt{2aR - a^2}$$

При  $a=0,2\text{мм}$

$$S_{\text{сезул}} = 1^2 \cdot \arccos \frac{1-0,2}{1} - (1-0,2) \cdot \sqrt{2 \cdot 0,2 \cdot 1 - 0,2^2} = 0,163501 \text{ мм}^2$$

Таблица 1 – Соотношение рассчитанных параметров площади проходного сечения отверстия от угла поворота полого винта

а	соотношение тактов	S	градусы
0,2	95/5	0,1635	72
0,4	90/10	0,4473	144
0,6	85/15	0,79267	216
0,8	80/20	1,17348	288
1	75/25	1,5708	360
1,2	70/30	1,96811	432
1,4	65/35	2,34892	504
1,6	60/40	2,6943	576
1,8	55/45	2,97809	648
2	50/50	3,14159	720

Данная модернизация позволит сократить время доения животного на 20% - с 5 минут до 4 минут. В комплексе это позволит увеличить производительность доильной установки и сократить общее время доения всего стада.

### Список литературы

1. Дашков, В.Н. Механический пульсатор попарного доения коров индивидуальной доильной установки / В.Н. Дашков и др. // Перспективы и тен-

денции развития конструкции и технического сервиса сельскохозяйственных машин и орудий. – Житомир: Житомирский Аграрный Колледж, 2019. – С. 159-161.

2. Винников, И.К. Вакуумные управляемые пульсаторы, доильные автоматы и системы: монография / И.К. Винников и др. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 188 с.

3. Дашков, В.Н. К вопросу совершенствования передвижных доильных установок / В.Н. Дашков и др. // Материалы XVI Международного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации с/х., 2012. – С. 136-142.

4. Аппарат доильный попарного действия: Паспорт. – Гомель: Гомельагрокомплект, 2009. – С.12.

**УДК 62-771**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ЗАПРЕССОВКИ ГИЛЬЗ В БЛОК ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМУЛ ЛАМЕ**

*Тарасов Егор Николаевич, студент-магистрант  
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** при проектировании технологического процесса гильзования блока цилиндров двигателей внутреннего сгорания является актуальной разработка теоретической модели, позволяющей расчетным методом определить усилие запрессовки гильзы в блок. Задача определения усилия запрессовки заключается в определении давления, создаваемого натягом. Решение подобной задачи предложил французский механик Ламе в 1828 году. Следует отметить, что формулы Ламе справедливы при равномерном распределении окружных напряжений по поверхности охватываемой детали, то есть для толстостенных цилиндров. Исходя из вышесказанного, вызывает интерес исследование применимости формул Ламе для определения усилия запрессовки гильз в блок цилиндров двигателя, которые в теории сопротивления материалов принято считать тонкостенными. Для достижения цели исследования на базе кафедры энергетических средств и технического сервиса Вологодской ГМХА был проведен эксперимент, в основе которого лежит измерение усилия запрессовки гильзы в блок цилиндров двигателя и сравнение результатов измерения с результатами теоретических расчетов по формулам Ламе. На основании результатов эксперимента можно заключить, что для определения усилия запрессовки гильзы в блок цилиндров двигателя с оптимальным натягом также применима методика (формулы Ламе), которая справедлива*

для толстостенных цилиндров.

**Ключевые слова:** гильза, блок, цилиндр, двигатель, ремонт, запрессовка, формулы Ламе, толстостенный, тонкостенный

В ремонтном производстве, в том числе в ремонтных мастерских сельхозпредприятий, а также в специализированных ремонтных предприятиях, созданных на базе советских предприятий «Сельхозтехника», одним из распространенных ремонтных воздействий является операция запрессовки деталей [1, 2, 3]. Частный случай применения запрессовки при ремонте автотракторной техники – это гильзование блока цилиндров двигателя.

При проектировании технологического процесса гильзования блока является актуальной разработка теоретической модели, позволяющей расчетным методом определить усилие запрессовки гильзы в блок. Расчет силовых характеристик процесса гильзования позволит определить требуемую мощность, выбрать оптимальные режимы запрессовки, рационально подобрать технологическое оборудование [1].

Исходя из закона Гука [4], а также опираясь на тот факт, что поверхностью трения является наружная цилиндрическая поверхность гильзы, сопрягаемая с внутренней поверхностью цилиндра блока, усилие запрессовки можно выразить следующей формулой [5]:

$$Q = f\pi dLp, \quad (1)$$

где  $Q$  – усилие запрессовки, кН;  $f$  – коэффициент трения;  $d$  – номинальный диаметр сопряжения, мм;  $L$  – длина сопряжения, мм;  $p$  – давление, создаваемое натягом, МПа.

Разумеется, что в процессе запрессовки усилие  $Q$  увеличивается с увеличением длины сопряжения. Задача определения усилия запрессовки заключается в определении давления, создаваемого натягом. Решение подобной задачи предложил французский механик Ламе в 1828 году [6], согласно которому:

$$p = \frac{N}{d \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_b}{E_b} \right)}, \quad (2)$$

где  $N$  – натяг в соединении, мм;  $E_a$  и  $E_b$  – модули упругости соответственно материалов охватывающей и охватываемой деталей;  $C_a$  и  $C_b$  – безразмерные коэффициенты.

$$C_a = \frac{1 + \left(\frac{d}{D}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2} + \mu_a, \quad (3),$$

$$C_b = \frac{1 + \left(\frac{d_0}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_0}{d}\right)^2} - \mu_b, \quad (4),$$

где  $D$  – наружный диаметр охватывающей детали, мм;  $d_0$  – внутренний диаметр пустотелой охватываемой детали, мм;  $\mu_a$  и  $\mu_b$  – коэффициенты Пуассона соответственно для материалов охватывающей и охватываемой деталей. [2]

При гильзовании блока цилиндров двигателя охватывающую деталью является сам блок. Учитывая, что блок цилиндров – это массивная и жесткая корпусная деталь, и его нельзя рассматривать как втулку, то примем, что  $D \rightarrow \infty$ . Тогда:

$$\tilde{N}_a = 1 + \mu_a. \quad (5)$$

Охватываемой деталью является гильза цилиндра, поэтому  $d_0$  – это внутренний диаметр гильзы. Номинальный диаметр сопряжения  $d$  – это внутренний диаметр цилиндра блока, который при запрессовке совпадает с наружным диаметром гильзы.

Следует отметить, что формулы Ламе справедливы при равномерном распределении окружных напряжений по поверхности охватываемой детали, то есть для толстостенных цилиндров. В теории сопротивления материалов толстостенным принято считать такой цилиндр, для которого отношение толщины стенки к внутреннему диаметру не менее  $1/20$  [6, 7]. Согласно этому утверждению гильзу, используемую при гильзовании блока цилиндров двигателя, следует рассматривать как тонкостенный цилиндр, так как отношение толщины стенки гильзы к ее внутреннему диаметру значительно меньше, чем  $1/20$ .

С другой стороны, неравномерность распределения окружных напряжений по поверхности гильзы при запрессовке недопустима, так как это может привести к деформации гильзы и неравномерному прилеганию ее к внутренней поверхности цилиндра блока. Также очевидно, что подобных деформаций можно избежать, не превышая допустимого значения натяга в сопряжении «гильза – цилиндр блока».

Обзор литературных источников показал, что тонкостенные цилиндры (цистерны, резервуары, баллоны и т.д.) рассчитываются на внутреннее давление в рамках безмоментной теории оболочек с использованием уравнения Лапласа. Исходя из вышесказанного, представляет научный интерес исследование применимости формул Ламе для определения усилия запрессовки гильз в блок цилиндров двигателя. Для достижения цели исследования на базе кафедры энергетических средств и технического сервиса Вологодской ГМХА был проведен эксперимент, в основе которого лежит

измерение усилия запрессовки гильзы в блок цилиндров двигателя и сравнение результатов измерения с результатами теоретических расчетов по формулам Ламе [3].

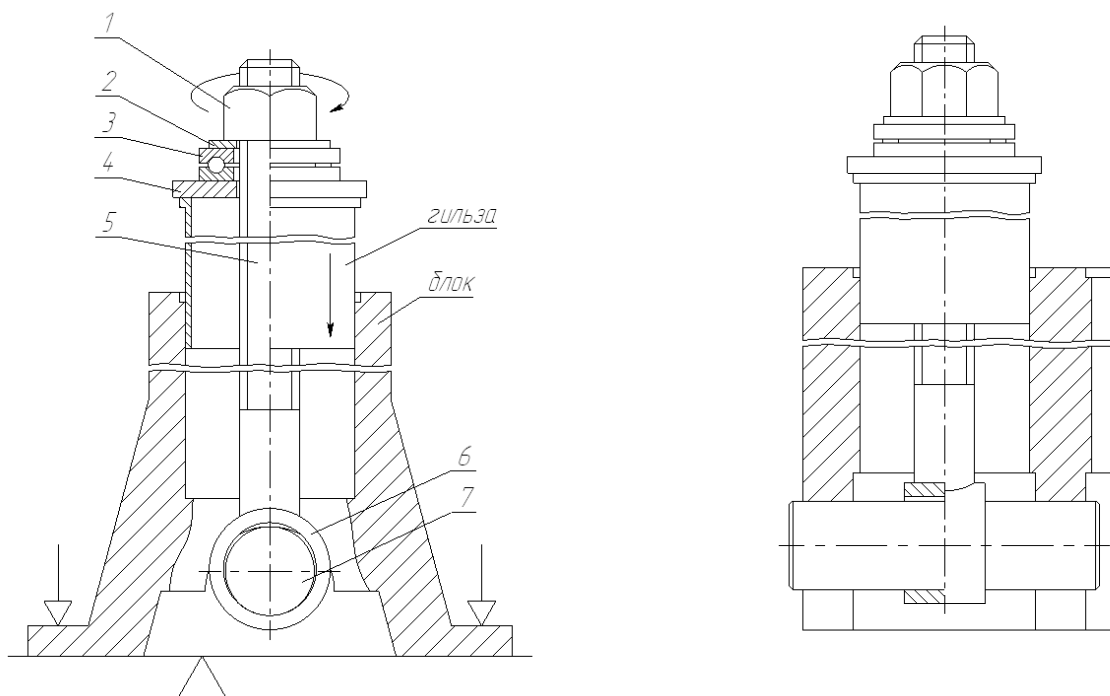


Рис. 1. Приспособление для запрессовки гильз

Для запрессовки гильзы в блок цилиндров двигателя использовалось приспособление [8], изображенное на рисунке 1. Приспособление состоит из винта 5, к которому в нижней части приварено кольцо 6. В кольцо свободно вставлен валик 7, длина которого больше расстояния между соседними постелями блока цилиндров для коренных подшипников коленчатого вала двигателя и перекрывает их [4].

