

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

# Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых



Труды научно-практической конференции  
с международным участием



Рязань  
2 марта 2018г.

УДК 63(08):33С5  
ББК 65.04:4я431

**Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых:** Материалы научно-практической конференции с международным участием 2 марта 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – 246 с.

В сборник вошли материалы научно-практической конференции с международным участием «Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых».

Статьи представлены в авторской редакции.

Статья «Оценка эффективности регенеративного фильтра.» авторов Н.В. Дмитриева, М.А. Трушина, Т.Н. Бегункова представлена в авторском варианте оформления.

Редакторы: В.В. Терентьев, кандидат технических наук, доцент;  
И.Ю. Богданчиков, кандидат технических наук.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

# Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых



Труды научно-практической конференции  
с международным участием



Рязань  
2 марта 2018 г.

## Содержание

<b>Секция 1. Инженерные решения для агропромышленного комплекса</b> .....	5
<i>Утолин В.В., Сгадлева И.М., Новиков Н.М., Гриньков В.И.</i> Анализ современных кормораздатчиков .....	5
<i>Хрипин В.А., Сахаров В.Г., Голиков Д.Е., Беспалов В.Г.</i> Сажалка клонов картофеля.....	11
<i>Паршина В.А., Валиков В.В., Басманов В.В., Ульянов В.М.</i> Технологическая линия и смеситель концентрированных кормов .....	15
<i>Георгиев П.Г., Шувалов Е.А., Цыганов Н.В., Даденко В.А., Ульянов В.М.</i> Доильный аппарат.....	20
<i>Филитова А.А., Филитова Е.А., Бахарев А.А.</i> Пути повышения эффективности механизированной очистки корнеплодов сахарной свеклы .....	24
<i>Липин В.Д., Топилин В.П., Липина Т.В., Седых Г.В.</i> Проектирование ротора ботводробителя БД-4 .....	29
<i>Стафоркина А.И., Колтовская Е.В., Бышов В.С., Каряев Н.Ф., Юдин Е.В.</i> Анализ энергосберегающих способов сушки продуктов сельскохозяйственного производства .....	32
<i>Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Гриньков В.И., Байдов А.В.</i> Комбикормовый агрегат .....	36
<i>Лузгин Н.Е., Липин В.Д., Лузгина Е.С., Назаров А.В., Аникин А.С.</i> Устройство для приготовления тестообразной подкормки для пчёл .....	40
<i>Колдин М.С., Криволапов И.П., Киселев С.И., Холопова Т.Ю.</i> Проблемы утилизации отходов сельскохозяйственных производств и пути их решения ...	45
<i>Мамонов Р.А., Миронов В.В., Зброжик Е.Г.</i> Анализ способов и средств сепарации гранул перги из измельченных пчелиных сотов .....	49
<i>Липин В.Д., Топилин В.П., Липина Т.В., Подорожный Р.С.</i> Проектирование аппарата с регулируемыми размерами ячеек высевающего диска .....	53
<i>Некрашевич В.Ф., Мамонов Р.А., Байдов А.В., Зброжик Д.Г., Рыбкин Р.А.</i> Испытание дискового измельчителя зерна.....	58
<i>Рязанцев А.И., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю., Ахтямов А.А.</i> Снижение энергетических затрат на передвижение электрифицированной дождевальная машины «КУБАНЬ – ЛК1».....	62
<i>Лузгин Н.Е., Туркин В.Н.</i> Теоретическое обоснование производительности скребкового транспортера-дозатора сыпучих минеральных удобрений .....	66
<i>Мамонов Р.А., Буренин К.В., Булаев В.А.</i> Исследование влияния параметров выгрузной решетки измельчителя пчелиных сотов на качество перги .....	70
<i>Лузгин Н.Е., Туркин В.Н.</i> Определение основных мощностных параметров скребкового транспортера-дозатора сыпучих грузов .....	73
<b>Секция 2. Транспорт в сельском хозяйстве</b> .....	76
<i>Креков С.А., Юхин И.А., Успенский И.А., Шафоростов В.А., Зайцев В.Н.</i> Виды и характеристики тары для перевозки легкоповреждаемых сельскохозяйственных грузов .....	78

<i>Михеев Н.В., Козюков А.В.</i> Дизельный двигатель транспортно-технологических машин и альтернативное топливо .....	84
<i>Лахмостов А.И., Бышов Н.В., Кокорев Г.Д., Успенский И.А., Юхин И.А.</i> Факторы, влияющие на темп износа автомобильных шин проблемы оценки повреждаемости плодоовощной продукции при транспортировке .....	96
<i>Пискачев И.А., Терентьев В.В., Шемякин А.В.</i> Проблемы оценки повреждаемости плодоовощной продукции при транспортировке .....	96
<b>Секция 3. Эксплуатация машинно-тракторного парка</b> .....	100
<i>Непарко Т.А., Журавский Е.Ю.</i> Определение рациональных комплексов машин при производстве механизированных работ .....	100
<i>Панфилова Т.И., Богданчиков И.Ю.</i> К вопросу о повышении производительности машинно-тракторных агрегатов .....	106
<i>Корнюшин В.М., Тимохин А.А.</i> Обеспечение заправки с/х техники, работающей на газомоторном топливе .....	110
<i>Дмитриев Н.В., Трушин М.А., Бегунков Т.Н.</i> Оценка эффективности регенеративного фильтра .....	115
<b>Секция 4. Общие тенденции и проблемы развития предприятий агропромышленного комплекса</b> .....	121
<i>Корнюшин В.М., Кузьмичёв Е.О.</i> Инновационный миникультиватор-опрыскиватель для обработки посадок картофеля .....	121
<i>Ваулина О.А., Петракова Е.С.</i> К вопросам учета и контроля животных на выращивании и откорме .....	126
<i>Дерр Е.С., Крюнчакина А.Д.</i> Состояния конструкций техники для уборки картофеля .....	131
<i>Дерр Е.С., Крюнчакина А.Д.</i> Самоходные машины для уборки картофеля .....	133
<i>Криволапов И.П., Щербаков С.Ю., Стукалова Е.В., Петина И.И.</i> Факторы, формирующие магнитное поле земли .....	135
<i>Криволапов И.П., Колдин М.С., Новикова В.С., Порядина А.О.</i> Перспективы применения торфа в структуре биологического фильтра .....	139
<i>Ваулина О.А., Афонина Е.В.</i> Аспекты развития управленческого учета на предприятиях АПК .....	144
<i>Жбанов Н.С., Игумнов А.А., Мещеряков С.С.</i> Классификация технологических схем картофелеуборочных машин .....	149
<b>Секция 5. Сервис технических систем в АПК</b> .....	154
<i>Рембалович Г.К., Костенко М. Ю., Старунский А.В., Исаев И.В.</i> Диагностирование состояния моторного масла с помощью фильтра-датчика .....	154
<i>Кондауров Д. А., Садовая И.И., Пащенко В.М.</i> Проблема создания компактной установки для оперативного определения октанового числа автомобильных бензинов моторным методом .....	158
<i>Дорофеева К.А., Борычев С.Н., Кокорев Г.Д., Успенский И.А., Юхин И.А.</i> Анализ методов технического диагностирования автомобилей .....	162
<i>Савюк С.Д., Бышов Н.В., Кокорев Г.Д., Успенский И.А., Юхин И.А.</i> Импульсный впрыск. Поиск неисправностей и обслуживание .....	168

<i>Жбанов Н.С., Игумнов А.А., Мещеряков К.С.</i> Классификация предохранительных устройств сельскохозяйственных машин .....	174
<i>Рязанцев А.И., Антипов А.О., Ахтямов А.А.</i> Технологические особенности полива участков со сложным рельефом машиной «Фрегат». ....	178
<i>Шейкина Д.А., Полункин А.А.</i> Виды потерь сельскохозяйственной продукции при ее транспортировке и хранении в складских помещениях учреждений УИС .....	181
<i>Лузгин Н.Е., Лузгина Е.С., Назаров А.В., Аникин А.С., Байдов А.В.</i> Анализ средств механизации покрытия оболочками пищевых продуктов и подкормок для пчел .....	184
<i>Свистунова А.Ю., Горячкина И.Н.</i> Современные материалы для защиты сельскохозяйственных машин от коррозии .....	192
<i>Киселев В.А., Андреев К.П.</i> Проблемные вопросы защиты сельскохозяйственной техники от коррозии .....	195
<b>Секция 6. Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве ..</b>	<b>200</b>
<i>Глазунов Д.С., Кулешова О.А., Пустовалов А.П.</i> Исследование источников питания регулируемой частоты .....	200
<i>Красников А.С., Гобелев С.Н., Нагаев Н.Б., Калмыков А.А., Яшков А.В.</i> Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях .....	205
<i>Глазунов Д.С., Кулешова О.А., Пустовалов А.П.</i> Анализ методов прогрева и сушки силовых трансформаторов .....	212
<i>Рычажков Д.И., Фатьянов С.О.</i> Разработка мероприятий для испытаний осветительной аппаратуры при внутреннем монтаже .....	215
<i>Юдаев Ю.А., Ашарина А.М., Крашлина Ю.Н.</i> Влияние электромагнитных полей на растения.....	219
<i>Юдаев Ю.А., Аксенов Д.О., Гаврикова Е.Ю.</i> Моделирование электрических полей в облучателях семян .....	222
<b>Секция 7. Актуальные вопросы в строительной отрасли .....</b>	<b>227</b>
<i>Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Попова В.О., Ждарыкина Е.Э.</i> К вопросу о применении сероасфальтобетона .....	227
<i>Суворова Н.А. Лесовая С., Сорокин М.</i> Основные методы защиты городской среды от транспортного шума.....	229
<i>Бортник А.В., Кокорев Г.Д., Успенский И.А., Юхин И.А., Воронов В.П.</i> Использование отходов металлокорда в качестве армирующих элементов высокопрочного фибробетона.....	234
<i>Стрыгин С.В., Чичанина Е.В.</i> Разработка перекрестно-стержневых пространственных конструкций для инженерного проектирования .....	238
<i>Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Ждарыкина Е.Э., Попова В.О.</i> Автодорожная сеть в российской федерации и её перспективы .....	243

УДК 631.22.014:636.084.7

Утолин В.В., к.т.н.,  
Сгадлева И.М., студент,  
Новиков Н.М., студент,  
Гриньков В.И. студент,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ

Смешивание - это процесс перемещения компонентов, в результате которого в смеси любого объема будет содержаться заданное количество ее составляющих.

В производстве комбикормов смешивание является конечным процессом, так как непосредственно в процессе смешивания получают комбинированные корма или кормосмеси.

Внедрение высокоэффективных способов производства, приготовления и раздачи кормов обеспечивает их рациональное использование, а также способствует высокой усвояемости животными питательных веществ.

Невозможно найти полный набор питательных веществ в одном виде корма. Этим и определяется необходимость приготовления кормосмесей. Скармливание полнорационных смесей позволяет, при сокращении сроков откорма, повысить продуктивность животных. Одновременно снижается расход кормов. Сбалансированные смеси для свиней, например, содержат до 15-20, а для птиц до 40-50 различных компонентов.

Необходимо соблюдение следующих зоотехнических требований к дозированию и смешиванию компонентов:

1. Составляющие кормосмеси необходимо точно дозировать и вводить в смесь в соответствии с установленным порядком. Особое внимание этому следует уделить при включении в состав смеси микроэлементов, витаминов и антибиотиков.

2. Тщательное перемешивание компонентов.

3. Посторонние запахи и вредные примеси недопустимы в кормосмеси.

Реализация данных требований невозможна без использования рационально сконструированных агрегатов, обеспечивающих смешивание кормов и дозирование компонентов. При этом немаловажную роль играет энергоемкость данной технологической операции. Поэтому главное внимание следует уделить механизации трудоемкого процесса смешивания.

Для приготовления полнорационных кормовых смесей используют различные виды мобильных кормоприготовительных агрегатов. Разнообразие кормораздатчиков обусловлено зоотехническими требованиями к процессу приготовления корма для разных видов и возрастных групп животных, физико-

механическими свойствами приготавливаемых компонентов, назначением и размерами агрегатов, поисками эффективных и рациональных конструкций мобильных кормоприготовительных агрегатов.

Кормоприготовительные агрегаты классифицируют по целому ряду признаков.

По назначению:

- специальные. Их, в свою очередь, в зависимости от состояния и консистенции исходных ингредиентов кормосмеси, делят на смесители для приготовления сухих, сыпучих, влажных, полужидких и жидких смесей;
- универсальные. Такие смесители обеспечивают непосредственно приготовление различных по структуре и составу кормовых смесей;
- комбинированные. В данном случае смешивание ингредиентов объединяется с другими технологическими процессами (например, измельчитель - смесиватель, запарник-смеситель).

В зависимости от принципа действия смесители бывают:

- порционные или периодического действия. Представляют собой последовательное выполнение загрузки кормов, смешивания и выгрузки готовой кормосмеси. Большое значение имеет технологическое преимущество в этом подходе к процессу смешивания, а именно применение весового дозирования, позволяющее производить сбалансированные корма, минимизировав отклонения компонентов от установленной нормы, а также автоматизация формирования смеси в соответствии с принятым рационом;

- поточные или непрерывного действия. В таких смесителях загрузка, смешивание и выгрузка конечного продукта осуществляются одновременно. Сравнивая с порционными смесителями, равных габаритов, поточные обеспечивает более высокую производительность, но в то же время требовательны к величине и равномерности дозирования исходных составных частей смеси.

Непосредственно от физико-механических и технологических свойств смешиваемых компонентов во многом зависят конструкторские особенности рабочего органа смесителя.

Рабочим органом в смесителях может быть камера смешивания (барабанные) и мешалки, которые размещены в ней. В зависимости от конструкции мешалки делят на:

- лопастные;
- скребковые;
- шнековые;
- пропеллерные (пригодные только для приготовления питательных растворов);
- турбинные и т.п.

По размещению рабочего органа выделяют кормоприготовительные агрегаты:

- горизонтальные;
- вертикальные.



По количеству рабочих органов:

- одновальные;
- двухвальные;
- многовальные (рис.1).

Основные типы смесителей показаны на рисунке 2.

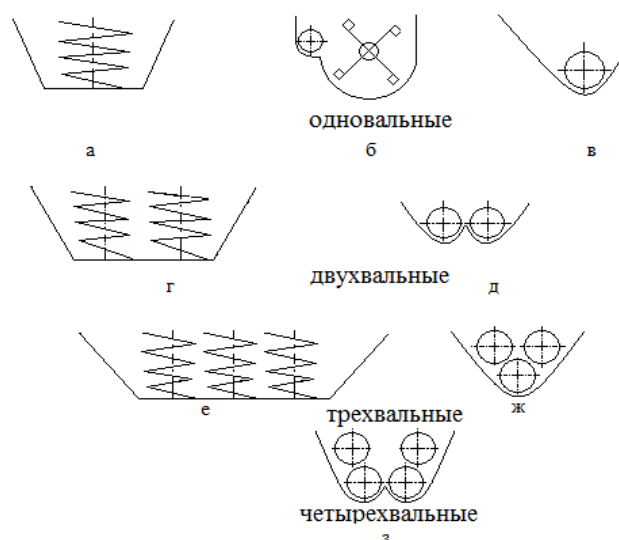
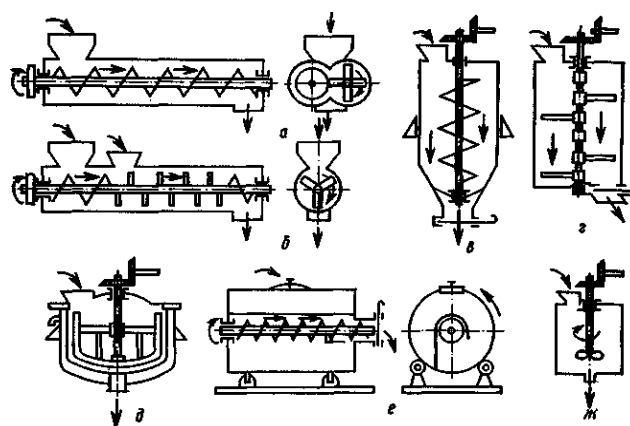


Рисунок 1 – Классификация шнековых смесителей по конструкции рабочего органа



- а, б - горизонтальные шнековый и шнеково-лопастной непрерывного действия;
- в - вертикальный шнековый периодического действия;
- г, д - лопастные периодического действия;
- е - барабанный периодического действия;
- ж - пропеллерный периодического действия

Рисунок 2 – Типы смесителей

На данный момент широко применяют шнековые смесители. Шнеки могут быть расположены горизонтально, вертикально, под наклоном.

Рассмотрим вертикально-шнековые смесители раздатчики нескольких популярных на рынке агротехники производителей мобильных

кормораздатчиков таких как: KUHN, «Ростсельмаш», «Колнаг», DeLaval, Siloking.

Вертикально-шнековые смесители раздатчики Kuhn представлены моделями: Euromix I 870, I 1070, с 2-мя и 3-мя шнеками. Euromix I 870 делает возможным совмещение операций по подготовке полнорационной кормосмеси и раздаче ее в одной машине. Обслуживает данный смеситель один механизатор. Затраты на эксплуатацию получаются минимальными.

К аналогам этой модели следует отнести SEKO (Италия), Siloking (Германия), JF StollFeeder VM (Дания) и др.

Кормораздатчики Euromix I с 3 вертикальными шнеками предназначены для крупных животноводческих хозяйств. Такие конструкции позволяют перемешивать смесь по всей площади емкости.

Модели емкостью 28 и 33 куб.м. оснащены угловым редуктором. На моделях емкостью 39 и 45 куб.м. устанавливаются серийные угловые редукторы.

Раздачу кормов можно подстроить в зависимости от конфигурации коровника. Линейка кормосмесителей Euromix I с 3-мя вертикальными шнеками дополняет 70-ю серию кормосмесителей Kuhn с прямой выгрузкой через разгрузочный лоток (или через наклонный ленточный транспортер при наличии желоба). Большие выгрузные окна, которые расположены спереди и/или сзади, слева и/или справа емкости, способствуют повышению производительности.

Серия 80 отличается выгрузкой с помощью поперечного конвейера, который располагается в передней части кормосмесителя. Конвейер также позволяет контролировать поток, при работе с грубой волокнистой массой.

Миксеры CormorantVertical 800-1200 производителя «Ростсельмаш» имеют шнек конусообразной формы. Он позволяет равномерно измельчать рулоны и тюки больших размеров. Шнек при этом не деформируется и не изгибается, тем самым продлевая срок службы и повышая надежность машины. Шнек конусообразной формы обеспечивает качественное приготовление корма с фракцией 3-4 см и не допускает его прессование.