Также в комплект приспособления входят: верхний упор 4 в виде диска, диаметр которого больше наружного диаметра запрессовываемой гильзы; упорный подшипник 3; шайба 2 и гайка 1, накручиваемая на винт для создания усилия запрессовки на гильзу через подшипник и верхний упор с учетом упора валика в поверхность постелей блока через кольцо.

При закручивании гайки использовался стрелочный динамометрический ключ DB100N-S, с помощью которого также определялся крутящий момент на гайке  $M_{кр}$ . Усилие запрессовки и крутящий момент связаны следующей зависимостью [9, 10]:

$$Q = \frac{2M_{\text{ед}}}{d_2 \operatorname{tg}(\beta + \rho) + f_{\text{н}} d_{\text{н}}}, \quad (6)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент, Н·мм;  $d_2$  – средний диаметр резьбы винта ( $d_2=27$  мм);  $\beta$  – угол подъема резьбы, град.;  $\rho$  – угол трения, град.;  $f_{\text{н}}$  –

коэффициент трения в упорном подшипнике ( $f_{\text{ш}} = 0,01$ ); доп – средний диаметр упорного подшипника ( $d_{\text{ш}} = 51,5$  мм).

$$\beta = \arctg \frac{P}{\pi d_2} = \arctg \frac{6}{3,14 \cdot 27^2} = 4^\circ, \quad (7)$$

где  $P$  – шаг резьбы винта ( $P = 6$  мм).

$$\rho = \arctgf = \arctg 0,12 = 6,84^\circ, \quad (8)$$

где  $f$  – коэффициент трения между гайкой и винтом (для стального винта и бронзовой гайки  $f = 0,12$ ).

Исследования проводились в два этапа.

Первый этап – это определение степени приближения результатов измерения усилия запрессовки толстостенного цилиндра, расчет которого можно производить по формулам Ламе априори, к непосредственно результатам расчета. Для проведения первого этапа эксперимента был изготовлен толстостенный цилиндр с отношением толщины стенки к внутреннему диаметру более чем  $1/10$ . Далее производилась запрессовка цилиндра в блок двигателя ВАЗ-2108 с натягом  $N = 0,05$  мм, значение которого является оптимальным для гильзования [1, 3]. Отклонение результатов измерения усилия запрессовки от расчетного значения составило  $13,8\%$  (измеренное значение больше расчетного) при погрешности динамометра на ключе  $3\%$ . Погрешность, которая имеет место, можно объяснить погрешностью косвенного метода измерения, потому что прямым методом измерялось не усилие запрессовки, а крутящий момент на гайке винта. При определении усилия запрессовки необходимо, в частности, учитывать погрешность принятия значения коэффициента трения между винтом и гайкой, а также коэффициента трения в упорном подшипнике. Также необходимо учитывать погрешность расчетов по формулам Ламе.

Второй этап – это измерение усилия запрессовки стандартной гильзы цилиндров для двигателя ВАЗ-2108, которая по теории сопротивления материалов считается тонкостенной, и сравнение результатов измерения с результатами расчетов усилия по формулам Ламе. Усилие измерялось при запрессовке трех гильз последовательно в три цилиндра блока с натягом  $N = 0,05$  мм при номинальном диаметре сопряжения  $d = 86$  мм и внутреннем диаметре гильзы  $d_0 = 81$  мм. Измерения проводились при запрессовке каждой гильзы на  $2/3$  ее длины. [5]

Следует отметить, что исследование зависимости усилия запрессовки от шероховатости сопрягаемых поверхностей не являлось задачей проведенных исследований. Запрессовка проводилась при шероховатости наружной поверхности гильз  $Rz = 12 \dots 13$  мкм, поступающих на рынок автотракторных запчастей, и при шероховатости внутренней поверхности цилиндров блока  $Rz = 18 \dots 19$  мкм, обработанных с подачей шпинделя расточного станка  $s = 0,08$  мм/об. Шероховатость измерялась портативным

профилометром TR-200.

Результаты измерения следующие.

Крутящий момент при запрессовке гильз  $M_{кр} = 55$  Н·м. Результаты измерения крутящего момента одинаковы для каждой гильзы в рамках цены деления динамометра 1 Н·м. Усилие запрессовки (форм. 6)  $Q = 19,35$  кН.

Расчетное значение усилия запрессовки гильзы по формулам Ламе (форм. 1 – 5) составило  $Q = 17,45$  кН.

Таким образом, превышение измеренного усилия запрессовки гильзы в блок двигателя над расчетным составило 11 %, что даже меньше, чем при запрессовке толстостенного цилиндра.

На основании результатов эксперимента можно сделать следующие выводы.

1. Для определения усилия запрессовки гильзы в блок цилиндров двигателя с оптимальным натягом также применима методика (формулы Ламе), которая справедлива для толстостенных цилиндров.

2. При увеличении натяга в сопряжении «гильза – цилиндр блока» сверх определенного допустимого значения следует ожидать неравномерное распределение окружных напряжений по поверхности гильзы и ее деформацию, что приведет к неравномерности прилегания гильзы к внутренней поверхности цилиндра блока. При этом определение усилия запрессовки гильзы, также как исследование применимости формул Ламе, теряет практический смысл.

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин: учеб. пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 222 с.
2. Закрепин, А.В. Исследование износостойкости деталей ресурсных сопряжений двигателей Д-240 и их модификаций / А.В. Закрепин, Ф.А. Киприянов // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока. – Вологда-Молочное, 2002. – С. 65-67.
3. Виноградов, В.М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств: Учебное пособие / В.М. Виноградов, А.А. Черепашин, В.Ф. Солдатов. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 346 с.
4. Ильюшонок, А.В. Физика: Учебное пособие / А.В. Ильюшонок, П.В. Астахов, И.А. Гончаренко. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 600 с.
5. Жуков, В.А. Детали машин и основы конструирования: Основы расчета и проектирования соединений и передач: Учеб. пособие / В.А. Жуков. – М.: Инфра-М, 2015. – 416 с.
6. Варданян, Г.С. Сопротивление материалов с основами теории упругости / Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 512 с.

*Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье представлен обзор моделей мотоблоков, которые получили сотни положительных отзывов, указаны их достоинства и недостатки.

**Ключевые слова:** обработка почвы, мотоблок, топ 10

В большом хозяйстве для каждого вида работ используется своя техника, специализирующаяся на выполнении определенных операций. Для частных или маленьких фермерских хозяйств подобный подход слишком расточителен. Им нужна одна универсальная и недорогая машина – мастер на все руки. Таким требованиям удовлетворяют мотоблоки.

Мотоблок – это универсальное мобильное механизированное средство для выполнения сельскохозяйственных и прочих работ. Мотоблоки классифицируются по мощности двигателя и по типу двигателя – бензинового или дизельного.

Рассмотрим топ 10 мотоблоков [1-5].

Мотоблок «Целина» (рис. 1) – это устройство имеющее вал отбора мощности. Присутствует автоматическая коробка передач, которая использует ременной тип сцепления. Всего доступно 4 передачи, по 2 вперёд и назад. Может достигать скорость 9 км/ч при движении вперёд.

Преимущества: есть реверс; неплохие технические характеристики.

Недостатки: тяжёлый и шумный.



Рис. 1. Мотоблок «Целина»

Мотоблоки «Нева» (рис. 2) завоевали популярность у населения, прежде всего своей надёжностью и качеством сборки, процент брака на предприятии не превышает 1,5%. Машина имеет хороший запас прочности, благодаря качественным материалам и высокотехнологичным мето-



дам их обработки.

Преимущества: мотоблоки оснащены оригинальными импортными двигателями с повышенным КПД и высоким моторесурсом; устройство «Нева» может работать с разнообразным спектром навесного оборудования (снегоуборщиком, косилкой, граблями для сена), самосвальной тележкой и адаптером.

Недостатки: устройства достаточно компактны; на неровной почве устройство при работе не устойчиво.



Рис. 2. Мотоблок «Нева»

Мотоблок «PATRIOT» – название, которое можно отнести более, чем к 26-ти моделям мотоблоков, представленным на Российском рынке. Мотоблоки «PATRIOT» (рис. 3) оснащены бензиновыми и дизельными двигателями Patriot Garden. Навесное оборудование, которое можно дополнительно приобрести к мотоблокам: водяная помпа; плуг; снегоуборка; грунтозацеп; гусеницы; косилка; водяная помпа высокого давления (для дизельных мотоблоков); грузовая тележка.

Преимущества: расходуют топливо в экономичном режиме; весят мало; надежны.



Рис. 3. Мотоблок «PATRIOT»

Мотоблок «Champion» этот агрегат отличается неприхотливостью в уходе. Большинство элементов изготовлено из высококачественных материалов. Мотоблок «Champion BC 1193» (рис. 4) способен прослужить длительное время без поломок. Этот представитель модельного ряда компании с легкостью выдерживает нагрузки в виде работы на жаре или морозе. Он

успешно эксплуатируется при обработке почвы, посадке зерновых культур, картофеля, также применяется для покоса травы, удаления сорняков, расчистки снега и перевозки прицепов с грузами весом до 200 кг.

Преимущества: наличие механической трансмиссии с дисковым сцеплением; агрегат может работать на 2 передних и одной задней скорости; наличие культиватора с фрезами, вращающимися вверх; надежный редуктор.



Рис. 4. Мотоблок «Champion BC 1193»

*Мотоблок «Prorab»* (рис. 5) – конструкция мотоблоков Prorab характеризуется разумной простотой, недорогим обслуживанием и надежной работой. Техника адаптирована под различные условия эксплуатации в течение круглого года. Культиваторы и мотоблоки Prorab представлены агрегатами мощностью 2,2...13 л.с. В семействе культиваторов и мотоблоков Prorab имеются модификации с бензиновыми, дизельными и электрическими двигателями, которые отличаются высоким моторесурсом. Выпускаются модели с электрическим запуском двигателя.

Преимущества: многофункциональность; высокая производительность, эффективность; возможность работать в темное время суток, благодаря наличию галогенной фары; экономный расход топлива.



Рис. 5. Мотоблок «Prorab»

*Мотоблоки «Сaiman»* (рис. 6) – надежная техника для профессионалов, предназначенная для культивирования всех типов почв. Основным рабочим органом этой техники являются почвофрезы, которые поставляются вместе с мотоблоком в количестве 6 штук. Благодаря широкому ассортименту навесного оборудования для мотоблока «Сaiman» функционал агрегата возрастает, теперь с помощью этого устройства, можно производить

практически все агротехнические сельскохозяйственные работы на своем участке. Мотоблоки «Caiman» представлены агрегатами мощностью 1,6...14 л.с.

Преимущества: высокая изоляция статических частей и вариатора (переключателя передач) уплотнителями исключает попадание влаги и грязи; регулируемая колесная база.

Недостатки: при большом уклоне, масло из фильтра может попасть в карбюратор; высокая стоимость.



Рис. 6. Мотоблок «Caiman»

Мотоблок «Brait» (рис. 7) – это высокопроизводительные устройства, которые предназначены для обработки земельных участков средних и больших размеров. По своим техническим характеристикам и эксплуатационным свойствам, машина сопоставима с мотоблоками ведущего европейского качества. Устройства «Brait» отличаются своими небольшими габаритными размерами и улучшенной маневренностью. Мотоблоки «Brait» представлены агрегатами мощностью 7...15 л.с.



Рис. 7. Мотоблок «Brait»

Преимущества: можно использовать бензин с любым октановым числом, что значительно уменьшает затраты при эксплуатации; средняя величина расхода колеблется от 1,5...2 л/ч. используется бензин с любым октановым числом; наличие 3 скоростей позволит легко маневрировать.

Недостатки: деформация ремня клиноременной передачи; плохой запуск двигателя.

Мотоблок «Хопер» (рис. 8) – это марка мотоблоков и садовой техни-

ки, появившаяся в 2010 году. Это агрегат с четырехтактным высококачественным двигателем. Мощность составляет 6,5...12 л.с. Регулируется и глубина обработки земли – 15...30 см. Имеет три скорости – две передние и одну заднюю. Имеет небольшие размеры, облегчающие транспортировку.

Преимущества: компактные размеры; многофункциональность; пневматические колеса; регулируемый руль, что значительно облегчает процесс эксплуатации.

Недостатки: шум в редукторе; повышенную вибрацию при работе; дым различного цвета при работе двигателя.



Рис. 8. Мотоблок «Хопер»

*Мотоблок «Стэнли»* (рис. 9) – это устройство оборудовано четырехтактным бензиновым мотором с мощностью 7...18 л.с. «Стэнли» применяется для обработки участков больших размеров с тяжелым типом почвы. Охлаждается двигатель благодаря воздушному потоку. Мотоблок «Стэнли» производится немецкой компанией.



Рис. 9. Мотоблок «Стэнли»

Преимущества: перепускные капаны двигателя в количестве 5 штук способствуют улучшению распределения топлива; модифицированная коробка передач обеспечивает плавность переключения; универсальность крепежей; колеса крупного размера обеспечивают дополнительную устойчивость.

Недостатки: снижение мощности двигателя; отсутствие реакции у двигателя на запуск; обороты «холостого хода» неустойчивы; задымление

моторблока.

*Моторблок «KIPOR»* (рис. 10) – это устройства с четырехтактным бензиновыми и дизельными двигателями с мощностью 3,8...9 л.с. Все модификации оснащаются интеллектуальными системами отключения при пониженном уровне масла и контроля над расходом топлива.

Преимущества: оснащен фильтром улучшенной очистки воздуха; многофункциональность; запуск осуществляется от электростартера и ручной; регулируемая рулевая колонка; пониженный уровень шума.

Недостатки: повышенная вибрация; отрывается фильтр при неровных поверхностях и заглушается двигатель.



Рис. 10. Моторблок «KIPOR»

### Список литературы

1. По сайту я нашла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yanashla.com/rejting-luchshih-motoblokov/>.
2. По сайту Трактор-Ревю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tractorreview.ru/tehnika-dlya-doma/motobloki/motobloki-neva-vse-modeli.html>.
3. По сайту Всё о Моторблоках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pro-motobloky.ru/motobloki/champion.html>.
4. По сайту Агротехника онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fermerinform.ru/motoblok-caiman-obzor-modelnogo-ryada/>.
5. По сайту Земледелие онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proogorod.com/selhoztehnika/motobloki-kultivatory/motobloki-brait-obzor>

УДК 621.432

### МОДЕРНИЗАЦИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ МОТОБЛОКА KIPOR

*Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье обозначены недостатки дизельных двигателей мотоблоков марки KIPOR, предложены варианты модернизации системы питания данных двигателей.

**Ключевые слова:** мотоблок, дизельный двигатель, топливный фильтр

В наше время трудно представить обработку почвы и другие хозяйственные работы без специализированной техники и инструментов. Поэтому мотоблоки в данном списке заняли прочные позиции. Они доступны каждому и имеют высокую эффективность работы. К тому же спектр их использования зависит от владельца и разнообразия навесного оборудования.

Мотоблок – это одноосное самоходное сельскохозяйственное орудие с возможностью временного подключения и использования активного навесного оборудования, приводящегося в действие от двигателя мотоблока.

Особое внимание стоит уделить мотоблокам KIPOR.

Мотоблоки KIPOR (рис. 1) менее известны, чем другие, поскольку появились на отечественном рынке не так давно. Тем не менее, техника KIPOR успела зарекомендовать себя с положительной стороны [1-3].



Рис. 1. Мотоблок KIPOR

Мощность мотоблоков KIPOR в пределах 3,8...9 л.с., что позволяет потребителям сделать оптимальный выбор, исходя из потребностей хозяйства, размеров участка и особенностей обрабатываемой земли.

Мотоблоки KIPOR представлены моделями с бензиновыми и дизельными двигателями, соответственно, их маркировка: KGT и KDT. Все модификации оснащаются интеллектуальными системами отключения при

пониженном уровне масла и контроля над расходом топлива.

Можно выделить явные преимущества мотоблоков KIPOR: улучшенная маневренность; экономный расход топлива – не более 0,5 л/ч; возможность регулировки колеи; регулируемый в 2-х плоскостях руль; возможность устанавливать переднюю навеску и заднюю; способность эффективно работать на грунте любого типа; оснащен фильтром улучшенной очистки воздуха; оснащение дополнительным ВОМ; запуск двигателя – электростартер и ручной; многофункциональность.

Однако имеются и недостатки: повышенная вибрация; в дизельных двигателях отсоединяется топливный фильтр при работе на неровных поверхностях, что приводит к остановке двигателя.

Основным недостатком мотоблоков KIPOR с дизельным двигателям являются неустойчивая работа двигателя на неровных поверхностях, причиной этому являются фильтр в топливном баке (рис. 2). При движении по неровным поверхностям фильтр «болтается» и со временем отсоединяется от корпуса топливного бака, топливоподача прекращается и двигатель глохнет. Для того чтобы снова запустить двигатель приходится прокачать топливную систему. На это тратится время и «нервы»

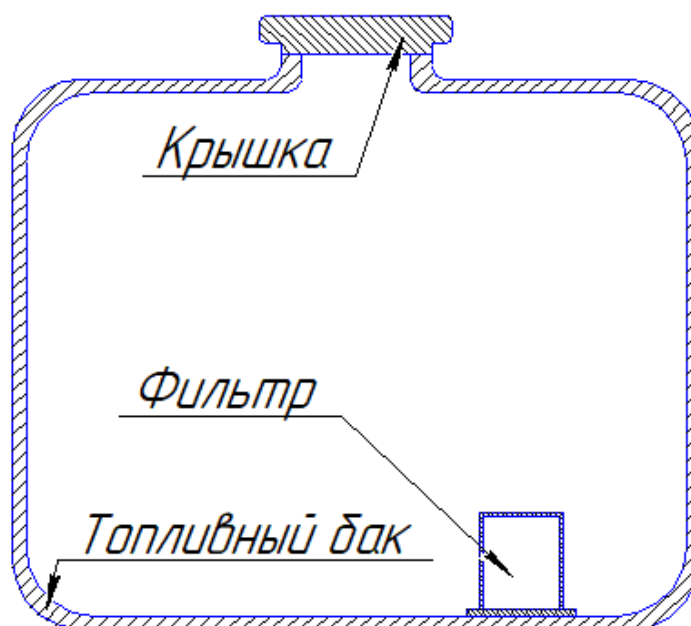


Рис. 2. Существующие схема.

Для решения этой проблемы мы предлагаем следующие решения.

Первый вариант – внутрь топливного бака устанавливаем пружину, которая будет удерживать фильтр в исходном положении, что позволит обеспечить неподвижность фильтра и работоспособность двигателя на любых неровных поверхностях. На рисунке 3 схематично показано как выглядит эта конструкция.