Бункер также имеет конусообразную форму, которая обеспечивает равномерное смешивание кормов и высокое качество кормосмеси. Миксер, оснащенный электронными весами, позволяет с точностью до 1 кг отмерять ингредиенты, загружать их в необходимом количестве.

CormorantVertical 800-1200 оснащен двухскоростным редуктором, позволяющим быстро приготовить смесь. На первой скорости вращения редуктора осуществляется резка и смешивание корма. На второй скорости вращения - выгрузка кормов.

Гарантию долговечной и бесперебойной работы миксера обеспечивает особенная форма самозатачивающихся ножей. Специальная сталь с антикоррозийным покрытием, используемая при изготовлении шнека и днища миксера, позволяет повысить стойкость и надежность машины.

Ряд оборудования для приготовления и раздачи кормов КРС производства «КОЛНАГ» открывает смеситель-кормораздатчик Solomix 1 5ZK.

Уникальность Solomix 1 5ZK состоит в минимальных габаритах (высота 2,18 и ширина 2,2 м). При этом сохраняются все преимущества более мощных представителей.

Solomix 1 5ZK с вертикальным шнеком и одним выгрузным клапаном соответствует требованиям для использования на фермах с небольшим поголовьем, маломощными тяговыми средствами и невысоким бюджетом.

В стандартную комплектацию смесителя для дополнительного снижения стоимости технического обслуживания включены сменные ножи шнека.

В настоящее время передовой и эффективной системой кормления стали автономные роботы-кормораздатчики. Целый ряд автономных роботов-кормораздатчиков Triomatic, представителей серии T, может быть легко встроены в существующие на сегодняшний день системы кормления. Роботы имеют два вертикальных перемешивающих шнека, электронную систему смешивания, поперечный транспортёр для выгрузки влево и вправо, скользящий механизм отбора мощности и страховочный бампер, а также привод с системой позиционирования и рабочий объем 3 м<sup>3</sup>.

Вертикальные кормосмесители DeLaval обладают уникальной конструкцией вертикального шнека в сочетании с противножами, позволяющей работать с целыми рулонами и тюками сена, соломы. Центральный шнек измельчает, встряхивает и перемешивает компоненты в смесительном бункере. Компоненты корма тщательно перемешиваются в рыхлую однородную структурную кормосмесь, что повышает количество корма, потребляемого животными.

Все вертикальные кормосмесители объемом от 12 м<sup>3</sup> и более оснащены двухскоростным редуктором. Такая конструкция позволяет снизить энергозатраты трактора и гарантирует эффективное смешивание, распределение и опустошение бункера смесителя.

Вертикальные кормосмесители имеют длительный срок службы. Основные узлы конструкции (стенки бункера, днище, лопасти шнека, силовые элементы рамы и др.) изготовлены из конструкционной стали DIN St52-3. Легирующие элементы - марганец и кремний - придают свойствам стали повышенную прочность, износостойкость и сопротивляемость коррозии.

При проектировании смесителей-кормораздатчиков SILOKING Trailed Line Duo приоритетными являлись задачи минимизации затрат при сохранении максимальной надёжности. Рассмотрим смесители-кормораздатчики New Generation.

Новый планетарный редуктор – уникальная разработка. Сконструирован он специально для смесителей-кормораздатчиков SILOKING. Понижающий редуктор оснащен 4-мя планетарными шестернями. Данная особенность позволяет смесителю-кормораздатчику работать даже при самых экстремальных нагрузках. В местах, подверженных наибольшему влиянию,

таких как: клинья в центральной области бункера, вставки по бокам от заслонки, серийно устанавливается сплав высококачественной стали SILONOX. Сплав стали продлевает срок полезной эксплуатации машины без необходимости в дооборудовании.

По сторонам под бункером размещены датчики системы взвешивания. Они находятся в защитных литых корпусах. Непосредственно перенос веса осуществляется только в одной точке. Отсутствие деформации позволяет повысить точность взвешивания.

Широкая полая несущая рама с новой конструкцией подвески и несущих осей способствует стабильности движения, повышению точности взвешивания.

Основой всех новых моделей SILOKING Duo является базовая модель с максимальным размером в трех исполнениях. Ходовая часть, привод и электроника одинаковы для каждой модели. Возможность выбора высоты бункера и колес можно подобрать машину, подходящую для каждого отдельного коровника или высоты погрузчика. Следует обратить внимание, что при уменьшении высоты бункера соответственно уменьшается и турбо-шнек, что способствует сохранению всех необходимых соотношений геометрии бункера.

Практика доказывает, что машины с вертикальными шнеками быстрее справляются с плотным и тяжелым кормом (они хуже нарезают, но отлично смешивают рацион), в то время как агрегатам с горизонтальными шнеками сложнее справиться с плотной массой.

В первую очередь машина должна быть универсальной и подходить для раздачи всех видов кормов для различных половозрастных групп животных. Машины с вертикальными шнеками зарекомендовали себя более надежными. При этом потребляют немало энергии, так как шнек при смешивании постоянно поднимает массу вверх. Вертикальные машины на рынке техники создают серьезную конкуренцию своим горизонтальным коллегам. Основная причина в универсальности, низкой металлоемкости, более простой конструкции и быстром приготовлении кормосмеси.

### ***Библиографический список***

1. Савенко, В.Г. Приготовление и раздача полнорационных кормосмесей для КРС. Технология и машины [Электронный ресурс] / В.Г. Савенко Л.В. Ларичкина, Б.В. Лукьянов. – URL : <http://catalog.bitrix.nlb.by>

2. Туманова, М.И. Классификация кормораздатчиков / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова. - URL : <https://elibrary.ru>

3. Шилова Е.П. Смеситель-кормораздатчик [Электронный ресурс] /Е.П. Шилова. – URL : <http://mcx-consult.ru>

4. Гулевский, В.А. Краткий курс теоретической механики : учебное пособие / В.А. Гулевский, В.П. Шацкий. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2009. – 178 с.

5. Латышёнков, М.Б. К проблеме истечения сыпучих материалов из бункеров для хранения сельскохозяйственной продукции [Текст] / М.Б.

Латышёнок, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков // Материалы науч.- практ. конф. РГАТУ. – Рязань, 2009. – С. 90-93.

6. Терентьев, В.В. Обоснование размеров выпускных отверстий бункеров [Текст] / В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, Е.М. Астахова // Материалы науч.- практ. конф. – Рязань, 2007. – С. 284-286.

**УДК 631.333.022**

*Хрипин В.А., к.т.н.*

*Сахаров В.Г.,*

*Голиков Д.Е.,*

*Беспалов В.Г.*

*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **САЖАЛКА КЛОНОВ КАРТОФЕЛЯ**

Для получения стабильных и прогнозируемых урожаев картофеля необходим здоровый без патогенов и вирусов посадочный материал. Получение такого продукта из меристемы (клеточной ткани) в пробирках уже достаточно давно известно и апробировано, в том числе и в картофелеводстве. Однако требуются значительные продолжительность и затраты ручного труда, а также тепличные условия [1].

Одним из современных способов в выращивании сельскохозяйственных культур и семеноводстве является технология с использованием биологической контейнеризации. Она благодаря применению органо-минеральных контейнеров, позволяет осуществить посадку семенного материала подготовленным, способным ускоренным темпами дать всходы и является экологичной [2,3].

Органо-минеральный контейнер представляет собой шарик спрессованных удобрительных компонентов на основе торфа и кокосового волокна, клеящих веществ, макро- и микроэлементов, гормонов, полипептидов, термопротекторов и регуляторов роста диаметром 0,03...0,04 метра с пустотой-ложем. В которое закладывается семя или полученный из меристемы оздоровленный материал (клон картофеля). Он содержит всё необходимое для энергичного начала роста растения и дальнейшего его развития. После поливов во влажной почве межмолекулярные связи частиц биоконтейнера нарушаются, и он начинает распадаться, создавая вокруг заложенного в биоконтейнер семени рыхлую, воздухопроницаемую питательную биомассу, превышающую первоначальный объем контейнера в 2-2,5 раза. Растение получает мощный толчок для здорового развития. При этом питательная оболочка защищает растение от заражения болезнями на ранней стадии развития [3].

Биоконтейнер уменьшает расход органических и минеральных удобрений, снижает себестоимость выращиваемой продукции на 20-25%. Проведенными в ИОБ НААН исследованиями установлено, что использование

органо-минеральных контейнеров ускоряет появление всходов на 5–7 дней. Растения формируют развитый листовой аппарат и мощную корневую систему, что позволяет достигать увеличения урожайности раннего картофеля на 19–25%, при его товарности 88–90% [3,4].

Широкое применение органо-минеральных контейнеров возможно при наличии механизированного посева или посадки. Поэтому создание машины для высадки клонов картофеля в биоконтейнерах является актуальной задачей.

В связи с тем, что геометрические параметры биоконтейнера (рисунок 1) практически эквивалентны клубню картофеля, это делает возможность осуществлять механизированную посадку их разными типами сажалок. Однако вероятность их механического повреждения из-за специфической структуры органо-минеральных контейнеров, не позволяет использовать стандартные высаживающие аппараты.

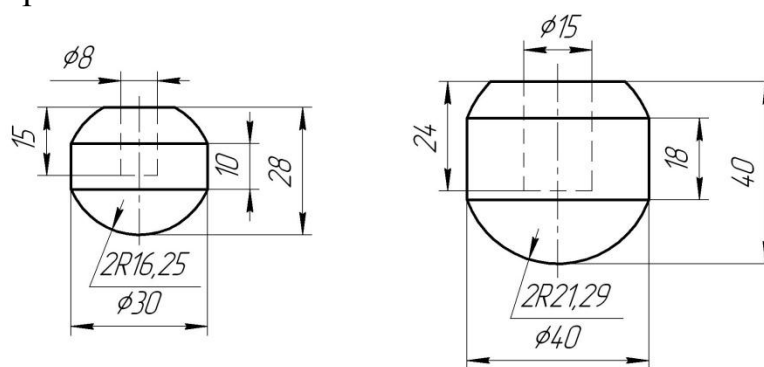


Рисунок 1 – Основные геометрические параметры биоконтейнеров

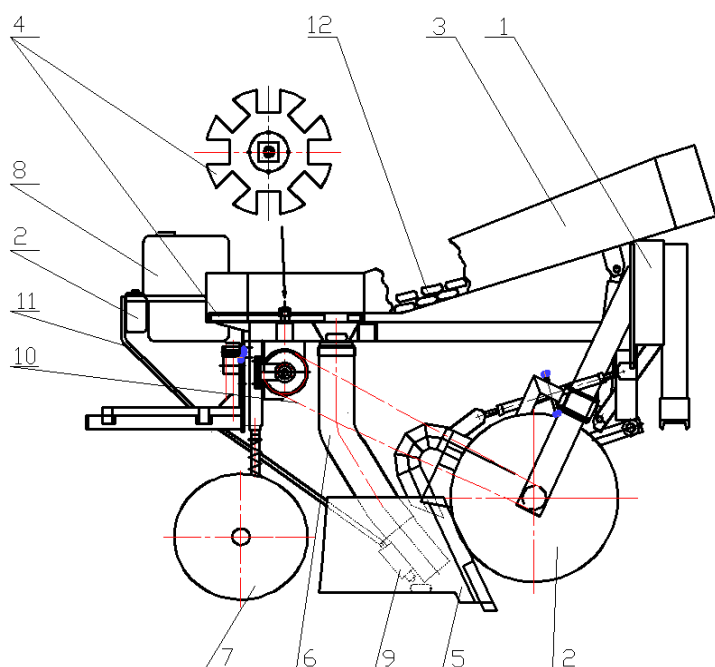
Следует учитывать, что для начала прорастания растения и разложения составляющих контейнера необходимо действие влажной среды. Содержание влаги в семенном материале и в земле при посадке может быть недостаточным, поэтому перед высадкой необходимо смачивать биоконтейнеры водой или водным раствором. Это создаёт в прикорневой области растений локальную зону, обогащённую органическими веществами, макро- и микроэлементами, а также стимуляторами роста. В результате ускоряется появление всходов, интенсификация процессов роста и развития растений картофеля.

С учетом изложенной специфики разработана конструкция двухрядной сажалки для клонов картофеля в органо-минеральных контейнерах (рисунок 2).

Сажалка содержит раму 1 с прицепным устройством и опорно-приводным колесом 2. На раме установлен бункер 3 для органо-минеральных

контейнеров 12, перемещающихся в высаживающий аппарат 4, откуда под сошник 5 по скатному лотку 6. Высаживающий аппарат сажалки для клонов картофеля выполнен роторного типа. На выходе из скатного лотка 6 установлена форсунка 9 соединенная гибким шлангом 11 с устройством опрыскивания биоконтейнеров 8. Крутящий момент на высаживающий аппарат осуществляется от опорно-приводного колеса через цепную передачу 10. Для заделки семенного материала в почве служит загортач 5.

Сажалка прицепная, агрегатируется с трактором тягового усилия 14 кН. Машина для посадки может использоваться во всех зонах возделывания картофеля, включая поливные земли, торфяные почвы и склоны до 7 градусов.



А

Б

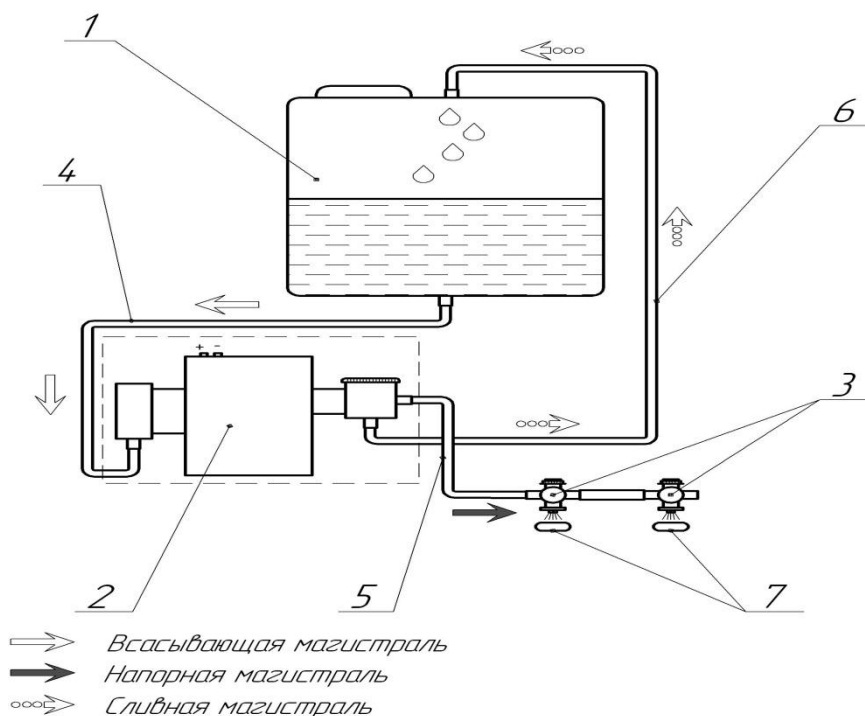
А – принципиальная схема; Б – общий вид; 1 – рама; 2 – опорно-приводное колесо; 3 – бункер для биоконтейнеров; 4- высаживающий аппарат; 5 – сошник; 6 – скатной лоток; 7 – загортач; 8 – устройство опрыскивания биоконтейнеров; 9 – форсунка; 10 – цепная передача; 11 – гибкий шланг; 12 – биоконтейнер  
Рисунок 2 – Сажалка для клонов картофеля в органо-минеральных контейнерах

Принципиальная схема системы опрыскивания органо-минеральных контейнеров водой, водными растворами ядохимикатов или гуминовых удобрений по гладкой пашне или в предварительно нарезанные гребни с междурядьями 70-75 см представлена на рисунке 4.

Системы опрыскивания органо-минеральных контейнеров содержит бак 1 для растворов, насос 2 с фильтром и регулятором давления, всасывающую 4, напорную 5 и сливную 6 магистрали. Жидкий раствор под давлением подается в форсунки 3, которые опрыскивают биоконтейнеры 7, поступающие из скатного лотка сажалки. Часть раствора по сливной магистрали 6 возвращается

обратно в бак 1. Конструкция системы опрыскивания сажалки обеспечивает необходимое увлажнение биоконтейнеров с клонами непосредственно перед их посадкой в почву.

В результате проведенных исследований доказана высокая эффективность сажалки клонов картофеля в органо-минеральных контейнерах. Органо-минеральные контейнеры не разрушались при соударении и падении во время погрузочно-разгрузочных работ и механизированной посадке. В то же время они полностью разлагается под воздействием почвенной влаги в течение сезона.



1 – бак для растворов; 2 – насос с фильтром и регулятором давления;  
 3 – форсунки; 4 – всасывающая магистраль; 5 – напорная магистраль;  
 6 – сливная магистраль; 7 – органо-минеральный контейнер

Рисунок 4 – Принципиальная схема опрыскивания биоконтейнеров

Применение двухрядной машины для высадки клонов картофеля в органо-минеральных контейнерах дает возможность снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции по сравнению с традиционной технологией при выращивании картофеля – до 30% при существенной прибавки его урожайности.

### **Библиографический список**

1. Писарев, Б.А. Производство раннего картофеля / Б. А. Писарев.– М.: Россельхозиздат, 1986. – 287 с.
2. Старовойтов, В.И. Индустрия картофеля [текст]/ В.И. Старовойтов. – М.: ВИНТИ, 2010. – 202 с.
3. Новая технология размножения картофеля с помощью микроклубней и биоконтейнеров /В.И. Старовойтов, Е.Л. Воловик, Ю.М. Бисинзон//



Диетический картофель – основа здоровья человека. – М.: СГУП Моссельхоз, 2007. – С. 31-34.

4. Новый способ предпосадочной подготовки клубней для получения раннего урожая картофеля /Т.В. Семибратская, В.О. Муравьев, А.В. Мельник. Новый способ предпосадочной подготовки клубней для получения раннего урожая картофеля// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, № 2, 2016. – С. 79...82.

5. Бойко, А.И. К вопросу соблюдения агротехнических требований при механизированной уборке картофеля [текст]/ А.И. Бойко, Г.К. Рембалович, С.Н.Борычев, И.А. Успенский, // Сб.: Совершенствование средств механизации и мобильной энергетики в сельском хозяйстве: Посвященный 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета. Министерство сельского хозяйства РФ; Рязанская Государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П. А. Костычева. – Рязань: РГСХА, 2003. С.67-68.

6. Гулевский В. А. Краткий курс теоретической механики : учебное пособие / В. А. Гулевский, В. П. Шацкий. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2009. – 178 с.

7. Пигорев, И.Я. Технологические приемы возделывания картофеля [Текст]/ И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина // Аграрная наука. – 2005. – № 8. – С. 19–23.

8. Семькин, В.А. Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства Курской области [Текст]/ В.А. Семькин, И.Я. Пигорев // Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса: материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. – 2007. – С. 3-10.