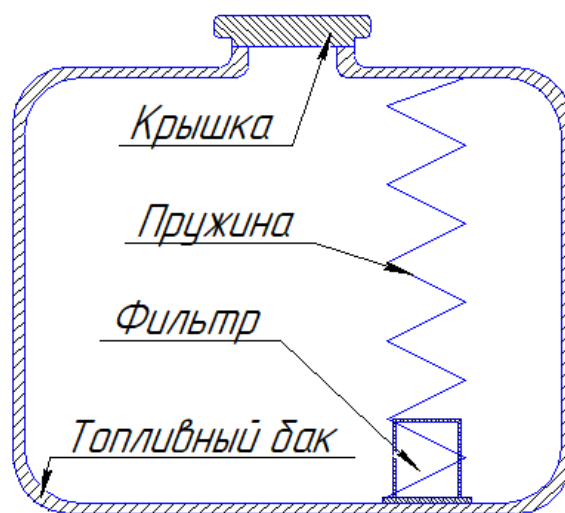


Рис. 3. Предлагаемая конструкция с пружиной

Второй вариант – на дне топливного бака делаем выштамповку под топливный фильтр, что так же позволит обеспечить неподвижность фильтра и работоспособность двигателя на любых неровных поверхностях. На рисунке 4 схематично показано как выглядит эта конструкция.

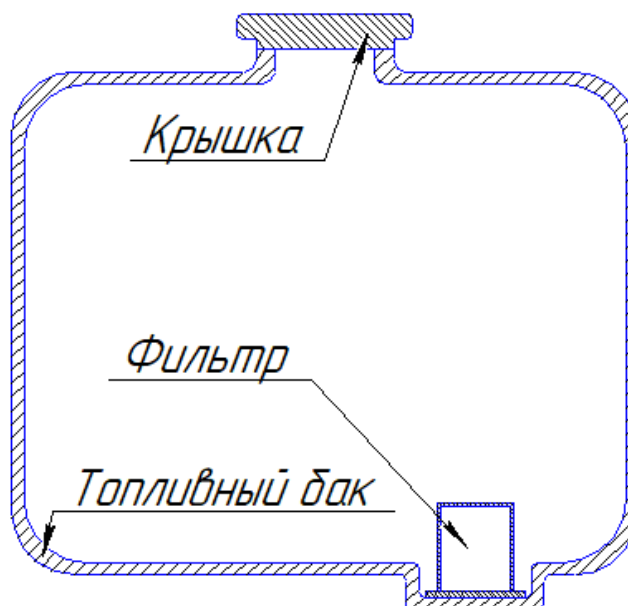


Рис. 4. Предлагаемая конструкция с выштамповкой на дне бака

### Список литературы

1. По сайту Земледелие онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proogorod.com/selhoztehnika/motobloki-kultivatory/motobloki-brait-obzor>
2. По сайту Всё о Мотоблоках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pro-motobloky.ru/motobloki/champion.html>



## КЛАССИФИКАЦИЯ ОРУДИЙ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

*Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье представлен обзор и классификация орудий для основной обработки почвы.

**Ключевые слова:** основная обработка почвы, плуг, классификация

Основная обработка выполняется для существенного изменения сложения почвы. В зависимости от почвенных и климатических условий, от вида севооборота и засоренности полей основная обработка может проводиться с различной периодичностью: от одного-двух раз в год до одного раза в одну-две ротации севооборота. Наиболее часто основная обработка проводится в условиях избыточного увлажнения, наиболее редко – в засушливых районах.

Самый распространенный прием основной обработки – вспашка почвы. При вспашке происходят оборачивание обрабатываемого слоя почвы, его рыхление, крошение, а также подрезание подземной части растений, заделка удобрений, пестицидов, остатков растений и их частичное перемешивание с почвой. Вспашка почвы производится плугами.

Плуги классифицируются по:

- назначению;
- роду применяемой тяги;
- способу агрегатирования с трактором конструкции;
- числу корпусов;

По назначению тракторные плуги делятся на две группы:

- общего назначения;
- специальные.

Плуги общего назначения применяют в полеводстве для старопахотных земель, за исключением почв, засоренных камнями. Лемешные плуги общего назначения маркируют буквами ПЛН (навесные) и ПЛП (полунавесные), а также цифрами.

Лемешный плуг плуги специального назначения – это типы плугов для каменистых почв кустарниково-болотные, плантажные, садовые, лесные виноградниковые ярусные.

По роду применяемой тяги плуги классифицируют на:

- конные;
- тракторные;
- канатной тяги.

Конные плуги используют на небольших участках, где невозможна вспашка тракторными плугами.

Тракторные плуги – это основные современные орудия для вспашки.

Плуги канатной тяги применяют там, где работа тракторного плуга затруднена, например, в горной местности и при обработке заболоченных земель.

По способу агрегатирования тракторные плуги делятся на:

- навесные;
- полунавесные прицепные.

По конструкции плужного корпуса различают плуги:

- лемешные;
- дисковые;
- комбинированные;
- ротационные;
- чизельные.

Лемешные плуги (рис. 1) – наиболее распространенные типы плугов и являются древнейшими орудиями. Лемешные плуги предназначены для отвальной обработки почв под зерновые и технические культуры на глубину до 30 см, не засоренных камнями, плитняком и другими препятствиями.



Рис. 1. Лемешной плуг

Дисковые плуги (рис. 2) – предназначен для распашки полей после многолетних трав, распашки целины, обработки тяжелых переувлажненных почв, имеющих тяжелый механический состав с удельным сопротивлением до 0,127 МПа (1,27 кгс/см<sup>2</sup>) и слитное слоение. Плуг может использоваться для пропашки раскорчеванных лесоучастков с удельным сопротивлением почв до 0,09 МПа (0,9 кгс/см<sup>2</sup>) и твердостью до 30 кг/см<sup>2</sup> и влажностью до 30%.



Рис. 2. Дисковый плуг

Комбинированные и ротационные плуги и проходят широкую производственную проверку.

Чизельные плуги (рис. 3), как и безотвальные, лишь условно относятся к плугам, так как в их работе отсутствует главный признак вспашки – оборот пласта. Чизельный плуг семейства объединяют плуги одинакового назначения и высокой степенью унификации сборочных единиц и деталей.



Рис. 3. Чизельный плуг

Роторный плуг (рис. 4). Имеет рабочие лопасти, установленные в противовес друг другу. При вспашке два работают, а два нависают над гребнем и сравнивают почву. Земля отбрасывает все время в одну сторону активными работами органами, пассивные лопасти поднимают и сравнивают гряды. Когда минитрактор заканчивает ряд, то он не разворачивается. Обратный плуг сам поворачивается и рабочими становятся те лемехи, которые зависели в воздухе. Вспашка земли таким

плугом не оставляет гребней и поле имеет ровную текстуру. Нет необходимости дополнительно использовать фрезу. А это экономит время и трудозатраты.



Рис. 4. Роторный плуг

### Список литературы

1. Сайт по основной обработке почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroinf.com/zemledeliye/obrabotka-pochvy/osnovnaya-obrabotka-pochvy.html>
2. По сайту Traktor - server.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tractor-server.ru/klassifikaciya-plugov-i-ix-tipy>
3. Сайт почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lesagromash.ru/плуг-дисковый-навесной-пдн-3-5-7.html>

УДК 631.1

## РАЗРАБОТКА РОТОРНО-ДИСКОВОГО ПЛУГА

*Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье представлена конструкция роторно-дискового плуга для основной обработки почвы.

**Ключевые слова:** основная обработка почвы, плуг

Обработка почвы играет важную роль в предупреждении возможного развития ветровой и водной эрозии, также в регулировании ее физических, химических и биологических свойств для полного использования климатических и почвенных ресурсов что бы получить высокие урожаи.

Применение механической обработки уничтожаются в первую очередь сорняки, проросшие семена, вредитель, так же гибнут патогенные

микроорганизмы, которые в дальнейшем могли бы причинить вред растениям. Приемы обработки почвы очень даже энергоемкие, но с их помощью можно решить множество задач.

Сейчас основным для обработки почвы применяется лемешное и дисковые плуги. Сравнение с лемешным плугом дисковые плуги измельчат почву лучше чем лемешного и это является основным преимуществами дискового плуга.

Дисковые плуги предназначены для вспашки полей после многолетних трав, вспашки целины, обработки тяжелых переувлажненных почв, имеющих тяжелый механический состав с удельным сопротивлением до 0,127 МПа (1,27 кгс/см<sup>2</sup>) и слитное состояние. Плуг может использоваться для вспашки раскорчеванных лесоучастков с удельным сопротивлением почв до 0,09 МПа (0,9 кгс/см<sup>2</sup>) и твердостью до 30 кг/см<sup>2</sup> и влажностью до 30%.

Плуг дисковый состоит из рабочих органов – это сферические диски, установленные под углом 15-20° к вертикали и под углом 40-45° к направлению движения агрегата. Этим они конструктивно отличаются от других дисковых орудий (луцильников, борон) у которых диски установлены только под углом к направлению движения агрегата. Благодаря такой постановке дисков достигают большой глубины обработки, которая может быть близка к радиусу диска. Кроме того, диски плугов имеют больший диаметр (600-800 мм вместо 450 мм у борон и луцильников) и каждый диск вращается на отдельной оси.

Устройство дискового навесного плуга показано на рисунке 1. Впереди каждого дискового корпуса установлены углоснимы, представляющие собой отвальчик с полувинтовой поверхностью и заостренным лезвием.



Рис. 1. Дисковый плуг

При движении агрегата диск плуга входит в почву сверху вниз, отрезает пласт и увлекает его за собой за счет сил трения. Частицы пласта почвы движутся с разными скоростями (со скоростью около нуля в центре диска и со скоростью, близкой к поступательной, у его лезвия), в

следствии чего слои почвы хорошо перемешиваются. В результате скользящего резания дно борозды не уплотняется. На рабочие органы дискового плуга действуют большие силы реакции почвы, которые в горизонтальной плоскости стремятся развернуть плуг в сторону не паханного поля, в вертикальной – выглубить его. Поэтому дисковый плуг делают тяжелым, опорные колеса ставят под углом 60-70° к горизонту, применяют стабилизирующие ножи. По тяговому усилию и крошению пластов дисковый и лемешный плуги примерно равноценны. Дисковый плуг имеет большую залипаемость чем лемешный, однако на первом можно установить специальные чистящие щетки. Они несколько уступают лемешным плугам по заделке растительных остатков и применяются для вспашки пересохших и переувлажненных тяжелых почв.