9. Крючков, М.М. Технологические элементы выращивания картофеля в ООО «Авангард» Рязанской области [Текст] / М.М. Крючков, В.Н. Овсянников, Д.В. Виноградов, И.Н. Шафеев // Сб. : Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля Рязань: РГАТУ, 2015. - С. 159-164.

**УДК 636.085.087**

*Паршина В.А.,  
Валиков В.В.,  
Басманов В.В.,  
Ульянов В.М., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ И СМЕСИТЕЛЬ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ**

Максимальное использование побочных продуктов пищевых и перерабатывающих производств позволяет снизить себестоимость кормов и получаемой продукции.

При переработке зерна кукурузы на крахмал и масло в качестве побочных продуктов получают смесь мезги с экстрактом, дробленое зерно, а также жмых. Они обладают высокой кормовой ценностью, богаты белками, жирами и углеводами. Обычно побочные продукты используются для скармливания сельскохозяйственным животным в виде отдельных компонентов кормовых рационов, что снижает эффективность их применения. Значительный спрос у потребителей на данные виды кормов отмечается в стойловый период [1]. В настоящее время из-за сезонных скачков с реализацией побочных продуктов и повышение экологических требований, крахмалопаточные предприятия для обеспечения длительного хранения производят их сушку. Поэтому наиболее рационально готовить из побочных продуктов сухие кормовые смеси.

Приготовление сухих концентрированных кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства подразумевает выполнение следующих операций: загрузка бункеров-дозаторов, дозирование компонентов в спиральный смеситель, их смешивание и выгрузка в накопительный бункер (рисунок 1).

Из бункеров 1 производят одновременную дозированную подачу мезги с экстрактом, дробленого кукурузного зерна, жмыха в загрузочную горловину смесителя 2, где в результате интенсивного перемешивания посредством спиралей готовится концентрированная кормовая смесь, которая направляется в накопительный бункер и далее потребителю.

Кукурузная мезга с экстрактом, дробленое кукурузное зерно и жмых имеют различные физико-механические свойства [2]. Поэтому, смешать эти компоненты с применением известных смесителей и получить высокую степень однородности, удовлетворяющую зоотехническим требованиям, предъявляемым к концентрированным кормам при низких энергетических затратах, весьма проблематично [3,4]. Для решения данной задачи нами предлагается конструкция спирального смесителя (рисунок 2).

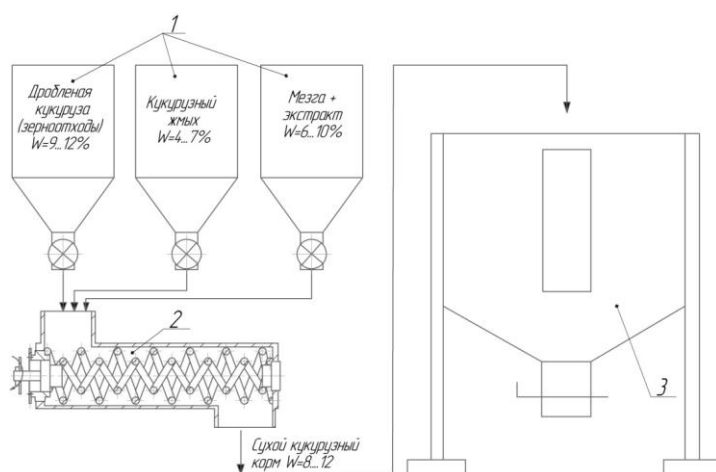
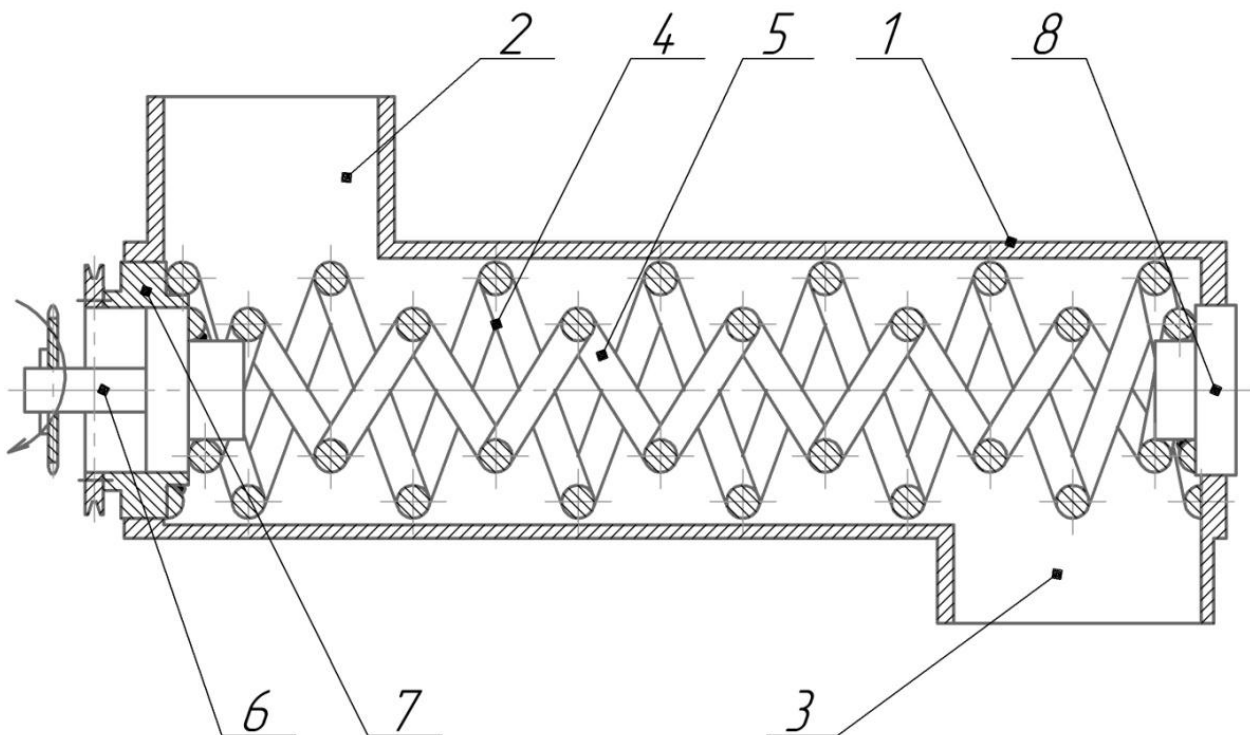


Рисунок 1 – Технологическая линия приготовления концентрированного корма



1 – корпус, 2, 3 – загрузочная и выгрузная горловины, 4 – внешняя спираль, 5 – внутренняя спираль, 6, 7 – ведущие цапфы, 8 – опорная цапфа  
Рисунок 2 – Схема спирального смесителя

Спиральный смеситель содержит корпус 1 с загрузочной 2 и выгрузной 3 горловинами. Внутри корпуса 1 концентрично одна в другой установлены наружная 4 и внутренняя 5 спирали, имеющие возможность вращения от ведущих цапф 6 и 7 (привод не показан). Для исключения значительного смещения и поломки при работе внутренняя спираль на втором конце имеет опорную цапфу 8.

Смеситель работает следующим образом. В загрузочную горловину 2 поступают компоненты корма. Спирали 4 и 5 смесителя захватывают и увлекают их как во вращательное движение, так и осевое вдоль корпуса 1. Вращение наружной и внутренней спиралей с различной частотой вызывает интенсивное смещение слоев корма, в результате чего из горловины 3 выходит однородный концентрированный корм. Регулирование производительности смесителя осуществляется за счет изменения частоты вращения привода спиралей.

В предложенном смесителе кормов вращаются две спирали. В зависимости от направления вращения они должны иметь соответствующее направление винтовой линии. Так при одинаковом их направлении для транспортирования корма спирали вращаются в одну сторону и при различном в противоположные.

В качестве основы расчета двухспирального смесителя принимаем условие, при котором поперечное сечение корпуса разбивается на две площади: кольцевую  $A$ , ограниченную диаметрами  $D_1$  и  $D_2$  и в форме круга  $B$  диаметром  $D_2$  (рисунок 3).

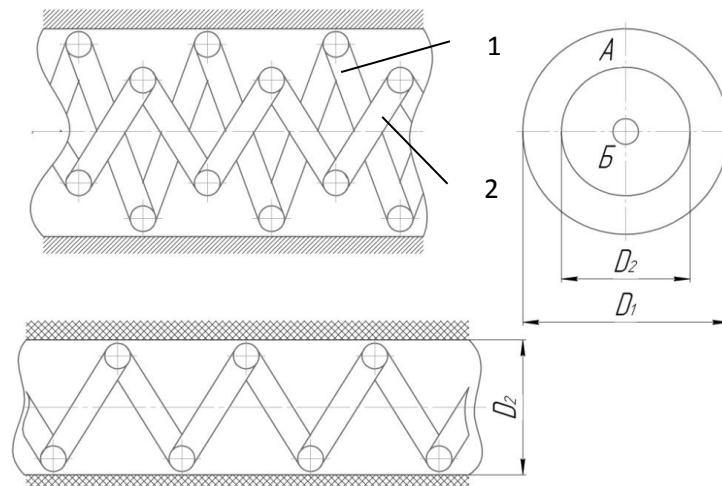


Рисунок 3 – Схема к расчету двухспирального смесителя

При обосновании параметров внутренней спирали 2 при максимальной транспортирующей способности необходимо стремиться, чтобы была обеспечена средняя осевая скорость частицы корма  $\mathcal{G}_{2c}$  на периферии спирали 2, равная средней осевой скорости  $\mathcal{G}_{1c}$  наружной спирали 1, т.е.

$$\mathcal{G}_{1c} = \mathcal{G}_{2c} = \mathcal{G}_{zc} \quad (1)$$

где  $\mathcal{G}_{zc}$  – средняя скорость частицы, м/с.

Тогда общая производительность двухспирального смесителя будет

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (2)$$

где  $Q_1, Q_2$  – соответственно производительности наружной и внутренней спиралей,  $\frac{m^3}{c}$

Производительность наружной спирали при перемещении корма с кольцевым поперечным сечением  $A$  будет

$$Q_1 = \mathcal{G}_{zc} \frac{\pi(D_2^2 - D_1^2)}{4} \quad (3)$$

Для определения производительности внутренней спирали при перемещении корма с поперечным сечением  $B$  найдем отношение:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} - 1 = k_d^2 - 1, \text{ откуда } Q_2 = \frac{Q_1}{k_d^2} \quad (4)$$

где  $k_d$  – конструктивный параметр, равный  $k_d = \frac{D_1}{D_2}$ .

Частоту вращения наружной спирали ( $n_1$ ) рабочего органа смесителя определим по формуле

$$n_1 = \frac{4Q_1 \cos \varphi}{\pi^2 D_1 \left( D_1^2 - D_2^2 - \frac{\delta_1^2}{\sin \alpha_1} \right) \sin \alpha_{1p} \cos(\alpha_{1p} + \varphi)}, c^{-1} \quad (5)$$

Частоту вращения внутренней спирали ( $n_2$ ) рабочего органа смесителя определим по выражению

$$n_2 = \frac{4Q_2 \cos \varphi}{\pi^2 D_2 \left( D_2^2 - \frac{\delta_2^2}{\sin \alpha_2} \right) \sin \alpha_{2p} \cos(\alpha_{2p} + \varphi)}, c^{-1} \quad (6)$$

где  $\varphi$  – угол трения материала о спираль;  $\delta_1; \delta_2$  – диаметры проволоки, из которых выполнены спирали, м;  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_{1p}, \alpha_{2p}$  – углы подъема винтовой линии спиралей, которые определяются по формулам [5].

$$\alpha_1 = \arctg \frac{S_1}{\pi d_{1p}}; \quad d_{1p} = D_1 - \delta_1; \quad d_{2p} = D_2 - \delta_1; \quad \alpha_2 = \arctg \frac{S_2}{\pi d_{2p}}; \quad d_{2p} = D_2 - \delta_2;$$

$$\alpha_{1p} = \arctg \frac{S_1}{\pi D_1} \quad \alpha_{2p} = \arctg \frac{S_2}{\pi D_2}$$

где  $S_1; S_2$  – соответственно шаг наружной и внутренней спиралей, м.

Приведенные выражения для определения частоты вращения спиралей рабочего органа смесителя, характеризуют его максимальную производительность при перемещении корма вдоль корпуса. В смесителе основным параметром является однородность смешивания компонентов. Но частоту вращения, исходя из этого параметра, аналитически определить сложно [4]. Целесообразно это сделать экспериментальным путем.

Предлагаемая технологическая линия приготовления кукурузного корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства с применением спирального смесителя позволит из компонентов с различными физико-механическими свойствами готовить концентрированную смесь для сельскохозяйственных животных, удовлетворяющую зоотехническим требованиям по однородности при минимальных энергетических затратах.

### ***Библиографический список***

1. Технология приготовления сырого корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства [Текст] / В.М Ульянов, В.В Утолин, Н.В. Счастлинова, Е.Е. Гришков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 2012, № 2. – С. 13 - 14.
2. Исследование физико-механических свойств кукурузной мезги [Текст] / В.М Ульянов, В.В Утолин, Е.Е. Гришков, С.И. Киселёв // Техника в сельском хозяйстве. – М., 2013, № 4. – С. 31 - 32.
3. Шнеково-лопастной смеситель для приготовления кормов [Текст] / В.М Ульянов, В.В Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 2013, № 6. – С. 11 - 12.
4. Обоснование конструктивно-технологических параметров смесителя кормов. [Текст] / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков, // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: сборник научных трудов / Международная научно-практическая конференция. Рязань: издательство ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – С. 63-68.
5. Григорьев, А.М. Винтовые конвейеры/. – М.: Машиностроение, 1972, 182 с.

*Георгиев П.Г.,  
Шувалов Е.А.,  
Цыганов Н.В.,  
Даденко В.А.,  
Ульянов В.М., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ

Эффективное развитие молочного скотоводства в настоящее время не возможно без высокопродуктивного поголовья животных. Что в свою очередь требует совершенствования доильной техники, которая зачастую не рассчитана на высокие удои. [1].

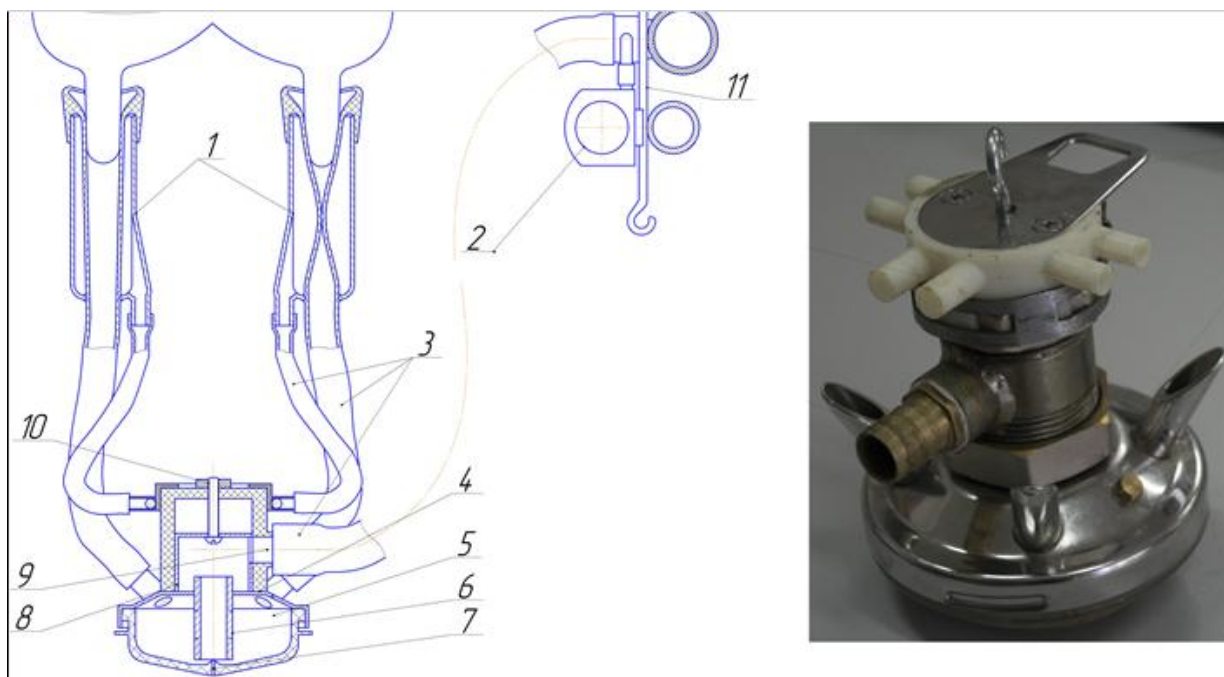
Современный доильный аппарат должен соответствовать не только техническим и технологическим требованиям, но и физиологическим особенностям животного, обеспечивать полное и безопасное выдаивание коровы. Выполнить эти условия можно путем разработки доильного аппарата с высокой пропускной способностью при стабильном вакуумном режиме под сосками вымени, что повысит эффективность машинного доения коров [2].

Двухтактный доильный аппарат попарного действия (рисунок 1) содержит доильные стаканы 1, пульсатор 2, молочные и вакуумные шланги 3, коллектор 4. В его молокоборной камере 5 установлена отсасывающая трубка 6, а в днище коллектора напротив входа в неё сделано отверстие 7 для впуска воздуха. В зоне верхнего обреза отсасывающей трубки 6 размещен полый клапан 8 для перекрытия выходного молочного патрубка 9. Полый клапан 8 снабжен радиальным отверстием и выполнен с возможностью осевого перемещения посредством управляющего штока 10.

Подключение аппарата к молочно-вакуумному крану доильной установки производится с помощью ручки 11, а соединение молокоборной камеры 5 коллектора 4 с молокопроводом производится нажатием вниз до упора на управляющий шток 10. После надевания доильных стаканов 1 на соски вымени коровы начинается процесс доения. Молоко от доильных стаканов перемещается в молокоборную камеру 5 и далее через отсасывающую трубку 6, выходной патрубков 9 и молочный шланг 3 в молокопровод доильной установки. Чтобы отключить коллектор 4 от вакуума, необходимо потянуть вверх за управляющий шток 10, что обеспечит подъём полого клапана 8 с перекрытием молочного патрубка 9.

Во время доения отвод вверх через отсасывающую трубку молока интенсифицирует его движение из коллектора. Это происходит за счет действия дополнительных подъемных сил, таких как сила неоднородности плотностей и выталкивающая сила, действующая на шарики воздуха, растворенные в молоке. Сила неоднородности плотностей появляется из разности плотностей молока, поступающего от доильных стаканов в коллектор

и молоковоздушной смеси, образующейся при смешивании потоков молока и воздуха, поступающего в молокосорную камеру через отверстие под отсасывающей трубкой. Выполнение клапана 8 в виде трубки с радиальным отверстием значительно уменьшает сопротивление при движении молоковоздушной смеси, что снижает завихрение и увеличивает скорость потока молока и соответственно отсасывающую способность доильного аппарата.



**А**

**Б**

А – принципиальная схема; Б – общий коллектора;

1 – стаканы; 2 – пульсатор; 3 – молочные и вакуумные шланги; 4 – коллектор; 5 – молокосорная камера; 6 – отсасывающая трубка; 7 – отверстие для впуска воздуха; 8 – поильный клапан; 9 – выходной патрубков; 10 – управляющий шток; 11 – ручка.

Рисунок 1 – Доильный аппарат

Лабораторные исследования экспериментального доильного аппарата проводили на стенде «Искусственное вымя» (рисунок 2), разработанным творческим коллективом под руководством профессора Ульянова В.М. [3]. Стенд «Искусственное вымя» используется для проведения лабораторных испытаний различного доильного оборудования как серийного, так и экспериментального, а также для приобретения практических навыков при работе с ними.

Наиболее важные факторы, влияющие на пропускную способность предлагаемого доильного аппарата, это: величина рабочего вакуумметрического давления, площадь проходного сечения отсасывающей трубки, высота между её нижним обрезом и дном молокосорной камеры, а также количество воздуха поступающего в коллектор через отверстие в его

днище. Поэтому в ходе экспериментальных исследований определялось влияние данных факторов на работу доильного аппарата.



1 – бак заменителя молока; 2 – напорная труба; 3 – расширительная емкость; 4 – имитатор соска; 5 – мембранный клапан; 6 – мембранный насос с фильтром и коллекторами распределения потоков жидкости; 7 – блок управления

Рисунок 2 – Лабораторный стенд «Искусственное вымя»

Проведенные лабораторные исследования позволили определить рациональные параметры предлагаемого доильного аппарата. При рабочем вакуумметрическом давлении 48...50 кПа диаметр отсасывающей трубки коллектора составляет 0,015...0,016 м, а диаметр отверстия для впуска воздуха в коллектор лежит в пределах 0,0007...0,0008 м. При этом высота установки нижнего обреза отсасывающей трубки относительно дна молокосорной камеры коллектора составляет 0,004 м.

При изменении диаметра отсасывающей трубки выше 0,016 м увеличивается расход воздуха коллектором, а это негативно сказывается как на структуре потока молока, так и его качестве [4,5].

Сравнительные лабораторные испытания серийно выпускаемых доильных аппаратов и экспериментального с рациональными параметрами (рисунок 3) позволили выявить, что доильный аппарат с верхней эвакуацией молока из коллектора обладает большей пропускной способностью на всем интервале рабочего вакуума, чем серийные выпускаемые. Так при оптимальном вакуумметрическом давлении 48 кПа средние пропускные способности доильных аппаратов составили: АДУ-1 – 0,03 кг/с, АДС-25 – 0,041 кг/с, DeLaval MC11 – 0,042 кг/с, экспериментального – 0,05 кг/с.



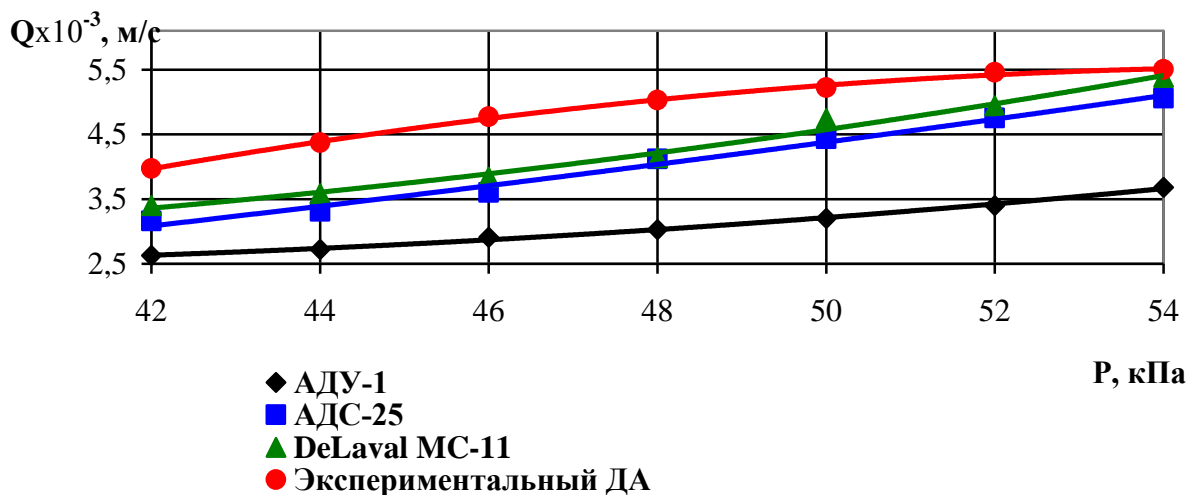


Рисунок 3 – Сравнительные испытания доильных аппаратов

Итак, использование экспериментального доильного аппарата с верхней эвакуацией молока из коллектора обеспечивает повышение его пропускной способности, исключает переполнение коллектора и обратного оттока молока из него, что соответственно стабилизирует уровень вакуума под сосками.

В дальнейших исследованиях необходимо провести проверку эффективности применения с физиологической оценкой переносных доильных аппаратов с верхней эвакуацией молока из коллектора в производственных условиях фермы.

### **Библиографический список**

1. Производственная проверка технологий доения коров/ В.М. Ульянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, №6, 2008. С.13-14.
2. Патент РФ № 2565276 С1, МПК А01J5/02. Двухтактный доильный аппарат попарного доения / Ульянов В.М., Панферов Н.С., Хрипин В.А., Набатчиков А.В., Коледов Р.В. – Оpubл. 20.10.2015.; Бюл. № 29.
3. Стенд для испытания доильных аппаратов./ В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Р.В. Коледов, Н.С. Панферов//Сельский механизатор, 2015, №7, с. 22-23.
4. Экспериментальные исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в лабораторных условиях [Текст] / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Н.С. Панферов, А.В. Набатчиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – №3, 2016. – 118 с., С. 65-71
5. Лабораторные исследования коллектора доильного аппарата [Текст] / А.В. Набатчиков, Н.С. Панферов, В.М. Ульянов // В сборнике: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона. Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, 2016. С. 86-89.
6. Хрипин, В.А. Результаты исследований устройства для автоматического снятия доильного аппарата [Текст] / В.А. Хрипин, Р.В.

Коледов, А.В. Набатчиков, М.В. Евсенина // Инновации в сельском хозяйстве. – № 4 (14). – 2015. – С. 140-146.

7. Ужик, В.Ф. Обоснование параметров выжимающего доильного стакана [Текст] / В.Ф. Ужик, П.Ю. Кокарев, И.Я. Пигорев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 7. – С. 75–77.

8. Пигорев, И.Я. Доильный аппарат с почетвертным управлением режимом доения [Текст] / И.Я. Пигорев, О.В. Ужик // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3.— С. 79–80.

**УДК-631.3**

*Филитова А.А.,  
Филитова Е.А.,  
Бахарев А.А., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск-Наукоград, РФ*

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Свекла – это одна из наиболее распространенных овощных, кормовых и технических культур. Она является одной из главнейших сельскохозяйственных культур и единственным источником производства белого сахара.

Наиболее трудоемкой операцией при возделывании сахарной свеклы является уборка. По мнению Д. Шпаара свеклу можно считать спелой, если она за несколько дней затрачивает запасов энергии на дыхание больше, чем образует новый запас веществ ассимиляцией. При определении сроков уборки нужно учитывать, что интенсивный рост корнеплодов и накопление в них сахара происходит со второй декады сентября. В условиях Центрального Черноземья данный срок наступает поздней осенью, который характеризуется ухудшением агрофизических свойств почвы (повышается влажность и липкость). В результате этого у выкапывающих и сепарирующих рабочих органов свеклоуборочных машин происходит залипание почвой, ухудшаются возможности очистки корнеплодов, что резко снижает качество уборки [1].

Исходя из этого разработка высокоэффективного рабочего органа для очистки корнеплодов сахарной свеклы, адаптированного к условиям уборки в неблагоприятных погодных условиях и позволяющего снизить загрязненность выкопанных корнеплодов, неэффективные затраты на их транспортировку и предотвратить потери плодородного слоя почвы и гумуса, является весьма актуальной задачей.

Пассивные рабочие органы очистительных машин не обеспечивают достаточно высокого качества очистки корнеплодов, а также происходит их залипание почвой.

*Классификация рабочих органов для очистки  
корнеплодов сахарной свеклы*

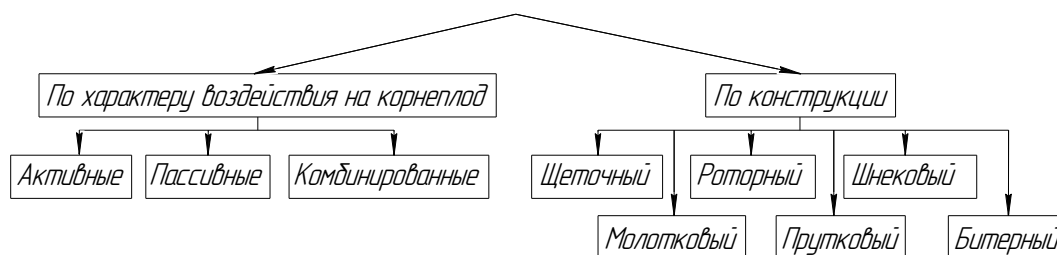
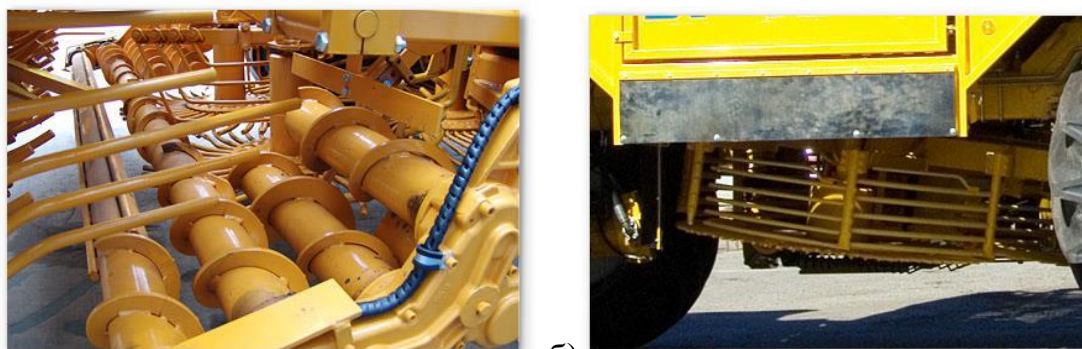


Рисунок 1 – Классификации рабочих органов для очистки корнеплодов сахарной свёклы

В настоящее время на свеклоуборочных комбайнах в качестве очистки используются активные рабочие органы. При этом в одном комбайне сочетаются несколько очистительных органов разного исполнения (рисунок 2).



а) - шнековые вальцы; б) - роторные очистители.

Рисунок 2 – Очистительные рабочие органы свеклоуборочного комбайна SF 10-2 Franz Kleine [2]

К достоинствам данного способа очистки можно причислить высокую скорость уборки за счет совмещения операций подбора корнеплодов и их очистки, улучшение качества подбора и относительно высокую надежность конструкции.

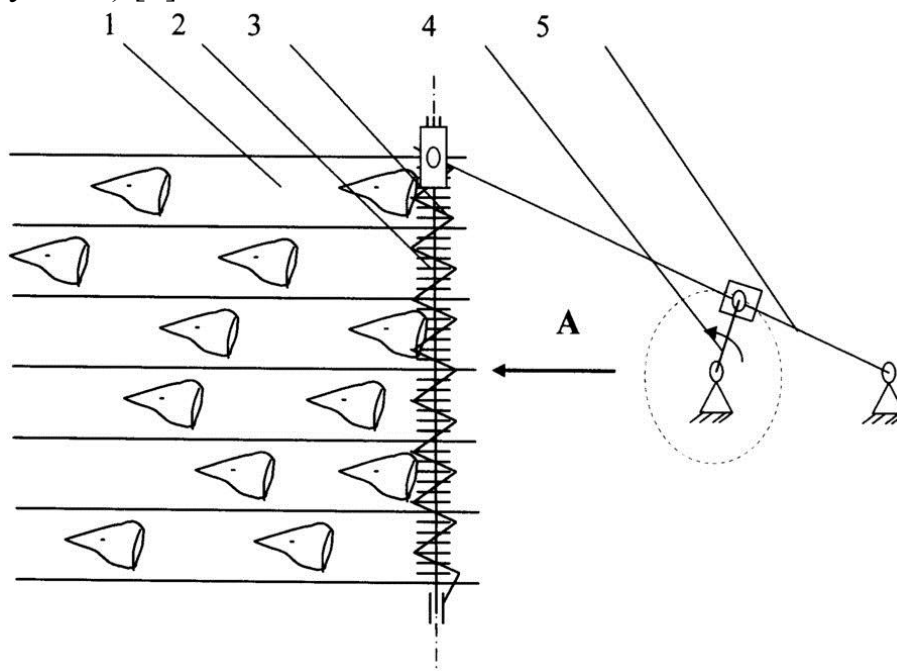
Недостатком данного способа является невысокая степень очистки, особенно в условиях повышенной влажности почвы.

Для увеличения качества очистки велись разработки барабанного грохота, установленного в специальном очистительном отделении очистительного устройства, выполненного в виде мобильного прицепа для тягача. Грохот оборудован спиралевидными направляющими для поступательного движения корнеплодов, форсунками высокого давления, щеточными вальцами, встряхивающим устройством и сеткой для отсеивания земли. Ось вращения барабанного грохота наклонена, причем угол наклона может регулироваться [3].

Достоинствами данного метода является высокая степень очистки за счет совмещения механической и водной очистки корнеплодов и широкий спектр применения (возможность очистки корнеплодов различных сельскохозяйственных культур).

К недостаткам этого метода относятся высокая сложность конструкции (и, как следствие, пониженная надежность и усложнённое обслуживание и ремонт оборудования) и вероятность механического повреждения корнеплодов в процессе очистки (что в водной среде приводит к быстрому заражению корнеплодов патогенами и их непригодности для использования в промышленности).

Перспективными разработками являются очистительные устройства, выполненные в виде щеток. Щетки очищают от почвы витой цилиндрической пружиной (рисунок 3) [4].



1 – транспортер; 2- цилиндрические щетки; 3 - витая цилиндрическая пружина; 4 - кривошипно-шатунный механизм; 5 - кулисный механизм.

Рисунок 3 – Устройство для очистки корнеплодов

Достоинствами данного подхода являются высокая пропускная способность устройства, бережность очистки.

К недостаткам этого метода относятся недостаточная степень очистки (поскольку корнеплоды очищаются в основном с боковых сторон) и необходимость периодической очистки лотков транспортеров от остатков земли.

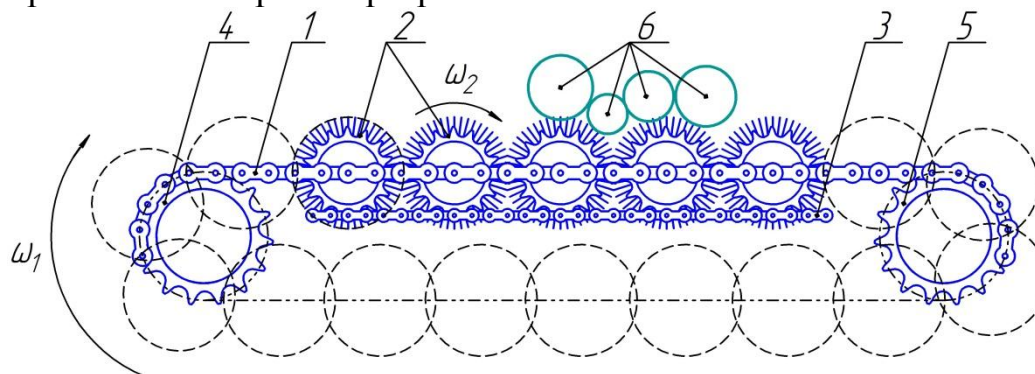
Избежать описанных выше недостатков позволяет применение устройств:

- исключающих контакт корнеплодов с металлическими частями очистителей;
- обеспечивающих всестороннюю и качественную очистку корнеплодов от налипшей почвы и примесей;
- обладающих надежной и простой в ремонте и обслуживании конструкцией.

Анализ способов и технических средств для очистки корнеплодов сахарной свеклы показал, что, несмотря на многообразие очистительных

рабочих органов свеклоуборочных комбайнов, каждый из них имеет как свои преимущества, так и недостатки.

Поэтому нами предлагается активный щеточный рабочий орган смонтированный на транспортере.



1 – приводная цепь, 2 – активный щеточный рабочий орган, 3 – неподвижная цепь, 4 – приводная звездочка, 5 – натяжная звездочка, 6 – корнеплоды

Рисунок 4 – Конструктивно-технологическая схема щеточного транспортера для очистки корнеплодов свеклы от загрязнения

Устройство состоит из последовательно установленных друг за другом активных щеточных рабочих органов 2, приводных цепей 1, жестко закрепленных (неподвижных) цепей 3 выполняющих роль рейки, приводной 4 и натяжной 5 звездочек.

Активный щеточный рабочий орган состоит из цилиндрических щеток с ворсинками и двух звездочек, жестко закрепленных к щеткам с обоих концов. Щеточный рабочий орган связан с приводными цепями, и имеют возможность свободно вращается вокруг своей оси. Звездочки щеточного рабочего органа входят в зацепление с неподвижными цепями.

Принцип действия: Корнеплоды свеклы попадают на активные щеточные рабочие органы которые за счет приводных цепей перемещают ее к зоне разгрузки. При этом вращение щеточных рабочих органов вокруг своей оси позволяет производить очистку корнеплодов во время транспортирования. Вращение щеток происходит за счет зацепления звездочек щеточного рабочего органа с жестко закрепленной недвижимой цепью. В процессе протягивания щеточного рабочего органа к зоне разгрузки звездочки перекатываются по цепи тем самым заставляя щетки вращаться.

Достоинствами данного устройства является сравнительная простота конструкции и возможность всесторонней очистки поверхности корнеплодов.

Так же положительным моментом является возможность самоочистки ворсинок соседних щеточных органов друг об друга.

В настоящее время работа над устройством продолжается, оформлена заявка на патент РФ.