Существуют дисковые плуги марок ПДН-3, ПДН-5, ПДН-7. Это плуги агрегируются с тракторами 4-го тягового класса. Мы предлагаем новую конструкцию плуга с восьмью корпусами. Для тракторов 5-го тягового класса. Соответственно будет ширина захвата больше и экономия топлива. Ниже на рисунках 2, 3 и 4 плуг представлен в трех проекциях.

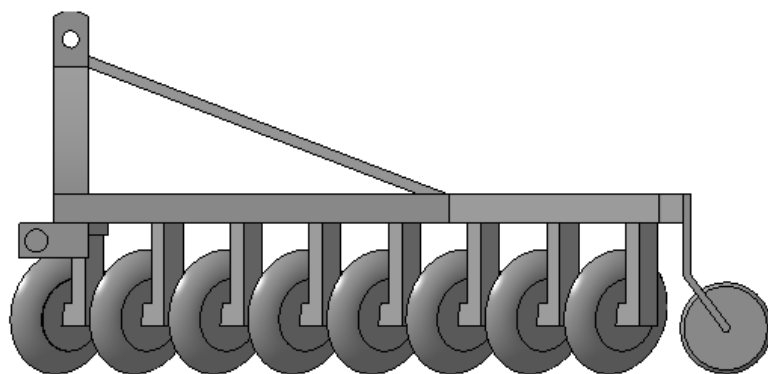


Рис. 2. Предлагаемая конструкция плуга. Вид с боку

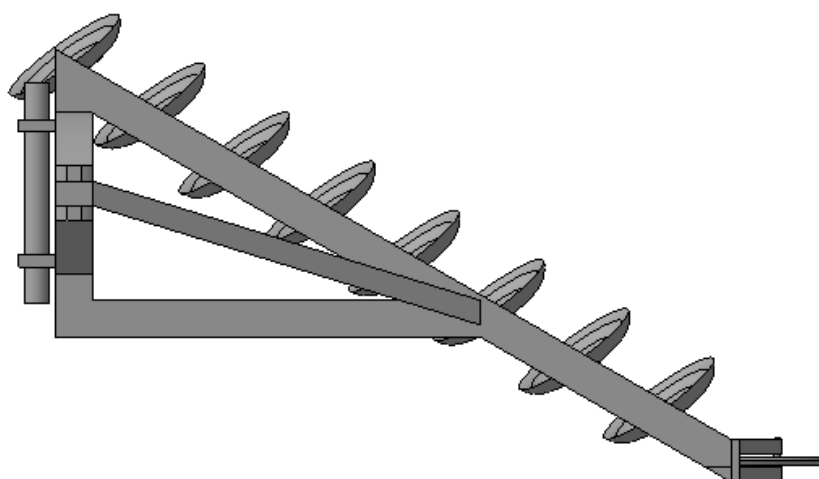


Рис. 3. Предлагаемая конструкция плуга. Вид сверху

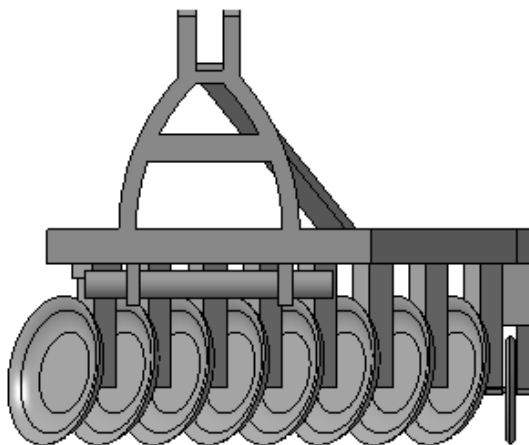


Рис. 4. Предлагаемая конструкция плуга. Вид с переди

### Список литературы

1. Сайт по основной обработке почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e-koncept.ru/2016/86064.htm>.
2. По сайту Traktor-server.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tractor-server.ru/plug-diskovyj/>.

УДК 631.363.25

## ОБЗОР УСТРОЙСТВ ПИТАТЕЛЕЙ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ДРОБИЛКИ

*Угрюмов Григорий Васильевич, аспирант  
Савиных Петр Алексеевич, науч. рук., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье приведены существующие технологии подачи сырья в дробилки и разобраны области применения питателей*

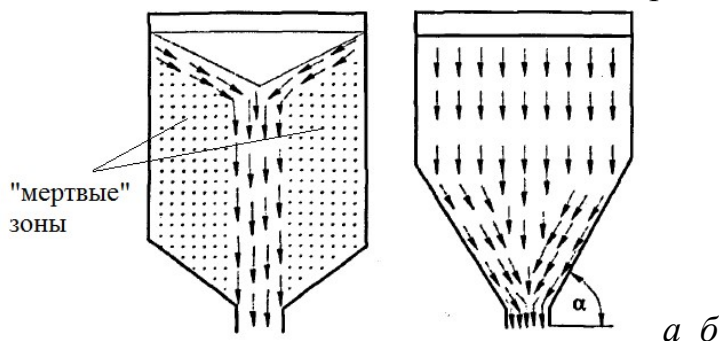
***Ключевые слова:** питатели, дробление, сыпучие материалы, измельчение*

Важным конструктивным элементом в дробилках является загрузочный бункер, который служит в качестве промежуточной емкости, обеспечивающей стабильность процесса истечения измельчаемого материала к рабочим органам дробилки.

Вопросом истечения сыпучих материалов из бункеров занимались многие исследователи, такие как: Алферов К.В., Зенков Р.Л., Рогинский Г.А. Елисеев М.С., Фуфачев В.С., Кунаков В.С., Гячев Л.В. и многие другие. [1, 2, 3].

Известно, что истечение измельчаемых материалов из загрузочного бункера бывает нормальное, сплошное и гидравлическое. При нормальном

истечении частицы находятся лишь в зоне столба материала, расположенного над выгрузным отверстием бункера (рис. 1, *а*). Свободная поверхность измельчаемого материала представляет собой воронку, вдоль стенок которой частицы измельчаемого материала перемещаются в центральную зону. Материал, расположенный около стенок бункера, образует так называемые «мертвые» зоны. В этих зонах частицы материала неподвижны до тех пор, пока воронка, образовавшаяся на поверхности измельчаемого материала, не достигнет нижней части загрузочного бункера.



При сплошном истечении все частицы измельчаемого материала в загрузочном бункере находятся одновременно в движении (рис. 1, *б*). [2, 3] Свободная поверхность измельчаемого материала не имеет четко выраженной воронки, все точки этой поверхности опускаются одновременно. При сплошной форме истечения в загрузочном бункере отсутствуют «мертвые» зоны что позволяет выравнивать неравномерный поток измельчаемого материала.

Гидравлическое истечение происходит при выпуске из бункера сильно аэрированного измельчаемого материала, а также при интенсивных его вибрациях.

Опыт применения различных конструкций загрузочных бункеров выявил ряд проблем истечения сыпучих материалов, снижающих эффективность процесса подачи измельчаемых материалов к рабочим органам молотковой дробилки. Основными из них являются: неравномерное истечение, сводообразование, наличие «мертвых» зон в полости загрузочного бункера, образование срединного течения и колебание производительности. [4, 5, 6].

В связи с этим целесообразно все материалы разделить на две группы: легкосыпучие и трудносыпучие.

Трудносыпучие материалы в основном состоят из частиц неправильной формы, имеют большой коэффициент внутреннего и внешнего трения, что способствует механической сцепляемости между ними и препятствует процессу истечения.

Насыпная плотность исследуемых нами измельчаемых материалов



(лузга подсолнечника, гречихи, проса) составляет 85 ... 270 кг/м<sup>3</sup>, что также приводит к их плохой сыпучести.

На основании обзора научных и патентных литературных источников нами был проведен анализ основных типов питающих устройств, отвечающих технологическим требованиям – непрерывности рабочего процесса, надежности работы и минимальным затратам энергии.

Классификация питателей представлена на рис 2.

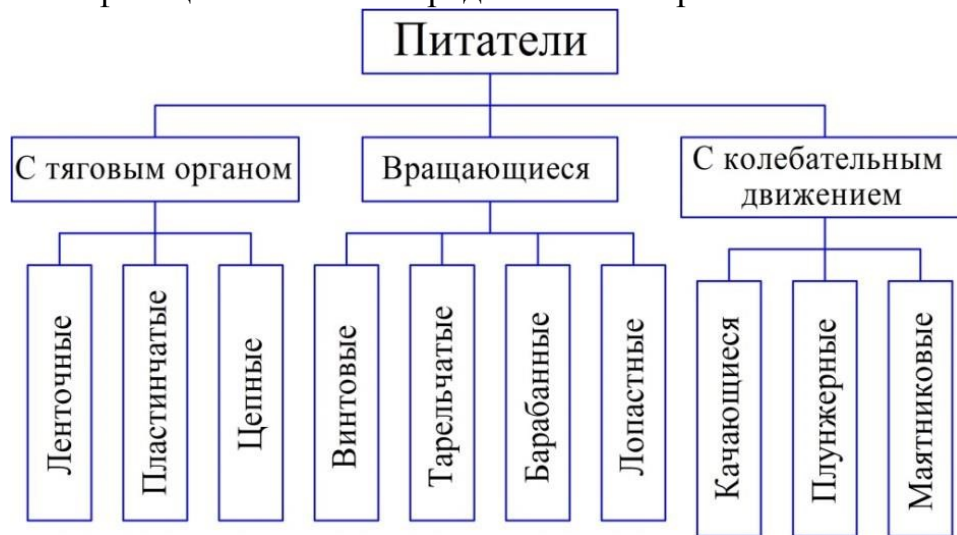


Рис. 2. Классификация питателей

При выборе и разработке питающего устройства должны учитываться следующие требования:

- осуществлять непрерывную и равномерную подачу материала;
- обеспечивать необходимую пропускную способность материала к рабочим органам молотковой дробилки;
- осуществлять подачу материала к рабочим органам молотковой дробилки с определенной скоростью.