### *Библиографический список*

1. Шпаар, Д. Сахарная свёкла (Выращивание, уборка, хранение)/Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захаренко и др.; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2006. – 315с.
2. Проспект FRANZ KLEINE. SF 10-2 Самоходный свеклоуборочный ком-байн [Изоматериал]: нагляд. матер. – М., 2004. – цв. офсет; 30x21 см. – 100 экз.
3. <http://www.findpatent.ru/zayavka/2016-05-20/2014143646.html>
4. Патент 2400048 Российская федерация, МПК А01D91/02. Способ транспортировки и очистки корнеклубнеплодов. // Горшенин В.И.; Кузнецов П.Н.; Соловьев С.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мичуринский государственный аграрный университет» - 2009118189/12; заявл. 13.05.2009 опубл. 27.09.2010, Бюл. №27. – 4 с.: ил.
5. Орешкина, М.В. Экологически чистая технология и средства механизации переработки отходов картофелекрахмального производства на корм скоту: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук/Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Рязань, 1996.
6. Орешкина, М. В. Переработка побочных продуктов картофелекрахмального производства на корм скоту/М.В. Орешкина, В.М. Ульянов//Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2014. -№ 5. -С. 34-39.
7. Карпов, В.В. Анализ взаимодействия рабочих органов гофрощеточных барабанов очистителя кормовых корнеплодов с объектами очистки [Текст] / В.В. Карпов, В.А. Гулевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. - № 2. – С. 121-128.
8. Карпов, В.В. Влияние загрязненности и влажности почвенных примесей на эффективность очистки кормовых корнеплодов [Текст] / В.В. Карпов, В.А. Гулевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. - № 3. – С. 87-92.
9. Башкирев, А.П. Сравнительная оценка экспериментального и серийного выкапывающих рабочих органов [Текст] /А.П. Башкирев, В.А. Семькин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 1. – С. 40.
10. Семькин, В.А. Оценка исследований машин по общепринятому критерию качества [Текст] / В.А. Семькин // Земледелие. – 2003. – № 1. – С. 33-34.

*Липин В.Д. к.т.н.,  
Топилин В.П.  
Липина Т.В. магистр  
Седых Г.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОТОРА БОТВОДРОБИТЕЛЯ БД-4**

Картофель возделывается в различных почвенно-климатических условиях. По занимаемой площади картофель относится к числу самых распространенных сельскохозяйственных культур. Картофелеводство является трудоёмкой и дорогостоящей отраслью, при этом затраты труда на уборку и послеуборочную доработку составляют до 60% от общих затрат на возделывание картофеля.

Обзор технологий и анализ машин для механизированного возделывания и уборки картофеля, выявил основные недостатки, определяющие низкую производительность и неудовлетворительные качественные показатели картофелеуборочных машин, вызванные забиванием ботвой рабочих органов и затруднением отделения клубней от ботвы.

Увеличить производительность и качественные показатели картофелеуборочных машин возможно путём предварительного удаления ботвы ботвоуборочными машинами за 10-12 дней до массовой уборки картофеля, особенно при возделывании картофеля на семенные цели. При этом возможно повышение физиологической зрелости клубней вследствие образования плотной кожицы на их поверхности устойчивой к механическим повреждениям.

Существует три способа удаления ботвы перед уборкой картофеля: химический, механический и комбинированный. Наибольшее распространение получил механический способ удаления ботвы, так как он не требует больших организационно-технологических и экологических мероприятий.

В настоящее время применяются ботвоуборочные машины с рабочими органами срезающего, дробильного и теребильного типа. Однако отечественные машины не обеспечивают достаточную полноту удаления ботвы согласно агротребованиям (не менее 85%).

Поэтому при проведении научно-исследовательских работ ставилась цель – совершенствование технологического процесса измельчения ботвы рабочими органами ротора, обеспечивающими высокую полноту удаления (среза) ботвы ботводробителем БД-4.

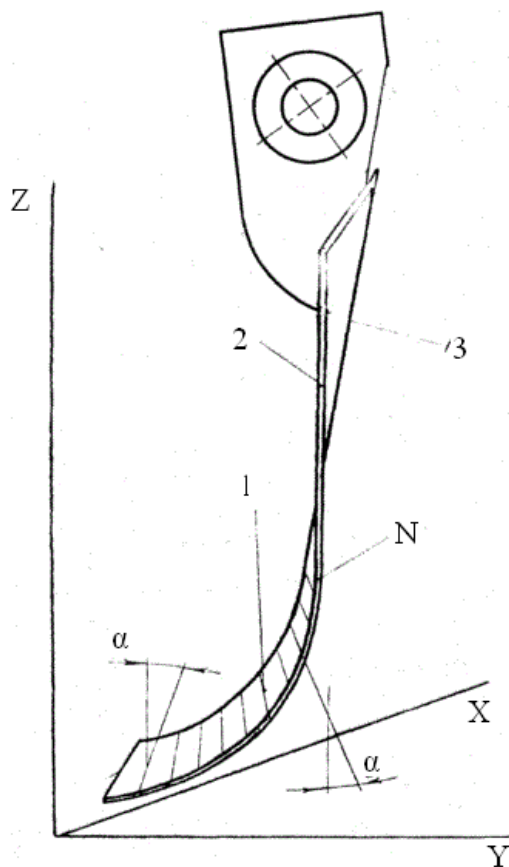
Для достижения поставленной цели необходимо было разработать патентоспособный рабочий орган ротора ботводробителя, обеспечивающего не только срезание ботвы, а также перемещение измельченной растительной массы в борозду, то есть между гребней картофеля.

Для теоретического обоснования расчётных параметров рабочих органов проектируемого ротора изучались физико-механические свойства растений картофеля, пространственное размещение их относительно оси рядка и микрорельеф поверхности поля.

На основании обзора машин для измельчения ботвы картофеля, а также анализа литературных теоретических исследований было установлено, что производители сельскохозяйственной продукции отдают предпочтение машинам с активными рабочими органами с горизонтальной осью вращения, которые скашивают, измельчают и сбрасывают измельченную растительную массу в борозды.

Принимая во внимание сложившееся направление работ за базовую машину для измельчения ботвы картофеля был принят ботводробитель БД-4.

Рабочий орган проектируемого ротора состоит из стойки и крыла [1]. Стойка ножа представляет собой его прямолинейную часть от основания (где нож крепится к валу ротора) до точки отгиба в поперечном направлении относительно направления вращения рабочих органов. Оставшаяся отогнутая часть ножа называется крылом. Стойка и крыло имеют лезвие, форма которого зависит от вида и физико-механических свойств ботвы картофеля.



1 – крыло; 2 – лезвие; 3 – стойка

Рисунок 2 – Рабочий орган проектируемого ротора по патенту № 167260

Рабочие органы, которые срезают и измельчают картофельную ботву и сорняки с боковых поверхностей гребней, а также перемещают измельченную растительную массу и колорадских жуков в борозды, изготовлены со стойкой 3



(рисунок 2) отогнутой частью, выполненной винтовой. Режущие ножи, выполненные со стойкой 3, лезвие 2 которых выполнено по логарифмической спирали и спроектировано так, что исключает наматывание на нож растительных остатков, снижает энергоемкость процесса, а также значительно повышает качество измельчения растительности. Лезвие 2 крыла 1 рабочих органов, которые срезают ботву с боковых поверхностей гребней, выполнено по гиперболической спирали. Отогнутая часть рабочих органов выполнена по винтовой спирали с углом подъема  $\alpha$ , большим, чем угол трения растительности о сталь для создания режима легкого срезания и измельчения растительности.

Рабочий орган ботводробителя работает следующим образом.

При поступательном движении ботводробителя БД-4 с проектируемым ротором вдоль гребней запатентованные рабочие органы, вращающихся вместе с валом против хода ботводробителя, воздействуют на картофельную ботву и растения сорняков, растущую на боковых поверхностях гребней и междурядьях. Рабочие органы, выполненные со стойкой 3, лезвие 1 которых выполнено по логарифмической спирали, срезают растительность с боковых поверхностей гребней. Лезвие 2 стойки 3 и крыла 1 срезают и измельчают растительность, которая направляется на отогнутую часть ножа. При этом стебли картофельной ботвы и сорных растений перерезаются лезвием 2. Наматывание растительности на режущие ножи не происходит благодаря спроектированной форме лезвия 2. Двигаясь по винтовой поверхности стойки 3, измельченная растительность измельчается, колорадские жуки уничтожаются и перемещаются в борозды.

Лезвие 2, выполненное по логарифмической спирали, исключает наматывание растительности, снижает энергоемкость процесса, а также значительно повышает качество измельчения растительности. Крыло 1 рабочих органов, выполненное по гиперболической спирали, позволяет направить срезанную и измельченную картофельную ботву, сорняки, а также колорадских жуков в борозды. Отогнутая часть рабочих органов, выполненная по винтовой спирали с углом подъема  $\alpha$  большим, чем угол трения растительности о сталь, создает режим легкого срезания и измельчения растительности.

### ***Библиографический список***

1. Патент 167260, RU, МПК А01D23/02. Ботводробитель / Бышов Н.В., Борячев С.Н., Бышов Д.Н., Липин В.Д., Бышов Д.Н., Липина Т.В., Седых Г.В. Оpubл. 27.12.2016. Бюл. № 36.

2. Угланов М.Б., Абрамов Ю.Н. Обоснование основных параметров ротора ботводробителя. Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. Рязанский ГАТУ им. Костычева. 1996. с.

3. Угланов М.Б. Докторская диссертация. Разработка комплекса машин для уборки картофеля на основе совершенствования рабочих органов и рационального их сочетания/М.Б. Угланов. докт. техн. наук. -Ленинград, 1989. С. 408.

4. Модернизированный ботводробитель БД-4М [Текст] / М.Б. Угланов, О.П. Иванкина, Ю.Н. Абрамов, В.М. Воронкин // Сб. науч. тр. посвященный 60-летию инженерного факультета РГАТУ : материалы науч.-практич. конф. 2011 г. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 101-103.

5. Гулевский, В.А. Краткий курс теоретической механики : учебное пособие / В.А. Гулевский, В.П. Шацкий. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2009. – 178 с.

**УДК 631.369.258/638.178**

*Стафоркина А.И.,  
Колтовская Е.В.,  
Бышов В.С.,  
Каряев Н.Ф.,  
Юдин Е.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ СУШКИ ПРОДУКТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В нашей стране быстро и эффективно развивается сельское хозяйство. Климатические условия позволяют выращивать разнообразные сельскохозяйственные культуры в больших объемах, но собирают их лишь раз в год. Полученную продукцию необходимо сохранять весь год вплоть до следующего урожая. Это достаточно сложная задача, так как эти запасы необходимо сберечь от естественных процессов разложения, а для многих сельскохозяйственных культур произвести первичную переработку.

Во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства приходится сталкиваться с необходимостью снижения влажности различных продуктов и материалов. Если из пищевого продукта удалить свободную влагу, продукция может оставаться в хорошем состоянии несколько месяцев. Это состояние обеспечивается сушкой. Существует многочисленные технологии сушки различных продуктов сельского хозяйства, например зерна и продуктов пчеловодства [1, с.74, 2, с.284, 3, с.27, 4, с. 190]:

- конвективная сушка;
- сушка инфракрасным излучением;
- вакуумная сушка;
- кондуктивная (контактная) сушка.

Конвективная сушка представляет собой нагревание иссушаемого продукта путем разогрева его посредством теплоносителя, который называют сушильным агентом, чаще всего это воздух или перегретый пар. Также в качестве теплоносителя применяют инертные и другие носители тепла. Температура сушильного агента выше температуры объекта сушки. Высушиваемому продукту передается тепловая энергия, при этом из него

испаряется вода и ее пары переносятся теплоносителем [5, с.97, 6, с.8, 7, с.25, 8, с. 23].

Различают такие виды конвективной сушки, как:

– конвективная сушка в кипящем слое, где применяются туннельные, камерные, петлевые, шахтные, ленточные, турбинные и валковые сушильные установки;

– конвективная сушка с сопловым обдувом;

– конвективная сушка в полувзвешенном и взвешенном состоянии, где используются барабанные сушилки, сушилки с кипящим слоем, пневматические трубы-сушилки, сушилки с вихревым потоком, распылительные сушилки.

Все установки для сушки сельскохозяйственных продуктов конвективным способом имеют общие принципы работы, достаточно простую конструкцию и не высокую стоимость. Однако энергетические затраты такого сушильного оборудования довольно высоки, так как в процессе сушки имеются потери тепла вследствие нагрева самой установки и окружающей среды [9, с.2, 10, с.2]. Есть еще один недостаток, заключающийся в том, что влага удаляется только с поверхности высушиваемого продукта. В результате образуется пленка, затрудняющая теплообмен, что влияет на качество продукта.

Инфракрасная сушка продуктов основана на том, что жидкость, содержащаяся в продукте, поглощает инфракрасное излучение определенной длины волны, которое не поглощается высушиваемой тканью продукта. Удаление влаги возможно при температуре 40-60 °С, это на 80-90 % сохраняет витамины, биологически активные вещества, естественный цвет, вкус и аромат продуктов. Инфракрасное излучение безопасно как для живых организмов, так и для эксплуатируемого оборудования. Прошедший сушку продукт не содержит консерванты и другие посторонние вещества, не требует дополнительных энергетических затрат при хранении и стоек к развитию микрофлоры.

Вакуумная сушка – это сушка при пониженном давлении (вакууме). Процесс проводится при низком температурном режиме. Наиболее широкое распространение получили два способа вакуумной сушки пищевых продуктов:

– леофилирование, это сушка при отрицательной температуре высушиваемого продукта и давлении значительно меньшем, чем атмосферное;

– сублимация, это сушка под вакуумом при подводе к продукту тепловой энергии.

**Сушка в вакуумных сушильных установках** ведется в ускоренном режиме. Это происходит за счет кипения воды при более низкой температуре, что достигается за счет понижения давления в сушильной камере. Молекулы воды, под воздействием СВЧ поля, начинают совершать колебательные и вращательные движения, при этом вырабатывая тепловую энергию. Чем больше влаги содержится в объеме продукта, тем больше молекул совершают колебательные движения, следовательно выделяется больше тепловой энергии. В результате влага, содержащаяся в продукте, закипает. Во всем объеме

продукта происходит нагрев, чем больше влаги содержится в данном объеме продукта, тем больше тепловой энергии он получает. Это позволяет удалить влагу и высушить продукт, а так же способствует равномерному распределению температуры по всему объёму. Это не допускает перегрева высушиваемого продукта и позволяет осуществлять сушку без разрушения витаминов и белков при достаточно большой интенсивности процесса. Вакуумная сушка позволяет сократить время сушки в 4 раза и снизить потребление удельной энергии в 3 раза по сравнению с традиционными видами сушки. Это связано с тем, что в процессе сушки с применением СВЧ поля установки практически не нагреваются и температура вокруг них не превышает температуру окружающей среды.

Кондуктивная (контактная) сушка происходит за счет передачи тепла высушиваемому продукту через нагретую поверхность. Основным преимуществом данного способа сушки является значительная интенсивность, обусловленная высоким уровнем теплообмена между горячей поверхностью и материалом сушки, вследствие чего он быстро обезвоживается. Кондуктивная сушка отличается малыми затратами энергии, простотой и невысокой стоимостью оборудования. Тепло подается влажному материалу только от греющей поверхности и передается к открытой поверхности продукта с последующей отдачей его в окружающую среду. Количество тепла, полученное от греющей поверхности, расходуется на испарение влаги, на потери тепла лучеиспусканием и конвекцией открытой поверхностью сухого продукта в окружающую среду. Доля потерь в общем расходе тепла невысока и составляет 3-5%, что делает сушильное оборудование достаточно эффективным.

Сушка сельскохозяйственной продукции – это один из энергозатратных технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. Основными энергоносителями для сушки служат жидкое топливо, газ и электроэнергия. Высокие цены на электроэнергию и топливо ставят сельское хозяйство в высокие экономические рамки. Для снижения затрат необходимо выполнять комплекс мероприятий: правильное техническое использование оборудования и повышение единичной производительности; выполнение необходимых и своевременных регулировок и настроек сушильных установок, проведение технологического обслуживания.

Анализ различных аспектов перечисленных способов сушки показывает, что наиболее перспективным способом является конвективная сушка. Так как она позволяет заготавливать большие объемы продукта и менее всего повреждает биологически активные вещества.

#### ***Библиографический список***

1. Бышов Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги. [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Изд-во РГАТУ – 2012. – 70с.

2. Бышов Н.В. Экспериментальное исследование режимов циклической конвективной сушки перги в соте [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ – 2012. – №5. – С.283-285.
3. Бышов Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№1. – С. 26-27.
4. Каширин Д.Е. Энергосберегающая установка для сушки перги [Текст] / Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ. – 2009. – №12. – С.189–191.
5. Каширин Д. Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации: диссертация на соискание степени доктора технических наук: [Текст] / Д.Е. Каширин. – Саранск, 2013. – 497 с.
6. Каширин Д. Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации: автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук: [Текст] / Д.Е. Каширин. – Саранск, 2013.
7. Каширин Д.Е. Энергосберегающая установка для сушки перги в сотах [Текст] / Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 24–25.
8. Каширин Д.Е. Технология и устройство для измельчения перговых сотов: дис.. канд. техн. наук. [Текст] / Д.Е. Каширин. - Рязань, 2001. -182 с.
9. Пат. № 2275563 РФ. МПК F26B 3/04; F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах [Текст] / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.
10. Пат. № 2391610 РФ. МПК F26B 9/06. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.
11. Волженцев, А.В. Анализ конструкций зерносушилок с псевдооживлением зернового слоя / Волженцев А.В., Звекон А.В., В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. – С. 90-93.
12. Волженцев, А.В. Малогабаритная сушилка с центробежно-зажатым псевдооживленным слоем зерна /Волженцев А.В., Калашникова Н.В., В сборнике: Энергосберегающие технологии и техника в сфере АПК. Сборник материалов к Межрегиональной выставке-конференции. Орел ,2011. – С. 109-110.
13. Виноградов, Д.В. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства.Том Часть 1. Технология переработки продукции растениеводства. [Текст] / Д.В. Виноградов, В.А. Рылко, Г.А. Жолик, Н.Н. Седова, Н.В. Винникова, Н.А. Дуктова - Рязань: РГАТУ, 2016. - 210 с.

*Утолин В.В. к.т.н.,  
Лузгин Н.Е. к.т.н.,  
Гриньков В.И.  
ФГБОУ ВО РГУТУ г. Рязань, РФ,  
Байдов А.В. к.т.н.,  
РИ(Ф) ФГБОУ ВО МПУ г. Рязань, РФ*

## КОМБИКОРМОВЫЙ АГРЕГАТ

В настоящее время, в Российской Федерации наметилась тенденция к сокращению доли кормов с высоким содержанием белка, вследствие их высокой стоимости и значительных затрат на приготовление. Альтернативным решением замещения дорогостоящих кормов является – использование побочных продуктов перерабатывающих производств. Кукурузная мезга и сгущенный экстракт, побочные продукты крахмалопаточного производства, при использовании их в рационах кормления сельскохозяйственных животных значительно сокращают дефицит белка, микроэлементов и углеводов [1,2].

Отжатая мезга и сгущенный кукурузный экстракт, имеют физико-механических свойств затрудняющие процесс смешивания. Приготовление из данных компонентов кормосмесей с применением существующих машин не позволяет получать корм соответствующий зоотехническим требованиям.

Сотрудниками кафедры «Технические системы в агропромышленном комплексе» Рязанского ГАТУ предложена конструкция агрегата для приготовления кормов, из побочных продуктов крахмалопаточного производства, отвечающего зоотехническим требованиям [3,4].

Агрегат для приготовления кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства (рисунок 1) состоит из корпуса 1, на входной горловине 2 которого установлено дозирующее устройство 3. Дозирующее устройство 3 состоит из цилиндрического корпуса 4, с входным 5 и выходным 6 отверстиями. В дозирующем устройстве 3 установлена спираль 7 на эксцентрик 8 и ведомой цапфе 9. Привод спирали 7 осуществляется от привода, например, мотор-редуктором 10. Эксцентрик 8 установлен на ведущей цапфе 11. Подшипниковая опора 12 ведущей цапфы 11 установлена неподвижно на цилиндрическом корпусе 4. Подшипниковая опора 13 ведомой цапфы 9 установлена с возможностью перемещения в вертикальном положении с помощью регулировочного винта 14. В корпусе 1 комбикормового агрегата установлен основной рабочий орган — шнек-смеситель 15, который состоит из полого вала 16. На полом валу 16 последовательно расположены винтовой конвейер 17 и полые лопасти 18. Один конец, полого вала 16, установлен в гибкой перегородке 19 в опоре с подшипником качения 20. Второй конец, полого вала 16, установлен в опоре с подшипником скольжения 21. Комбикормовый агрегат имеет камеру 22 для жидких добавок, одной из стенок которой является гибкая перегородка 19. Камера 22 соединена с емкостью 23

для жидких добавок трубопроводом 24, на котором установлен обратный клапан 25. На гибкой перегородке 19 установлен клапан 26 в направляющем кронштейне 27. Подшипниковая опора 13 и клапан 26 связаны между собой гибким тросом 28 с рубашкой, которая закреплена неподвижно одним концом на направляющем кронштейне 27, другим – на цилиндрическом корпусе 4 дозатора 3. Для осуществления закрытия клапана 26 установлена пружина 29.

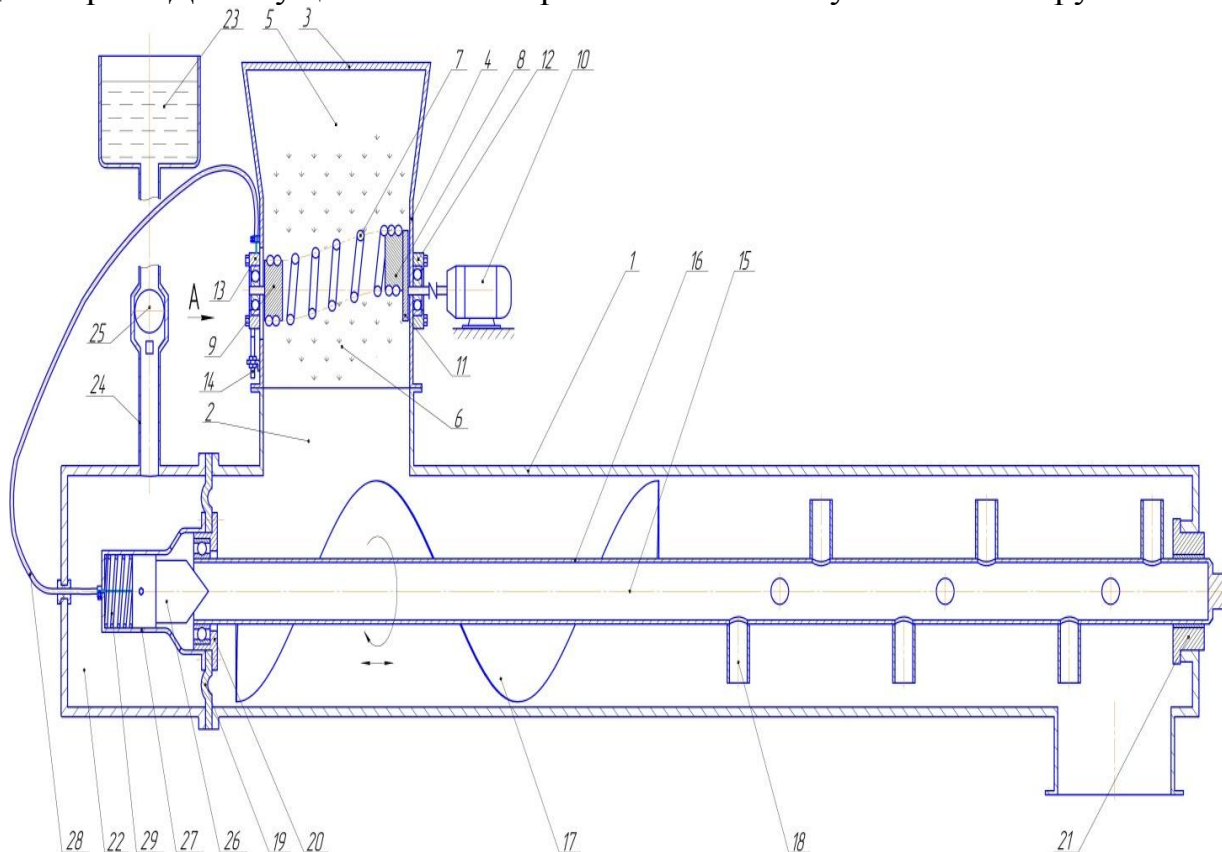


Рисунок 1– Агрегат для приготовления кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства

Агрегат работает следующим образом: во входное отверстие 5 дозирующего устройства 3 отжата кукурузная мезга. Мотор-редуктор 10 передает крутящий момент на ведущую цапфу 11, на которой установлен эксцентрик 8. Спираль 7 дозирующего устройства 3 вращается вокруг своей оси, при этом её конец, закреплённый на эксцентрике 8, совершает циклические круговые движения, за счет которых происходит неравномерная (циклическая) подача отжаты кукурузной мезги. Спираль 7, вращаясь вокруг своей оси, работает как спиральный транспортёр, отделяя часть массы отжаты кукурузной мезги, которая, проходя через витки спирали 7, попадает в выходное отверстие 6 и далее во входную горловину 2. Циклическая подача отжаты кукурузной мезги осуществляется за счёт вращения спирали 7, закреплённой на эксцентрике 8. При использовании отжаты кукурузной мезги с высокой влажностью, спираль 7 исключает ее зависание во входном отверстии 5 дозирующего устройства 3, выполняя роль сводообрушителя. Вращающийся шнек-смеситель 15, перемещая отжаты кукурузную мезгу в зону смешивания, совершает возвратно-поступательные движения вдоль своей

оси. Возвратно-поступательные движения осуществляются за счет изменяющейся осевой нагрузки на винтовой конвейер 17, возникающей вследствие неравномерной (циклической) подачи компонентов концентрированного корма. Шнек-смеситель 15, совершая возвратно-поступательные движения, воздействует на гибкую перегородку 19. При перемещении полого вала 16 вдоль своей оси по направлению камеры 22, гибкая перегородка 19 выталкивает сгущенный кукурузный экстракт через полые вал 16 и лопасти 18 в зону смешивания. При этом обратный клапан 25 препятствует перемещению сгущенного кукурузного экстракта в емкость 23 через трубопровод 24. В зону смешивания одновременно подаются отжатая кукурузная мезга и сгущенный экстракт. Под воздействием вращающихся винтового конвейера 17 и полых лопастей 18 отжатая кукурузная мезга и сгущенный экстракт перемешиваются и направляются на выгрузку. Изменение подачи отжатой кукурузной мезги дозирующим устройством осуществляется за счет перемещения в вертикальной плоскости подшипниковой опоры 13 ведомой цапфы 9. При этом изменяются изгиб, длина и шаг витков спирали 7. При увеличении шага витков спирали 7 увеличивается подача дозирующего устройства 3. При перемещении подшипниковой опоры 13 смещается клапан 26, изменяя проходное сечение отверстия полого вала 16. Следовательно, изменяется подача сгущенного кукурузного экстракта.

С целью предотвращения налипания влажных компонентов кукурузного корма на рабочий орган подающего устройства, он выполнен в виде вращающейся спирали. При вращении спираль деформируется – это способствует её самоочищению от прилипших влажных компонентов концентрированного корма. При вращении ведущей цапфы за счет эксцентрика осуществляется вращение спирали с пространственным изменением ее положения. Поэтому спираль обеспечивает циклическую подачу компонентов концентрированного корма во входную горловину и далее в шнек-смеситель, дополнительно осуществляет разрушение свода при слипании влажных компонентов концентрированного корма, что позволяет непрерывно подавать компоненты концентрированного корма во входную горловину, обеспечивая бесперебойную работу агрегата.

Предложенная конструкция подающего устройства позволяет значительно расширить область применения и повысить качество приготавливаемого корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства, а также исключить налипание компонентов приготавливаемого корма на рабочий орган подающего устройства и осуществлять бесперебойную подачу. Дозирующее устройство позволяет изменять подачу компонентов концентрированного корма, а заслонка, установленная на входе в полость вала со стороны камеры жидких добавок, обеспечивает регулирование подачи жидких добавок.

Разработанная конструкция агрегата может применяться не только при приготовлении кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства, но и в других подобных отраслях, где имеется потребность в смешивании компонентов [5, 6, 7].



### *Библиографический список*

1. Утолин, В.В. Использование кукурузной мезги и сгущенного экстракта в рационах кормления сельскохозяйственных животных / Утолин В.В., Полункин А.А., Киселев С.А. // Сборник научных трудов студентов магистратуры Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева.– Рязань., 2013. – С. 51-53.
2. Утолин, В.В. Технология и смеситель для приготовления сухого кукурузного корма / Утолин В.В., Гришков Е.Е., Сергеев С.И. // Исследования молодых ученых – аграрному производству Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. Ассоциация аграрных вузов ЦФО.– 2015. – С. 124-126.
3. Патент на изобретение RUS 2454273 28.04.2010 Комбикормовый агрегат/Счастлилова Н.В., Полункин А.А., Ульянов В.М., Утолин В.В., Коньков М.А.– Опубл. 10.11.2011; Бюл. №31.
4. Патент на изобретение RUS 2336722 Способ приготовления сырого корма из побочных продуктов крахмало-паточного производства / Подобуев Г.А., Утолин В.В., Коньков М.А. – Опубл. 27.10.2008.
5. Способ приготовления корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства / Ульянов В.М., Утолин В.В., Коньков М.А., Счастлилова Н.В. // Техника в сельском хозяйстве. – 2011.– № 1. – С. 8-9.
6. Утолин, В.В. Линия приготовления кукурузного корма / Гришков Е.Е., Утолин В.В. // Сборник. Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона Материалы 66-й международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 102-105.
7. Энергосберегающая технология сгущения кукурузного экстракта / Утолин В.В., Гришков Е.Е., Гришков А.Е., Топильский А.Н. // Сборник статей. Аграрная наука - сельскому хозяйству. – 2015. – С. 56-58.
8. Звекон А.В. К обоснованию геометрии сегментного решета молотковой дробилки закрытого типа [Текст] / А.В. Звекон, А.В. Волженцев// Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. - № 1(6) – С. 82-88.
9. Коношин И.В. Обоснование эффективности применения сегментного решета в молотковых дробилках закрытого типа [Текст] / И.В. Коношин, А.В. Звекон// Тракторы и сельхозмашины. – 2014. - №6. – С. 35-38.
10. Пат. 2425597 Российская Федерация, МПК А23N 17/00 (2006.01) В02С 18/00 (2006/01).Комбикормовый агрегат[Текст] / Сараев И.Ф, Коняев Н.В., Назаренко Ю.В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВОКурская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И.Иванова. – №2010108292/13; заявл.05.03.2010; опубл.10.08.2011,Бюл.№22.

11. К производству комбикорма [Текст] / Н.В. Коняев, А.С. Скворцов, С.Н. Бурлаков, Ю.В. Назаренко // Проблемы электрификации сельского хозяйства: сб. науч. трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Ярославль, 2018. – С.21-26.

**УДК 664.653.05**

*Лузгин Н.Е., к.т.н.,  
Липин В.Д., к.т.н.,  
Лузгина Е.С., ,  
Назаров А.В.,  
Аникин А.С.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТООБРАЗНОЙ ПОДКОРМКИ ДЛЯ ПЧЁЛ**

Для поддержания жизни пчелиной семьи в период отсутствия эффективных пыльценосов, то есть ранней весной, кормовые запасы пчел пополняются за счет подкормок, включающих смешанные между собой сахарную пудру, мед, воду, растительные добавки и т.д., сбалансированных по биохимическим показателям до получения тестообразной массы.

Для приготовления подкормок для пчёл весной жидкий мёд использовать не рекомендуется. Зрелый качественный мёд влажностью до 22% уже в октябре должен закристаллизоваться. Засахаренный мед не теряет своих полезных свойств и не обозначает, что качество его плохое.

Жидкий мёд, который не закристаллизовался, использовать для приготовления подкормок не рекомендуется, так как его кислотность, как правило, повышенная. Использование мёда с повышенной кислотностью для приготовления прикормок может привести к гибели пчёл.

Известен способ приготовления подкормки на основе сахаро-медового теста (канди), включающий смешивание сахарной пудры с медом и водой до получения тестообразной массы, из которой формируют лепешки и размещают их в ульях. [1] Подкормка, приготовленная по известному способу, имеет низкую биологическую ценность. Кроме того, известный способ приготовления подкормки осуществляется вручную.

Известен способ получения стимулирующей подкормки для пчел, который состоит из следующих операций: смешивание сахарной пудры с медом и водой, приготовление тестообразной массы, формование лепешек, дополнительное введение в состав подкормки муки из тыквенного жмыха, лактулозы и цветочной пыльцы при следующем соотношении компонентов: 1 часть сахарной пудры; 2 части муки из тыквенного жмыха; 1 часть лактулозы; 2 части меда; 1 часть цветочной пыльцы [2].

Получаемая подкормка сбалансирована по биохимическим показателям, содержанию витаминов, жирнокислотному составу и положительно влияет на формирование микробиоценоза кишечника.

Известный способ получения стимулирующей подкормки для пчел осуществляется следующим образом. Сахарная пудра смешивается с размолотым в муку тыквенным жмыхом, размолотой цветочной пылью. Затем в ту же смесь добавляют лактулозу, распущенный мед и перемешивают с добавлением кипяченой воды до образования тестообразной массы. Из готового теста формируют лепешки весом 0,5-0,8 кг и толщиной 2-3 см. Эти лепешки помещают на сетки и дают пчелам, размещая эти сетки сверху на рамках улья.

Полученная по предлагаемому способу стимулирующая подкормка для пчел по биохимическим характеристикам мало отличается от пыльцы, более того, по ряду макро- и микроэлементов, витаминов даже превосходит пыльцу, простота в приготовлении и использовании, а благодаря введению пыльцы очень привлекательна для пчел.

Однако не раскрывается устройство для получения стимулирующей подкормки в виде тестообразной массы.

Известна линия подкормки для пчёл, в состав которой входят расположенные в технологической последовательности две параллельные ветви подготовки сухих и жидких фаз компонентов и подачи их в общий смеситель [3,4,5,6]. Первая ветвь включает смеситель сухих компонентов, бункер-накопитель, микромельницу и дозатор, а вторая - ванну для распускания меда и дозатор жидких компонентов. Общий смеситель в виде дражировочного котла производит смешивание обеих фаз компонентов с образованием гранул в виде окатышей, которые транспортером дозировано по времени подают в устройство для нанесения на них защитного покрытия (воск, парафин). Готовые гранулы с нанесенным защитным покрытием выгрузным транспортером отправляют на склад для хранения и последующего скармливания пчелам, что препятствует высыханию подкормки при хранении и кормлении.

Известная линия приготовления подкормки для пчел с защитным покрытием включает расположенные в технологической последовательности три параллельные ветви, в одной из которых смеситель сухих компонентов, обеспечивающий однородность смеси компонентов; бункер-накопитель сухих компонентов, служащий для промежуточного хранения смеси компонентов; микромельница, обеспечивающая необходимую тонкость помола компонентов; дозатор сухих компонентов, необходимый для периодической дозированной подачи смеси измельченных компонентов; ванна для распускания меда и дозатор жидких компонентов, необходимый для дозированной периодической подачи жидких компонентов; морозильник для изготовления шариков льда с помощью специальной формы и дозатор для порционной подачи шариков льда в общий смеситель компонентов, который выполнен в виде дражировочного котла; по ходу технологической линии расположены ленточный транспортер и устройство для нанесения защитного покрытия.

Приготовленную в нужной пропорции смесь сухих компонентов (сахар-песок, лечебные и стимулирующие вещества) в смесителе через бункер-накопитель подают в микромельницу, где производится ее измельчение до порошкообразного состояния. При вращении дражировочного котла ледяные шарики периодически опрыскивают из дозатора медовым сиропом, полученным путем смешивания распущенного меда и воды, и посыпают измельченной смесью сухих компонентов. Полученную подкормку в виде шаров покрывают защитным восковым составом и убирают на хранение.

Приготовленная таким способом подкормка может длительно храниться без потери массы, т.е. не засыхая. Однако процесс ее приготовления слишком сложен и трудноприменим в пчеловодной практике.

Также известен измельчитель перговых сотов, содержащий загрузочную горловину, вертикальную цилиндрическую рабочую камеру, внутри которой соосно с ней установлен ротор, снабженный радиально установленными штифтами. Вал ротора вращается от электродвигателя через клиноременную передачу [7].

Подготовленные к переработке куски перговых сотов подают через загрузочную горловину в цилиндрическую рабочую камеру, где они измельчаются под действием штифтов при вращении вала ротора. Измельченная воскоперговая масса до размеров отверстий в перфорации под действием центробежных сил и активного воздействия пластины проходит через отверстия и падает в циклон.

Однако известный измельчитель предназначен для извлечения перги из пчелиных сотов и очистки ее от примесей. Для приготовления тестообразной подкормки для пчёл его использовать невозможно.

Нами была поставлена задача создания устройства для приготовления тестообразной подкормки для пчёл путём эффективного перемешивания компонентов за счёт расширения функциональных возможностей данного устройства.