Ленточные, пластинчатые и цепные питатели получили широкое распространение в сельском хозяйстве для транспортирования влажных и слежавшихся, а также крупнокусковых материалов. Такого типа питатели не могут быть использованы в молотковых дробилках, так как являются неэффективными из-за их неравномерности подачи материала. [7,8].

Качающиеся, плунжерные и маятниковые питатели также малоприменимы для равномерной подачи материала [9].

Наибольшее применение в конструкции молотковых дробилок нашли питатели с вращающимся рабочим органом [9].

Винтовые питатели (рис. 3) применяются для подачи хорошосыпучих материалов от мелкокусковых до порошкообразных. Недостатком винтовых питателей является их высокая энергоемкость процесса, сравнительно высокая неравномерность подачи материала [5, 9].

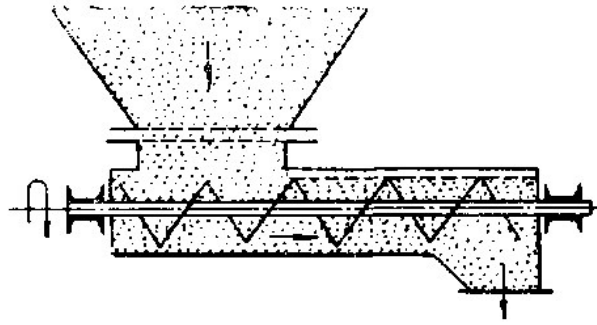


Рис 3. Схема винтового питателя

Тарельчатые питатели предназначены для хорошосыпучих материалов. Недостатком таких питателей является то, что они не могут применяться для подачи материалов с низкой насыпной плотностью.

Барабанные питатели различных типов разнообразны по конструкции и принципу действия. Подробный анализ и классификация барабанных дозаторов приведены в работах Кулаковского И.В., Мельникова С.В., Мухина В.А. и др. [7].

По конструктивным признакам барабанные питатели различаются на:

- цилиндрические с гладкой поверхностью (рис 4, а);
- цилиндрические с рифленой поверхностью (рис 4, б).

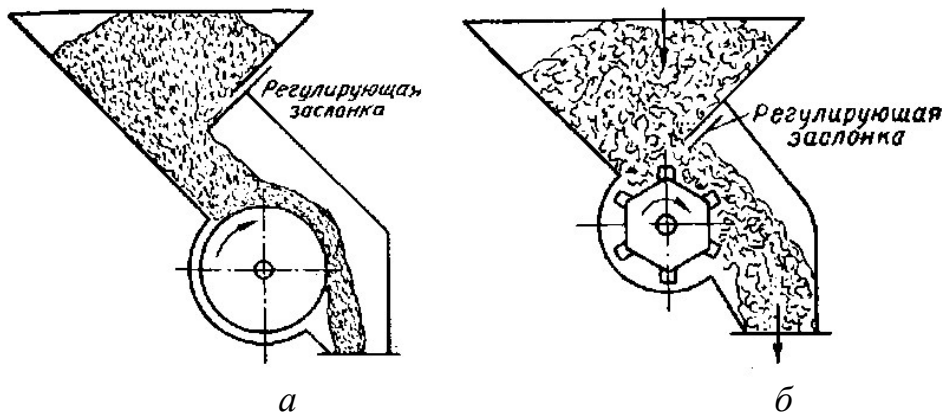


Рис. 4. Схемы барабанных питателей:  
 а – цилиндрические с гладкой поверхностью;  
 б – цилиндрические с рифленой поверхностью

Питатели с цилиндрической гладкой поверхностью представляют из себя корпус с приемным бункером, внутри которого находится гладкий цилиндрический барабан. Такие питатели не могут работать с трудносыпучими материалами из-за прилипания их к барабану и забивания его.

Питатели с рифленым барабаном применяется для порошкообразных и мелкозернистых материалов. Но такие питатели как правило малопроизводительны.

Питатели с ячеистым барабаном (рис 5) предназначены для подачи трудносыпучих материалов.

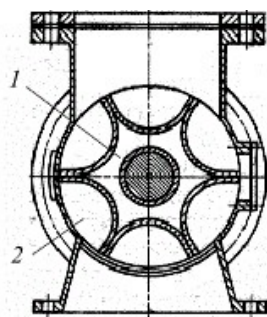


Рис 5. Схема питателя с ячеистым барабаном:  
1 – ротор; 2 – ячейка барабана

Питатели с лопастным барабаном предназначены для хорошо сыпучих материалов, что так же, как и питатели с цилиндрической гладкой поверхностью малоэффективны.

Таким образом, предъявляемым требованиям удовлетворяют питатели с ячеистым барабаном совместно с винтовыми, ячейки (желоба) которых выполнены по винтовой линии.

#### Список литературы:

1. Алферов, К.В. Бункерные установки. Проектирование, расчет и эксплуатация / К.В. Алферов, Р.Л. Зенков. – М.: МАШГИЗ, 1955. – 304 с.
2. Антимонов, С.В. Энергосберегающая оптимизация процесса ударно - истирающего измельчения зернового сырья для приготовления кормов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.В. Антимонов. – Оренбург, 1999. – 23 с.
3. Драгилев, А.И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей / А.И. Драгилев. – М.: Колос, 2001. – 352 с.
4. Зенков, Р.Л. Механика насыпных грузов / Р.Л. Зенков. – М.: Машгиз, 1964. – 251 с.
5. Зенков, Р.Л. Бункерные устройства / Р.Л. Зенков, Г.П. Гриневиц, В.С. Исаев. – М.: Машиностроение, 1977. – 223 с.
6. Булатов, С.Ю. Совершенствование рабочего процесса кормоприготовительных машин путем обоснования их конструктивных и режимных параметров / С.Ю. Булатов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2 (69). – С. 45-53.
7. Иванов, В.В. Совершенствование режимов работы дискового измельчителя кормового зерна: дис ... канд. техн. наук / В.В. Иванов. – Москва, 2014. – 120 с.
8. Шагдыров, И.Б. Технология и параметры многоступенчатых измельчителей фуражного зерна с внутренней сепарацией: дис. ... док. техн. наук / И.Б. Шагдыров. – Новосибирск, 2013. – 316 с.
9. Воронин, В.В. Совершенствование рабочего процесса безрешетной молотковой дробилки: дис. ... канд. техн. наук / В.В. Воронин. – Воронеж, 2006. – 157 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ПОСЛЕРЕМОНТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Худяков Антон Сергеевич, студент-магистрант  
Киприянов Фёдор Александрович, науч. рук., к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** что же нужно сделать, чтобы решить проблему с послеремонтной долговечностью и безотказностью двигателей, сделать сельхозмашины более надёжными? Проведение технического анализа позволит выявить надёжную технику и укажет на те моменты почему же та или иная техника надёжнее другой. Далее нужно выбрать правильный трибопрепарат. Провести его оценку и в дальнейшем сравнить. Проблема о которой идет речь, пока изучена мало, поэтому требует более тщательных исследований. Дискуссионным продолжает оставаться вопрос о пользе различных присадок и их влияние на двигатель. Всем этим вопросам и посвящается данная статья.*

***Ключевые слова:** послеремонтная долговечность, тракторный двигатель*

Важное место в обеспечении послеремонтной безотказности и долговечности двигателей занимают обкатки: приремонтная технологическая и эксплуатационная. Из-за искажения геометрических и точностных параметров корпусных (базисных) деталей, поступающих на сборку, отсутствия средств контроля этих параметров в условиях ЦРМ, а также низкого качества запасных частей уже при технологической обкатке двигателей (при их ремонте) могут возникать отказы из-за задиров деталей в ресурсных сопряжениях.

Частое заклинивание деталей и появление задиров происходит и в период эксплуатационной обкатки тракторов не только из-за выше указанных причин, но и из-за несоблюдения режимов обкатки. Это всё усугубляется еще тем, что большинство ЦРМ СХП и сохранившиеся ремонтно-обслуживающие предприятия (РОП) не имеют стендов для испытания и технологической обкатки ДВС, а имеющимся стендам в некоторых ЦРМ и РОП свыше 40 лет, которые практически давно не используются.

Цель заключается в повышении послеремонтной долговечности и безотказности тракторных двигателей, которые ремонтируются в ЦРМ СХП с применением в моторном масле трибопрепаратов.

Актуальность в поиске альтернативных способов для повышения качества ремонта, эксплуатационной обкатки и повышении послеремонтной безотказности двигателей является очевидной.

Научная новизна заключается в следующем:

– разработка метода выбора рационального трибопрепарата, при использовании которого исключается образование задиров в трибосопряжениях и существенно снижается изнашивание.

– в разработке технологических рекомендаций по применению трибоматериалов, существенно ускоряющих эксплуатационную послеремонтную обкатку без образования задиров и повышающих долговечность и безотказность ресурсных сопряжений ДВС.

Основополагающий вклад в науку по исследованию и внедрению трибопрепаратов в целях повышения эксплуатационных показателей двигателей сельскохозяйственной техники внесли ученые: Д.Н. Гаркунов, В.И. Черноиванов, М.Н. Ерохин, В.П. Лялякин.

Эффективность производства сельскохозяйственной продукции, и прежде всего производства зерна, в значительной степени определяется использованием высокопроизводительной, надежной сельхозтехники. Технический уровень и надежность сельскохозяйственной техники является важнейшим фактором конкурентоспособности продукции и ее качества на международном рынке в условиях острейшей конкурентной борьбы.

Эффективность производства сельскохозяйственной продукции, и прежде всего производства зерна, в значительной степени определяется использованием высокопроизводительной, надежной сельхозтехники. Технический уровень и надежность сельскохозяйственной техники является важнейшим фактором конкурентоспособности продукции и ее качества на международном рынке в условиях острейшей конкурентной борьбы.

По данным [2, 3] в сельском хозяйстве используется в основном устаревшая техника, созданная 30...40 лет назад. По причине низкого технического уровня и надежности отечественной техники сельские товаропроизводители несут значительные производственные экономические потери. Затраты на запчасти, ремонт и поддержание тракторного парка в работоспособном состоянии составляют более 65 млрд руб. в год (или 12...15 % затрат в структуре себестоимости сельхозпродукции вместо 4,5...5 % имевшихся ранее). При этом к каждому сезону ремонту подвергается 60...65 % парка тракторов. Доля исправных машин в большинстве субъектов Российской Федерации не превышает 80...82 % (вместо 0,95...0,98), что эквивалентно сохранению в парке 100 тыс. тракторов и 25 тыс. [2].