На рисунке 1,а представлено устройство для приготовления тестообразной подкормки для пчёл с ротором, на котором радиально размещены штифты; на рисунке 1,б представлено устройство с ротором, на котором размещены лопасти; на рисунке 1,в - разрезы А-А и Б-Б [8].

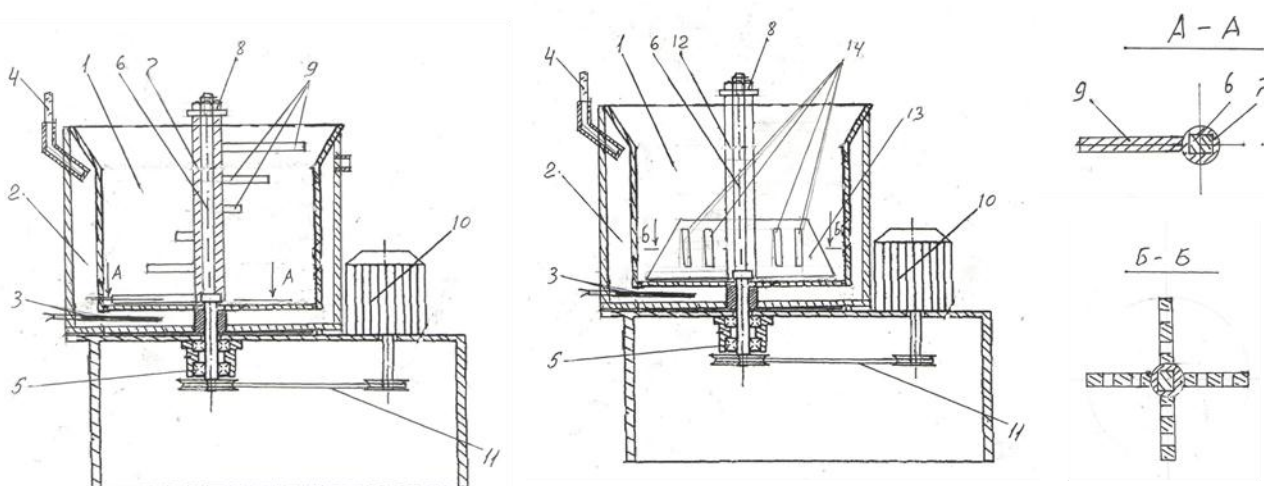
Для качественного перемешивания и приготовления тестообразной подкормки для пчёл в составе 1 кг сахарной пудры, 2 кг муки из тыквенного жмыха, 1 кг цветочной пыльцы, 1,8 кг «Веталакта», устанавливается съёмный ротор, снабжённый лопастями, выполненными в форме равнобедренных трапецидальных пластин.

Для перемешивания тестообразной подкормки каждая лопасть, выполненная в форме равнобедренной трапецидальной пластины с вертикально расположенными сквозными прорезями, закреплена на роторе большим основанием к днищу вертикальной цилиндрической рабочей камеры.

Сквозные прорези, размещенные вертикально на трапецидальных лопастях, активизируют перемешивание тестообразной подкормки.

Устройство для получения тестообразной подкормки для пчёл содержит вертикальную цилиндрическую рабочую камеру 1, представляющую собой термоизолированный многослойный резервуар из пищевой нержавеющей стали с рубашкой под воду. То есть цилиндрическая рабочая камера 1 выполнена с водяной рубашкой 2 с нагревательным элементом 3 и термометром 4. Внутри камеры 1 соосно с ней в подшипниковой опоре 5 установлен вал 6, на котором установлен съёмный ротор 7 в виде трубы. Съёмный ротор 7 крепится на валу 6 гайкой 8. Съёмный ротор 7 снабжён радиально установленными штифтами 9, размещёнными по винтовой линии снизу вверх. Вал 6 ротора 7 имеет возможность вращаться от электродвигателя 10 через клиноременную передачу 11.

Съёмный ротор 7 снабжённый радиально установленными штифтами 9, размещёнными по винтовой линии снизу вверх и используется для перемешивания и растопки засахаренного мёда с получением жидкого состояния. После этого съёмный ротор 7 с устройства снимается.



а)

б)

в)

1 - рабочая камера; 2 - водяная рубашка; 3 - нагревательный элемент; 4 - термометр; 5 - подшипниковая опора; 6 - вал; 7 - съёмный ротор со штифтами; 8 - гайка; 9 - штифты; 10 - электродвигатель; 11 - клиноременная передача; 12 - съёмный ротор с лопастями; 13 - лопасти; 14 - прорези.

Рисунок 1 – Устройство для приготовления тестообразной подкормки для пчёл

Внутри вертикальной цилиндрической камеры 1 возможна установка съёмного ротора 12, снабженного лопастями 13, выполненными в форме равнобедренных трапециевидальных пластин (Рисунок 1,в). Лопасти 13 в виде пластин закреплены на роторе 12 большим основанием к днищу вертикальной цилиндрической рабочей камеры 1. Лопасти 13 выполненные в виде пластин и изготовлены с вертикально расположенными сквозными прорезями 14.

Устройство для приготовления тестообразной подкормки для пчел работает следующим образом.

Наливают в цилиндрическую рабочую камеру 1 кипячёную воду. Нагревательным элементом 3 нагревают воду в водяной рубашке до 40 градусов. Кипячёная вода в цилиндрической рабочей камере 1 также нагреется до температуры не более 40 градусов. Затем добавляют закристаллизованный мёд. Включают электродвигатель 10, от которого клиноременной передачей 11 передаётся вращение на вал 6 ротора 7. При вращении ротора 7 под действием штифтов 9, размещённых по винтовой линии, закристаллизованный мёд перемещается в кипячёной воде и перемещается снизу вверх. За счёт того, что плотность мёда больше, чем воды, мед без воздействия на него штифтов перемещается в кипячёной воде вниз. При этом мёд растапливается, превращается в жидкое состояние и перемешивается. Когда мёд превратится в жидкое состояние, электродвигатель отключают, отворачивают гайку 8 и ротор 7 убирают. На вал 7 устанавливают ротор, снабжённый лопастями 13, выполненными со сквозными вертикальными отверстиями 14. Ротор 7 фиксируют гайкой 8.

В жидкий мёд в рабочей камере 1 добавляют сахарную пудру, перемешанную с размолотым тыквенным жмыхом, размолотой цветочной пылью. Затем в ту же смесь добавляют лактулозу или другие компоненты. При включении электродвигателя 10 приводится во вращение ротор 12 (рисунок 1,б). При вращении ротора 12 смесь перемещается и перемешивается во всем объёме рабочей камеры 1. Лопасти 13, выполненные в форме равнобедренных трапецеидальных пластин и закрепленные на роторе 7 большим основанием к днищу вертикальной цилиндрической рабочей камеры 1, перемешивают жидкую смесь. Через сквозные прорезы 14, выполненные на лопастях 13, жидкая масса проходит и интенсивно перемешивается. При необходимости в массу добавляют кипячёную воду до образования тестообразной массы. Получение тестообразной массы определяют по сквозным отверстиям 14. При получении тестообразной подкормки масса не проходит через продолговатые отверстия 14 и в рабочей камере 1 образуются четыре куска тестообразной массы. Отключают электродвигатель 10, отвернув гайку 8, убирают ротор 12. В вертикальной цилиндрической камере остаются четыре готовые тестообразные массы, которые достают и формируют из них лепёшки.

Приготовленную тестообразную подкормку, которая имеет температуру около 40 градусов, формируют в лепёшки, помещают на сетки и дают пчёлам, размещая в ульях сверху рамок.

Устройство позволяет приготовить качественную тестообразную подкормку для пчёл с заданными компонентами, повысить качество смешивания компонентов и расширить технологические возможности оборудования непосредственно на пасеке.

#### ***Библиографический список***

1. Суворин, А.В. Пчелы и пасека. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. - С.125-127.

2. Патент РФ №2337568, МПК А23К1/00, заявл. 25.04.2007, опубл. 10.11.2008.

3. Патент на изобретение RUS 2265327 С2. Линия приготовления подкормки для пчел / Некрашевич В.Ф., Лузгин Н.Е., Панфилов И.А. // Бюл. №34, 10.12.2005.

4. Утолин, В.В. Способы и средства механизации приготовления тестообразных подкормок для пчел и их компонентов / В.В. Утолин, Н.Е. Лузгин, Е.С. Лузгина // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. / под ред. Н. В. Бышова. – Вып. 12. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. С. 233-237.

5. Технологические линии приготовления тестообразных подкормок для пчел / С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин, Н.А. Грунин, А.Е. Исаев // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам «Эксплуатация машинно-тракторного парка», «Технология металлов и ремонт машин», «Сельскохозяйственные, дорожные и специальные машины», 50 лет кафедре «Механизация животноводства»). Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. – С. 150-153.

6. Лузгин, Н.Е. Способы подкормки пчел / Н.Е. Лузгин, Н.А. Грунин // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Материалы XIX Международной научно-производственной конференции. Белгород, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. С.50-51.

7. Патент РФ №2452175, МПКА01К59/00. Агрегат извлечения перги / Некрашевич В.Ф., Торженева Т.В., Некрашевич С.В., Мамонов Р.А.; заявл. 22.11.10; опубл. 10.06.12, Бюл. № 16. – 6 с.

8. Заявка на изобретение №2018103287/13(004805). Устройство для приготовления тестообразной подкормки для пчел. Дата подачи 29.01.2018.

**УДК 66.092-977**

*Колдин М.С., к.т.н.,  
Криволапов И.П., к.т.н.,  
Киселев С.И.  
Холопова Т.Ю.*

*ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск-Наукоград, РФ.*

## **ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Интенсификация сельскохозяйственного производства и расширение ареалов сельскохозяйственных угодий привели к росту количества отходов и их воздействия на компоненты природы. Среду загрязняет несколько типов сельскохозяйственных отходов, как: органические отходы растениеводства;

органические отходы животноводческих комплексов; остаточное количество минеральных удобрений; ядохимикаты; выбросы загрязняющих веществ сельскохозяйственной техникой.

Один из способов утилизации отходов растениеводства заключается в получении кормовых белков. При этом в животноводстве практически не применяют, например, рисовую солому - ее полностью сжигают, что приводит к разрушению гумусового горизонта почвы и уничтожения почвенной биоты. Между тем, расчеты ученых показывают, что технологический процесс комплексной переработки позволяет получить из тонны соломы - 100 кг кормовых дрожжей и почти 200 м<sup>2</sup> теплоизоляционных волокнистых плит толщиной 12-13 см. И что самое важное - уже существует безотходная технология утилизации этого продукта. Солома и сенаж других сельскохозяйственных культур могут также подвергаться переработке и использоваться в похожих направлениях.

Существует другая перспективная технология переработки отходов сельского хозяйства - с помощью метанобактерий. Эти микроорганизмы размножаются в условиях анаэробного сбраживания и в любых органических остатках, продуцируя при этом ценное энергетическое сырье - биогаз. Получают такой газ путем загрузки органических отходов в специальные емкости, в которых перекрывается доступ воздуха. Образующийся газ отводится в газохранилища и может использоваться в качестве топлива для небольших электростанций, как бытовой газ для отопления домов, даже в качестве топлива для сельскохозяйственной техники. Еще одним позитивом такого процесса является то, что после брожения остается обеззараженное, без запаха органическое вещество, которое можно применять в качестве органического удобрения. Широкое использование таких технологий позволило бы экономить в сельской местности до 40 % электроэнергии и природного газа.

Загрязнение природной среды происходит также из-за остаточного количества минеральных удобрений. С урожаем с полей ежегодно выносятся большое количество биогенных элементов (около 400-600 кг/га зольных веществ и азота). В настоящее время большинство этих веществ компенсируют благодаря внесению преимущественно синтетических минеральных удобрений. Минеральные удобрения растения усваивают лишь на 40-50 %, а их остальные вместе с атмосферными осадками попадает в грунтовые воды и поверхностные водоемы. Поэтому, основной проблемой при внесении минеральных удобрений была и остается проблема загрязнения питьевых вод, в частности нитратами. Они вредны для организма человека, особенно детей. Под действием нитратов в организме происходит синтез нитросоединений, они обладают способностью накапливаться в организме, и оказывать канцерогенное действие.

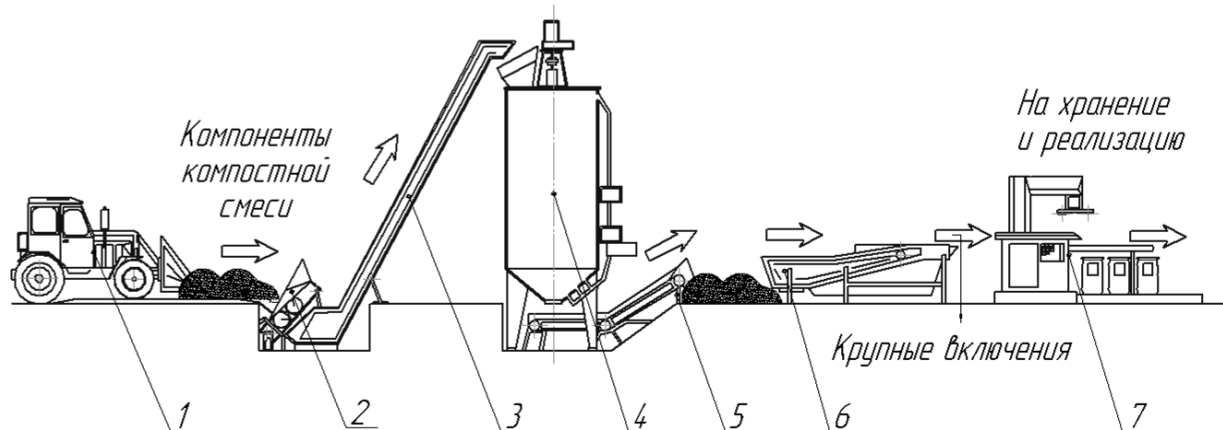
Вышерассмотренные проблемы указывают на то, что и в недалеком будущем превращение в продовольствие отходов растительного и животного происхождения станет реальной необходимостью.



К примеру, с точки зрения экономического развития, утилизация навоза, птичьего помета и других отходов животноводства должна быть способом получения целевого продукта с дальнейшим использованием его в сельском хозяйстве. Это могут быть органические удобрения (компосты), кормовые добавки, бактериальные препараты стимулирующего и защитного действия, биоблокаторы вредителей заболеваний, оздоровительные грунты для теплиц, микробные удобрения и т. д.

Применение технологий аэробной биоферментации навозосоломённых смесей не только связано с созданием устойчивого безотходного животноводства, но и позволяет решать важнейшую задачу - повторное использование энергии, заложенной в микроорганизмах и перерабатываемом сырье, в продукты, несущие дополнительную пользу – в удобрение [1].

Поточная технология переработки навоза включает в себя следующие технологические этапы (рисунок 1) [2]. Навоз и носитель органического углерода, например измельченная солома, торф, опилки, лигнин при помощи автопогрузчика 1 проходя через смеситель 2, направляются в приемок наклонного скребкового транспортера 3, который загружает компостную смесь в теплоизолированный корпус установки для компостирования 4, имеющей в донной части перфорированную конструкцию и систему аэрации [3].



1-автопогрузчик; 2-роторный смеситель-измельчитель; 3-наклонный скребковый транспортер; 4-установка для компостирования; 5-наклонный ленточный транспортер; 6-видросепаратор; 7-фасовочный автомат

Рисунок 1 – Схема поточного способа переработки навоза с подстилкой

После разгрузки установки при помощи ленточного транспортера 5 стабилизированный продукт в течение некоторого времени остывает в насыпи и далее направляется на сепаратор 6, где из него выделяются крупные включения. После этого готовый компост расфасовывается в пакеты объемом 5-50 л на постах упаковочных 7.

Равномерность распределения материала по всему объему корпуса обеспечивается лопастным устройством, установленным в верхней части вертикального шнека. Компостируемый материал медленно проходит в противоток поступающему со дна воздуху. Система аэрации установки

замкнута и состоит из вентилятора, который соединен своей напорной стороной с перфорированным дном, а вытяжной стороной, при помощи воздуховода - с верхней частью корпуса.

Создание в установке благоприятных условий для развития мезо- и термофильной микрофлоры приводит к интенсивному разложению органического вещества, которое сопровождается быстрым повышением температуры массы до 65-75<sup>0</sup>С, чем обеспечивается гигиенизация компоста. В присутствии кислорода микроорганизмы переводят питательные вещества (N-P-K) в формы более доступные для растений и закрепляют их в массе компоста. Этим обеспечивается возможность продолжительного хранения готового продукта, без потерь биогенных элементов. Продолжительность пребывания материала в биореакторе составляет 5-7 суток. Готовый компост выгружается снизу при помощи вертикального и горизонтального шнеков.

Установка для компостирования имеет круглогодичный цикл работы, полезный объем корпуса зависит от необходимой производительности. Получаемый компост имеет рыхлую структуру, безупречен с гигиенической точки зрения. Компост без потерь сохраняет свои удобрительные свойства даже при длительном хранении. При его использовании резко снижается вероятность накопления в продукции опасных количеств нитратов, нитритов и др. токсичных веществ. Готовый продукт не содержит всхожих семян сорных растений.

### ***Библиографический список***

1. Завражнов А.И., Миронов В.В., Колдин М.С. Обоснование поточной технологии ускоренного компостирования отходов на фермах КРС. // Вестник Мичуринского ГАУ. №1/2006., стр. 162-170.

2. Колдин М.С. Исследование теплофизических свойств соломоавозных смесей при компостировании. // Материалы 15-й международной научно-практической конференции «Система технологий и машин для животноводства на период до 2020 г. – технологические, организационно-экономические требования и методология разработки». Вестник ГНУ ВНИИМЖ. Подольск, 2012. №4. с. 48-51.

3. Установка для компостирования / Завражнов А.И., Капустин В.П., Миронов В.В., Колдин М.С., Никитин П.С. // Патент на полезную модель РФ № 71116. Приоритет от 06.07.2007.

4. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин [и др.] / Сельский механизатор. – 2018 – №2 – С. 2-3.

5. Бойко, А.И. Опилкоцемент – экологичный строительный материал [Текст] / А.И. Бойко // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы: Материалы 65-й международной науч.-практ. конф. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2014. – С. 80-81.

6. Бойко, А.И. Экологичная энергия для крупного тепличного хозяйства [текст] / А.И. Бойко // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы: Материалы 65-й международной научно-практической конференции Часть 2. Рязань: РГАТУ, 2014. – С. 7-9.

7. Семькин, В.А. Экологические аспекты применения дефеката под сахарную свеклу в сочетании с минеральными и органическими удобрениями [Текст] / В.А.Семькин, И.Я. Пигорев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008.– Т. 2. – № 2. – С. 11-14.