Сравнительный анализ технического уровня и качества отечественной и зарубежной техники свидетельствует, что российская сельхозтехника по многим показателям уступает машинам ведущих зарубежных фирм.

Сравнительный анализ отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники по некоторым параметрам приведен в таблице 1 [2, 4].

Таблица 1 – Сравнительные характеристики машин

Зарубежная	Отечественная
<i>Диапазон мощности выпускаемых машин, л.с.</i>	
Тракторы: от 7 до 600	20...350
<i>Удельный расход топлива, г/л.с.-ч</i>	
145	165...175
<i>Запас крутящего момента двигателей тракторов, %</i>	
40...50	20...25
<i>Трансмиссии</i>	
Бесступенчатые	Синхронизированные
<i>Наработка на отказ, мото-ч</i>	
Тракторы: 1500...2000	250...400
<i>Ресурс двигателя, тыс. ч</i>	
15...20	До 10
<i>Внедренные требования экологии</i>	
Евро-3 и Евро-4	Евро-1 и Евро-2
<i>Уровень шума в кабинах, дБА</i>	
70...75	До 80...85
<i>Электронные средства контроля и управления</i>	
Широкое применение	Ограниченное применение
<i>Работа днем и ночью</i>	
Возможна	Ночью частично

По данным ГОСНИТИ [2] у новой отечественной техники 85-90% отказов узлов и деталей вызвано производственными дефектами которые, в свою очередь, обусловлены несоблюдением геометрических размеров (до 31%) , недостатками технологического процесса изготовления (до 20%), несоблюдением технологической дисциплины, низким качеством сварки и низким качеством сборки, плохой работой технологического оборудования, различными нарушениями производственного процесса.

Таблица 2 – Наработка на отказ основных тракторов

Марка трактора	Год выпуска	Средняя наработка, мото-ч	Наработка на сложный отказ, мото-ч
<i>Отечественные производители</i>			
ВТ-150Д	2005	1110	185
ДТ-75Д	2006	780	260
ЛТЗ-60АБ	2006	1012	202
К-744РЗ	2006-2007	2190	390
<i>Зарубежные производители</i>			
«Джон Дир»	2005	6440	1315
Claas Atlas946RZ	2005	4675	1950

Наработка на сложный отказ тракторов находится в пределах 250...400 мото-ч вместо 1000...1500 и более у современных машин, у зерноуборочных комбайнов – 40...70 вместо 100...150 мото-ч. Из-за частых

отказов (простоев) выработка машинно-тракторных агрегатов снижена в 1,5...2 раза. Средний коэффициент технической эксплуатации МТП составляет всего 0,65 вместо 0,95 %. Средняя наработка на сложный отказ за 3000 мото-ч составила: «ДжонДир 7810» – 1220 мото-ч, К-701/701М – 286, Т-150К – 435, МТЗ-82 – 390 мото-ч. Средняя наработка на сложный отказ тракторов «Джон-Дир 7810» в 3...4 раза больше, чем Т-150К и МТЗ-82. Нарботка на сложный отказ основных тракторов показана в таблице 1.2, по данным МИС, за 2007–2009 гг. [2].

Высокая надежность зарубежной сельскохозяйственной техники, по данным некоторых фирм, объясняется применением целого ряда современных технологий и использованием исходных материалов высокого качества в том числе трибопрепаратов в составе смазочных материалов в процессе обкатки ДВС и агрегатов машин.

Длительность периода эксплуатационной обкатки, долговечность и работоспособность двигателей и агрегатов мобильной техники во многом определяется качеством смазочной среды [5,7]. Необходимые приработочные и эксплуатационные свойства масел определяются набором специальных присадок, вводимых в базовую минеральную или синтетическую основу.

Использование же специальных трибодобавок [5, 6,] позволяет, не ухудшая эксплуатационных параметров масел, обеспечивать формирование на поверхностях трения деталей машин необходимую структуру антифрикционного слоя с высокими триботехническими характеристиками. Таким образом, при наличии высоких противоизносных характеристик современных смазочных материалов и дополнительно создаваемого противозадирного антифрикционного слоя при введении в смазку рациональных трибодобавок, предположительно, можно существенно сократить период обкатки, увеличить безотказность и долговечность ресурсных сопряжений ДВС [1, 2].

При этом создание самих антифрикционных покрытий на поверхностях трения деталей можно осуществлять безразборным способом, обеспечив лишь доставку соответствующих трибоматериалов в зоны трения путем введения их в состав смазочных масел, которые всегда присутствуют в узлах трения машин.

Можно подробно не рассматривать классификацию трибопрепаратов потому, что такие классификации описаны во многих работах.

В соответствии с поставленными задачами проводилась диагностика трибоматериалов по выявлению и оценке противозадирных свойств.

Из таблицы 3 следует, что только два трибопрепарата из 9 могут гарантированно исключать образование задиров и заклинивания в трибосопряжении.

На практике в условиях рядовой эксплуатации в сельхозпредприятиях (СХП) не редко нарушаются рекомендации по режимам обкатки ДВС. В

основном выдерживаются только требования инструкций по замене масла и промывке картеров.

Таблица 3 – Результаты испытаний трибоматериалов

Марка трибоматериала	Показатели	
	Максимальная нагрузка (по шкале денасометрического ключа) в трибосопряжении при которой происходит заклинивание (задир) и остановка электродвигателя, Н·м	Относительный износ образца в смеси моторного масла и трибоматериала по сравнению с износом в чистом моторном масле
Чистое моторное масло (M10Г2К)	37	1,00
Супротек люкс	45	0,95
АРВО	53	0,93
Бемит (2 %)	55	0,78
ФОРСАН универсальный	55	0,76
РВС	57	0,65
РЕАГЕНТ-2000	58	0,72
СУПРОТЕК универсальный	60	0,70
БЕМИТ + Oil Package фирмы Wagner	90	0,16
Universal-MicroCeramic Oil фирмы Wagner	Свыше 160 (задира нет)	0,09
Eco Universal OilPackage фирмы Wagner	Свыше 160 (задира нет)	0,04

В связи с этим применение трибоматериалов Wagner особенно важно для сокращения периода обкатки ДВС и повышения ее качества после капитального ремонта в ЦРМ СХП.

Для двигателей после капитального ремонта, выполненных в условиях ЦРМ СХП, необходимо проводить сокращенную эксплуатационную обкатку с обязательным применением трибопрепаратов фирмы Wagner.

В результате триботехнических исследований трибоматериалов в составе моторного масла в условиях трения приближенных к условиям трения ресурсных сопряжений двигателя установлено, что трибоматериалы Oil Package и MicroCeramic Wagner по сравнению с другими трибоматериалами существенно снижают коэффициент трения и величину износа образцов. Коэффициент трения не превышает 0,05. Время стабилизации коэффициента трения не превышает одного часа. Установлено, что при наличии в масле трибопрепарата Oil Package, изменение исходной шероховатости шлифованной поверхности образцов в пределах от 6В класса до 10В (ГОСТ 2789) не оказывает влияния на образование задира в трибосопряжении. Стабилизация шероховатости наступает через 20...30 минут при испытании образцов.



### Список литературы

1. Соловьев, Р.Ю. Безыносная эксплуатация двигателей внутреннего сгорания: монография / Р.Ю. Соловьев, С.А. Соловьев, Д.А. Гительман и др.; под общей ред. Р.Ю. Соловьева. – М.: ФГБНУ ГОСНИТИ, 2015. – 196 с.
2. Черноиванов, В.И. Инновационные методы повышения послеремонтной надежности сельскохозяйственной техники и инвестиционной привлекательности ремонтнообслуживающих предприятий в АПК: монография / В.И. Черноиванов, В.Ф. Федоренко, Р.Ю. Соловьев и др.; под общей ред. В.И. Черноиванова. – М.: ГНУ ГОСНИТИ, 2012. – 400 с.
3. Костомахин, М.Н. Нормирование показателей надежности машин / М.Н. Костомахин // Сельский механизатор. – 2012. – №1. – С. 6-8.
4. Костомахин, М.Н. Анализ надежности отечественных зарубежных тракторов на основе данных МИС / М.Н. Костомахин, М.Я. Лукьянов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2012. – №7. – С. 34-39.
5. Гаркунов, Д.Н. Триботехника. Краткий курс / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 308 с.
6. Инструкции и рекламные проспекты по применению наноматериалов: РВС, ХАДО, Ресурс-2000, ФЕНОМ, РиМет, СУПЕРМЕТ, ФОРСАН и др.
7. Гаркунов, Д.Н. Триботехника (Износ и безыносность) / Д.Н. Гаркунов. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ

<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Фронтальный погрузчик.....	3
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Разработка самодельной сегментной косилки для малых фермерских хозяйств .....	5
<i>Алексахина Ксения Сергеевна, Астраханцева Алина Сергеевна.</i> Универсальные устройства мониторинга в сельском хозяйстве .....	9
<i>Алексахина Ксения Сергеевна.</i> Использование дронов для обмера полей в сельском хозяйстве .....	15
<i>Астраханцева Алина Сергеевна.</i> Применение беспилотников в сельском хозяйстве.....	19
<i>Афанасенко Дмитрий Евгеньевич.</i> Магнитно-электрическое упрочнение дисковых рабочих органов сеялок .....	24
<i>Афиногенова Светлана Николаевна.</i> Конструкция комбинированного клапана для технологии хранения картофеля в газовой среде .....	28
<i>Белозеров Сергей Анатольевич.</i> Теоретическое обоснование оптимизации производства кормов в сельскохозяйственных предприятиях.....	34
<i>Белозерова Светлана Владимировна.</i> Обзор конструкций молотковых дробилок зерна (достоинства и недостатки).....	38
<i>Блинов Сергей Эдуардович.</i> Ресурсосбережение при подготовке техники к хранению .....	44
<i>Болотов Андрей Владимирович.</i> Имитационное моделирование процесса СВЧ-сушки зерна .....	48
<i>Буторлин Сергей Владимирович.</i> Способы повышения эксплуатационных показателей двигателей .....	54
<i>Буторлин Сергей Владимирович.</i> Обзор конструкций турбокомпаундных двигателей .....	59
<i>Бушманов Александр Петрович.</i> Имитационное моделирование процесса СВЧ-сушки льняной тресты .....	64
<i>Бушманов Павел Васильевич.</i> Способ нормирования механизированных работ в растениеводстве с применением системы GPS мониторинга .....	70
<i>Бушманов Павел Васильевич, Углицкий Александр Германович.</i> Операционные технологические карты выполнения механизированных полевых работ.....	75
<i>Васюнин Максим Сергеевич, Нагорнов Антон Евгеньевич.</i> Расчет подшипников шнекового транспортирующего устройства.....	78
<i>Виноградов Алексей Николаевич.</i> Исследование потерь давления теплоносителя при движении его через тело рулона прессованного сена.....	83
<i>Виноградова Юлия Николаевна.</i> Моделирование работы технологической линии послеуборочной обработки семенного зерна с выделением фуражной фракции до сушки .....	87

<b>Войтик Олег Валерьянович, Климчук Никита Андреевич.</b> К методике расчета прочности сварных швов или ремонте емкостей.....	91
<b>Голицын Алексей Михайлович.</b> Производство гранулированных органических удобрений.....	93
<b>Громов Сергей Витальевич.</b> Расчет воздействия зон шума в населенных пунктах.....	97
<b>Гущин Алексей Николаевич.</b> Модернизация косилки Е-302 для уборки льна-долгунца.....	102
<b>Данцевич Иван Денисович.</b> Очистка смазочных материалов сельхозтехники методом центрифугирования.....	105
<b>Дорофеева Карина Андреевна.</b> Преимущества и недостатки сжиженного природного газа.....	109
<b>Евстигнеев Сергей Васильевич.</b> Альтернативные топлива, способы и устройства для их подачи в дизельный двигатель .....	113
<b>Жарков Кирилл Николаевич, Романюк Вадим Николаевич.</b> Повышение производительности крутонаклонного ленточного конвейера .....	117
<b>Захаров Владимир Викторович.</b> Вакуумные насосы для доильных установок .....	123
<b>Зырянец Андрей Дмитриевич, Разумов Виталий Алексеевич.</b> Необходимость перехода сельского хозяйства к цифровизации на основе применения робототехники .....	128
<b>Кильдишев Андрей Алексеевич.</b> Совершенствование технологии очистки техники .....	133
<b>Кильдишев Андрей Алексеевич, Матюнина Екатерина Алексеевна.</b> Защита резинотехнических изделий при хранении .....	136
<b>Клещик Александр Викторович.</b> Метод и средства измерения тягового сопротивления почвообрабатывающей машины.....	140
<b>Кожанова Алина Андреевна, Полякова Юлия Владимировна, Маланин Никита Сергеевич.</b> Технические средства для переработки навозной массы.....	144
<b>Комиссарова Екатерина Евгеньевна, Михайлов Андрей Сергеевич.</b> Исследование стационарной смотки рулонов льнотресты.....	147
<b>Комиссарова Екатерина Евгеньевна, Михайлов Андрей Сергеевич.</b> Адаптивная технология уборки и послеуборочной обработки льна на территории Вологодской области .....	153
<b>Кондрашов Александр Сергеевич.</b> Обзор учебного оборудования и наглядных пособий для лабораторных работ по сельскохозяйственным машинам .....	159
<b>Копейкин Артем Дмитриевич, Михайлов Андрей Сергеевич.</b> Современные энергоресурсосберегающие технологии обработки почвы.....	162
<b>Крюкова Надежда Сергеевна.</b> Современные технологии заготовки кормов из трав .....	165
<b>Крюкова Надежда Сергеевна.</b> Повышение эффективности подготовки	

машинно-тракторного парка к выполнению полевых работ .....	169
<b>Кузнецов Сергей Васильевич.</b> Обзор устройств учета молока на устанавливаемых стационарных и мобильных емкостях .....	171
<b>Кулак Максим Иванович, Костюченко Кирилл Константинович.</b> Особенности прочностных расчетов трубчатых конструкций и тонкостенных оболочек на животноводческих фермах .....	174
<b>Кучук Денис Викторович.</b> Применение углеродистых конструкционных сталей в нанокристаллическом состоянии для деталей сельхозмашин ....	180
<b>Ласица Павел Васильевич, Довнар Никита Дмитриевич.</b> Расчет каркаса модульной свиноводческой мини-фермы с помощью программы для пространственных стержневых конструкций.....	183
<b>Липин Виктор Сергеевич, Веденский Николай Васильевич.</b> Защита доильных стаканов.....	189
<b>Лисина Екатерина Сергеевна.</b> Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки .....	192
<b>Литвинов Владимир Игоревич.</b> Перспективы переработки автомобильных покрышек в российской федерации .....	195
<b>Литвинов Владимир Игоревич.</b> Вопрос охраны труда в сельском хозяйстве .....	200
<b>Логинов Егор Федорович.</b> Особенности эксплуатации транспортных и технологических машин в сельском хозяйстве .....	205
<b>Маланин Никита Сергеевич, Полякова Юлия Владимировна, Кожанова Алина Андреевна.</b> Современные технические средства для очистки сточных вод в АПК .....	210
<b>Малюков Дмитрий Викторович.</b> Имитационное моделирование технологического процесса СВЧ-обработки зерна .....	214
<b>Матюнина Екатерина Алексеевна.</b> Очистка техники от загрязнений ..	219
<b>Михайлов Андрей Сергеевич.</b> Основные принципы обучения профессии тракторист-машинист сельскохозяйственного производства .....	224
<b>Михайлов Андрей Сергеевич, Евстигнеев Сергей Васильевич, Шарыпов Андрей Николаевич, Каменев Александр Алексеевич.</b> Экспертная оценка нефтепродуктов по показателю кинематической вязкости .....	229
<b>Муссоев Иброхимджон Наджмудинович, Муссоев Хабибхон Наджмудинович, Афиногенова Светлана Николаевна.</b> Патентный поиск способов пропитки изоляции обмоток электрических машин, используемых в агропромышленном комплексе .....	234
<b>Муссоев Иброхимджон Наджмудинович, Афиногенова Светлана Николаевна.</b> Анализ классификации отказов асинхронных двигателей в сельскохозяйственном производстве .....	239
<b>Низов Никита Сергеевич.</b> Переработка изделий из пластика .....	242
<b>Николаева Елизавета Сергеевна.</b> О преимуществах «диагонального» принципа управления поворотом гусеничного трактора.....	248
<b>Новокишанов Федор Алексеевич, Тимофеев А.П.</b> Прогноз норм расхода	

топлива автомобилей, оборудованных системой GPS .....	253
<b>Осинов Никита Алексеевич.</b> Переработка навоза и сопутствующих отходов животноводства методом бактерицидной ферментации.....	259
<b>Полякова Юлия Владимировна, Кожанова Алина Андреевна, Маланин Никита Сергеевич.</b> Барбатажные аэраторы для очистки сточных вод в животноводческих фермах .....	262
<b>Попов Сергей Владимирович.</b> Совершенствование условий труда персонала организаций.....	267
<b>Попова Татьяна Леонидовна.</b> Разработка цифровой теплицы для выращивания земляники садовой.....	272
<b>Послед Ян Валерьевич, Хандрико Евгений Николаевич.</b> Анализ модернизации электротали с целью повышения грузоподъемности .....	278
<b>Разумов Виталий Алексеевич, Зырянцев Андрей Дмитриевич.</b> Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве .....	281
<b>Романов Александр Сергеевич.</b> Исследование отходов упаковочных материалов из пластмассы с целью их дальнейшей переработки.....	285
<b>Романюк Вадим Николаевич, Жарков Кирилл Николаевич.</b> Ленточный конвейер с устройством для предотвращения буксования транспортной ленты .....	289
<b>Руденко Алексей Дмитриевич.</b> Технология системы промывки современного доильного оборудования .....	295
<b>Руденко Алексей Дмитриевич, Мурашко Владислав Игоревич.</b> Анализ работоспособности механизмов передвижения кран-балки при увеличении грузоподъемности электрической тали.....	298
<b>Рыхлик Антон Николаевич.</b> Очистка масла при обкатке коробки переключения передач тракторов К-701/701а.....	302
<b>Серебряков Илья Андреевич.</b> Воздействие вибрации на организм человека .....	306
<b>Суворов Павел Андреевич.</b> Состояние проблемы измельчителей корнеклубнеплодов.....	310
<b>Тагаев Демид Александрович.</b> Всережимный механический пульсатор парного доения коров.....	316
<b>Тарасов Егор Николаевич.</b> Определение усилия запрессовки гильз в блок цилиндров двигателей внутреннего сгорания с использованием формул Ламе .....	321
<b>Тодждинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Обзор топ 10 мотоблоков 2019 года.....	327
<b>Тодждинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Модернизация топливной системы мотоблока Кірог .....	332
<b>Тодждинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Классификация орудий для основной обработки почвы.....	336
<b>Тодждинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Разработка роторно-дискового плуга.....	339

<i>Урюмов Григорий Васильевич.</i> Обзор устройств питателей для универсальной дробилки.....	342
<i>Худяков Антон Сергеевич.</i> Повышение послеремонтной долговечности тракторных двигателей.....	347

*Научное издание*

**Молодые исследователи  
агропромышленного и лесного  
комплексов – регионам**

*Том 2. Часть 1. Технические науки  
Сборник научных трудов по результатам работы  
IV международной молодежной научно-практической конференции*

*Ответственный за выпуск В.В. Суров*

Подписано в печать 30.05.2019 г.  
Объем 22,4 усл. печ. л.  
Заказ № 128-Р

Формат 60/90 1/16  
Тираж 50 экз.

**ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА  
160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**

ISBN 978-5-98076-299-5