8. Дефекат – перспективное удобрение-мелиорант / В.Д. Муха, И.Я. Пигорев, А.Л. Ачкасов, В.Н. Недбаев, О.Н. Мирошниченко, С.И. Худяков, Е.В. Бельчиков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – Т. 6. – № 6. – С. 47-49.

9. Щур А.В., Экологическая безопасность жизнедеятельности человека. Учебное пособие. [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казачёнок, В.П. Валько, О.В. Валько, А.В. Шемякин, Е.С. Иванов - Рязань, 2017. – 196 с.

**УДК 631.363.258/638.178**

*Мамонов Р.А., к.т.н.,  
Миронов В.В.,  
Зброжик Е.Г.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ СЕПАРАЦИИ ГРАНУЛ ПЕРГИ ИЗ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ПЧЕЛИНЫХ СОТОВ**

Одной из отраслей сельского хозяйства, которая может повысить уровень земледелия и животноводства является пчеловодство. Оно обеспечивает нас ценнейшими продуктами, такими как пчелиное молочко, мед, воск, в том числе и пергой.

Перга — законсервированная в ячейках сотов пыльца, собранная пчелами с цветков растений. Пчелы используют ее в качестве белкового корма для питания и выращивания расплода. До недавнего времени перга была бросовым продуктом - загрязняла сырье при вытопке воска и снижала его выход. Благодаря биологически активным свойствам, наличию основных аминокислот, витаминов, ферментов и других полезных веществ пергу все шире применяют в народной медицине, медицинской, пищевой, витаминной, косметической и других промышленности.[1]

Технологический процесс промышленного извлечения перги включает в себя последовательное выполнение следующих операций: заготовку сотов с осушиванием от остатков меда пчелами; скарификацию и сушку перги в сотах; отделение воскоперговой массы от рамки; охлаждение воскоперговой массы;

измельчение воскоперговой массы; разделение измельченной воскоперговой массы на восковое сырье и пергу [2].

Разделение измельченных сотов на гранулы перги и восковое сырье осуществляют сепарированием.

Сепарированием называют процесс механического разделения сыпучих материалов на их составные части или фракции. Процесс сепарирования исходного продукта направлен на выделение из него требуемой или засоряющей фракции.

Смеси материала сепарируют по разнообразным геометрическим и физическим признакам и свойствам частиц её состава — форме и размерам частиц, их плотности, шероховатости, парусности, электропроводности, цвету и т.д. С учетом этих признаков сконструированы сепараторы, работающие на разных принципах.

Для сепарации гранул перги из измельченных пчелиных сотов в практике пчеловодства применяют следующие способы:

- отделения перги от восковой основы сота путем погружения её в воду;
- с применением вибрационных столов;
- с применением вибрационных сит;
- пневмосепарированием.

Способ сепарации перги путем опускания её в жидкость и удаления всплывшей восковой основы на сегодняшний день практически не применяется. Это связано с потерей части перги при её растворении в жидкости [1].

Существует способ извлечения перги, при котором выделение крупных средостений из измельченных пчелиных сотов осуществляется вибрацией [3]. Измельченные соты помещают на вибрационный стол в лоток и подвергают вибрации в течение 20 секунд с частотой колебаний 50÷100 Гц. При этом режиме крупные частицы воска и средостения поднимаются на поверхность, откуда их удаляют вручную.

Вибрационные ситовые сепараторы состоят из корпуса, вибродвигателя и дек с ситами. В качестве рабочей поверхности используют листовые сита, выполненные из перфорированной стали и проволочные сетки. Листовые сита (решета) предназначены для сепарации средних и мелких частиц. Они представляют собой стальные листы с проштампованными или просверленными отверстиями различной формы. Чаще всего используют круглые и щелевидные отверстия. В зависимости от конструкции, вибросепараторы бывают круглые и прямоугольные (рисунок 1). Круглые вибросепараторы обладают зачастую малой и средней производительностью и предназначены для решения узкоспециализированных задач, а прямоугольные вибросепараторы имеют максимальную пропускную способность и более грубый режим работы [4].



а



б

а – с круглыми ситами; б – с прямоугольными ситами

Рисунок 1 – Виды вибросепараторов

Известна установка для извлечения перги из сотов [5]. Она объединяет в себе измельчитель и сепаратор. Конструкция сепаратора представляет собой ограниченное боковыми стенками решето с продолговатыми отверстиями, передняя суженная часть которого образует выгрузной лоток. В верхней части сепаратора установлен электрический вибратор. Под сепаратором расположен приемный бункер.

Воскоперговая смесь под действием гравитационной силы попадает на вибрационное решето сепаратора. Перемещаясь по его поверхности, восковые частицы проваливаются через его продолговатые отверстия и попадают в приемный бункер, а целые перговые гранулы остаются на просеивающей поверхности и выгружаются через выгрузной лоток.

Недостатком таких сепараторов является безвозвратная потеря перги в виде разрушенных гранул.

Пневмосепарирование – это разделение смесей на фракции с помощью преодоления гравитационных сил потоком воздуха. Оно построено на том, что частицы смесей имеют разные скорости осаждения, и осуществляется в специальных аппаратах - воздушных сепараторах.

Пневмосепараторы по направлению воздушного потока можно классифицировать на сепараторы с горизонтальным и вертикальным восходящим потоком воздуха.

Пневмосепаратор с горизонтальным воздушным потоком применен в агрегате для извлечения перги Wilara ВВМ profi (Эстония) [5]. Измельченный сот подается в нормализованный по направлению скорости горизонтальный воздушный поток. Воздушным потоком за счет различия в аэродинамических свойствах частиц перги и восковой основы сота относятся на разное расстояние и попадают в соответствующие сборники. Применение измельчителя в сочетании с горизонтальным сепаратором не позволяет полностью отделить восковую основу от перги, поперечное сечение аспирационного канала в несколько раз больше чем у вертикальных пневмосепараторов, что требует увеличение затрат энергии на создание воздушного потока.

Пневмосепаратор с вертикальным восходящим поток воздуха используется для сепарации гранул перги в агрегатах АИП-50, АИП-30 и АИП-10 (рисунок 2) [6].



Рисунок 2 – Агрегаты для извлечения перги: а – АИП-50; б – АИП-30; в – АИП-10

Применяемые в этих агрегатах пневматические системы не позволяют полностью отделить восковую основу от перги при переработке сотов, которые более двух лет использовались при содержании пчелиной семьи.

На основании проведенного обзора существующих способов и технических средств разделения измельченных пчелиных сотов на пергу и восковое сырье, была предложена схема их классификации (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Схема классификации сепараторов перги

Анализ процесса разделения перги и восковой основы показал, что дальнейшее совершенствование машин для его осуществления необходимо вести с учетом выравнивания потока воскоперговой смеси идущего из измельчителя на сепарирование, а также применение схем сепарирования комбинированного типа, которые объединяют лучшие стороны вибро- и пневмосепараторов.

Таким образом, для разделения измельченной воскоперговой массы сотов наиболее целесообразно применять пневмосепараторы, так как они осуществляют наиболее качественно разделение гранул перги от восковой основы сотов.

### ***Библиографический список***

1. Мамонов, Р.А. Технология, средства механизации и экономика производства перги [Текст] / Некрашевич В.Ф., Мамонов Р.А., Торженева Т.В., Коваленко М.В. – Рязань: Изд. ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – 102 с.

2. Мамонов, Р.А. Технология заготовки и подготовки пчелиных сотов к промышленной переработке на пергу и восковое сырье [Текст]/ Р.А. Мамонов, Т.В. Торженева // Вестник Рязанского ГАУ им. П.А. Костычева. – 2013. -№ 2. - С. 30-33.

3. Патент на изобретение № 2397639 РФ, МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов [Текст] / Д.Е. Каширин. – Заявл. 17.04.2009; опубл. 27.08.2010, бюл. № 24. – 5с.

4. АДВ-Сервис/ вибросепаратор, вибросито, вибрационный грохот [Электронный ресурс]: <http://drobienie-pressovanie.ru/vibroseparator-vibrosito-vibracionnyj-grohot/>

5. Мамонов, Р.А. Средства механизации измельчения пчелиных сотов [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Е.И. Буренина, К.В. Буренин, В.В. Миронов // Инновационное развитие агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2016, Часть 2. – С. 157-162.

6. Мамонов, Р.А. Перга: технология, оборудование и экономические аспекты её производства [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, А.Г. Чепик, Т.В. Торженева, М.В. Коваленко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. - № 1. - С. 139-143.

**УДК 631.331.021**

*Липин В.Д. к.т.н.,  
Топилин В.П.,  
Липина Т.В., магистр,  
Подорожный Р.С.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ.*

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АППАРАТА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ РАЗМЕРАМИ  
ЯЧЕЕК ВЫСЕВАЮЩЕГО ДИСКА**

Создание надёжной и сбалансированной системы обеспечения населения сельскохозяйственными продуктами невозможно без возделывания зернобобовых культур, в том числе сои – ценной высокобелковой и масличной культуры. Проблема дефицита растительного белка – одна из важнейших проблем. Увеличения производства и сокращения дефицита растительного белка в Рязанской области можно достичь путём внедрения и повышения урожайности сои, которая во многом зависит от посева. Качество проведения посева в значительной степени определяется совершенством высевального аппарата.

Посев семян сои проводят рядовым, широкорядным, двухстрочным, трехстрочным, квадратно – гнездовым, пунктирным, полосным и другими способами переоборудованными сеялками для посева зерновых и пропашных культур.

Пунктирный способ посева сои получает большее распространение особенно при возделывании сои на семена. При пунктирном посеве сои положительное влияние оказывает более равномерное, по сравнению с рядовыми и ленточными посевами, размещение растений. Равномерное размещение растений способствует лучшему их питанию и освещенности, причём в одинаковой мере для всех растений.

По данным Калинича Г.Ф. [2], Довбенко Н.С. [1] и Липина В.Д. [3, 4] растения сои при разных способах посева формируют урожай с примерно одинаковым весом 1000 зерен, но наиболее выровненные по весу семена, обладающие высокими посевными качествами, получают при пунктирном способе посева.

Посевные машины с высевальными аппаратами точного высева применяются для посева пропашных культур: сахарной и кормовой свеклы, кукурузы, подсолнечника, фасоли, хлопчатника и бахчевых. Единой конструкции высевального аппарата для пропашных культур нет, а используются разнообразные конструкции и приспособления к ним для высева семян определенной культуры и фракции.

Высевальные аппараты сеялки ССТ-12Б, предназначенные для пунктирного посева калиброванных и дражированных семян сахарной свеклы, комплектуются дополнительными приспособлениями для высева семян пропашных культур: сои, фасоли, проса. Для высева семян сои предусмотрено приспособление СТЯ 31.000, в которое входит высевальный диск с двумя рядами ячеек (диаметр ячеек 9 мм), резиновый ролик-отражатель, выталкиватели семян и стенки для увеличения ёмкости бункера [6].

Анализ физико-механических свойств семян показывает, что линейные размеры семян сои в зависимости от сорта и зон возделывания изменяются в больших пределах, например: длина семени от 5 до 10,5 мм, ширина от 4,5 до 8 и толщина от 4 до 7 мм.

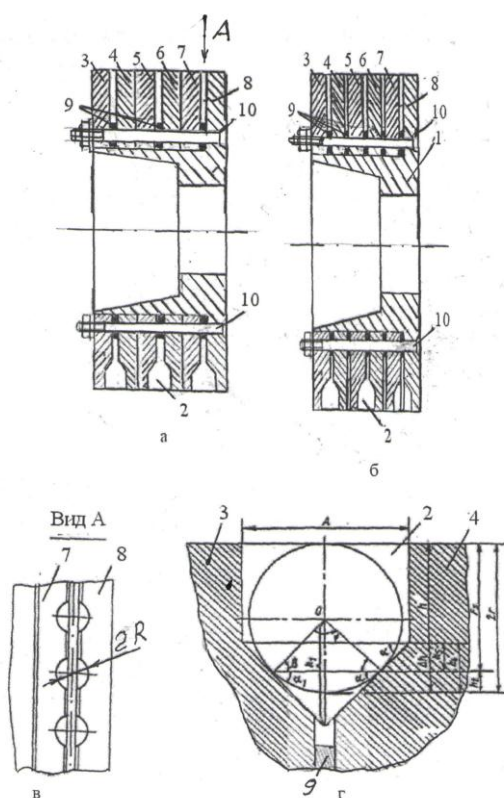
Чехов И.К. [7] считает, что перед посевом семена сои необходимо делить на решетках по фракциям. Наши исследования, подтвердили рекомендации Чехова И.К. Мы также, считаем, что для успешного проектирования и



обоснования конструкции и параметров высевающего диска аппарата точного высева семян, а также продуктивного роста и развития растений сои необходимо перед посевом семена сои разделить на решётах по фракциям: крупная – 8,0...7,0 мм, средняя – 7,0...6,0 мм, мелкая – 6,0...5,00 мм [3, 4, 5]. Поэтому цель наших исследований – проектирование и обоснование конструкции высевающего диска вертикально-дискового аппарата, обеспечивающего равномерный высев семян сои в пунктирную строчку с заданным интервалом.

Для достижения поставленной цели был проведен патентный поиск, разработано техническое решение и оформлена заявка на полезную модель.

Был изготовлен проектируемый высевающий диск (рисунок 1).



1 – основание; 2 – ячейка; 3, 4, 5, 6, 7, 8 – части колец; 9 – регулировочные шайбы; 10 – винт; а – высевающий диск для высева семян крупной фракции; б – высевающий диск для высева семян мелкой фракции; в – вид А на рисунке а; г – сечение ячейки высевающего диска

Рисунок 1 – Проектируемый высевающий диск

Высевающий диск [5] состоит из основания 1, колец, выполненных из составных по оси ячеек 2 частей колец 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8. Часть кольца 8 выполнена заодно с основанием 1. Между частями колец, образующими ячейки 2, а также не образующими ячеек, установлены регулировочные шайбы 9, необходимые для регулировки ширины ячеек 2. Части колец 3 и 4, 5 и 6, 7 крепятся к части кольца 8, выполненной заодно с основанием винтами 10.

Образующая ячеек 2 каждой из частей колец выполнена радиусом  $R$ , равным половине диаметра максимальной фракции семян. Высота цилиндрической части ячейки определяется выражением

$$h_r = (1 + 1/\cos \alpha) 0,5 A \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где  $r$  - радиус семени высеваемой фракции;

$\alpha$  - угол наклона образующих конусную часть ячеек к горизонтальной оси высеваемого диска  $\alpha = 60^\circ$ ;

$A$  - ширина ячейки.

Поправка ячейки на конусность образована углом  $\alpha = 60^\circ$  наклона образующих конусную часть ячеек к оси высеваемого диска и определяется выражением

$$\Delta h_r = (1/\cos \alpha) + 0,5 \cdot A \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2)$$

где  $A$  - ширина ячейки.

При высеве семян минимальной фракции проектируемым высевальным диском высевные ячейки будут продолговатыми по направлению вращения диска, так как регулировочные шайбы установлены между частями колец не образующими ячеек. Такая форма обеспечивает лучшие условия заполнения ячеек семенами.

При высеве семян более крупной фракции сечение ячейки приближается к окружности, а глубина увеличивается.

Общая толщина пакета регулировочных шайб определяется по зависимости

$$\Pi_0 = \Pi_1 + \Pi_2, \quad (3)$$

где  $\Pi_1$  - толщина паза для пакета регулировочных шайб между частями колец, образующих ячейки, с учетом толщины клинового выталкивателя;  $\Pi_2$  - толщина пакета регулировочных шайб между частями колец, не образующих ячейки.

$$\Pi_0 = d_{\max} - d_{\min};$$

$$\Pi_1 = A_{\max} - d_1;$$

$$\Pi_2 = \Pi_0 - \Pi_1,$$

$$\Pi = \Pi_1 - d_1,$$

где  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$  - соответственно диаметры семян максимальной и минимальной фракции;

$A$  - максимальная ширина ячейки;

$d$  - диаметр семян высеваемой фракции;

$d_1$  - толщина клинового выталкивателя;

$\Pi$  - толщина пакета шайб между частями колец, образующих ячейки.

В зависимости от размера высеваемой фракции семян часть пакета регулировочных шайб ( $\Pi$ ) устанавливают между частями колец, образующих ячейки, а оставшуюся часть пакета ( $\Pi_2$ ) устанавливают между частями колец, не образующих ячейки. При переналадке высевального диска на высев семян минимальной фракции часть регулировочных шайб устанавливают между частями колец, не образующих ячейки.

Необходимость установки регулировочных шайб между частями колец, не образующих ячейки, вызвана тем, что ширина диска должна быть постоянной и неизменной при высеве семян различных фракций.

Высевающий диск работает следующим образом.

При высеве семян определенной фракции сначала собирают кольца из частей 7 и 8, между которыми на регулировочных винтах 10 устанавливают шайбы 9 для получения необходимой ширины ячеек 2. Затем устанавливают на регулировочных винтах 10 части колец 5 и 6, между которыми устанавливают шайбы 9 на регулировочных винтах 10. Также устанавливают части колец 3 и 4. Закрепляют части колец к основанию 1 винтами 10.

Лабораторно-экспериментальные исследования показали, что при высеве семян сои фракций 5-6, 6-7 и 7-8 мм рекомендуется устанавливать между частями колец, образующих ячейки, шайбы толщиной 0,5; 1,5 и 2,5 мм. То есть для высева семян сои фракций 5-6, 6-7 и 7-8 мм необходимы шайбы толщиной 0,5 мм. При высеве семян сои фракций 5-6 мм необходимо установить на регулировочных винтах между частями колец, образующих ячейки по одной шайбы толщиной 0,5 мм, при высеве семян сои фракции 6-7 мм по три шайбы, а при высеве семян фракции 7-8 мм по пять шайб.

Проектируемым высевающим диском, устанавливаемым на высевающий аппарат сеялки ССТ-12Б можно успешно высевать семена различных фракций сои пунктирным способом, обеспечивая экономию металла и увеличить срок эксплуатации деталей высевающего диска, в частности деталей для регулирования ширины ячеек.

### ***Библиографический список***

1. Довбенко, Н.С. Скоростной высевающий аппарат для пунктирного высева сои в семеноводческих хозяйствах Приморского края. Автореф. дис...канд.техн. – Краснодар, 1984. – 178 с.
2. Калинич, Г.Ф. Влияние способов посева на урожай и посевные качества семян сои//Научные труды/Приморский СХИ. – 1976. – Вып. 46. – С.9-17.
3. Липин, В.Д. Разработка способа посева сои и технических средств для его осуществления в условиях Пензенской области: Отчёт о НИР МИИСП, № ГР 01860053204, инв. № 02910012270. М., 1990. – 124 с.
4. Липин, В.Д. Обоснование параметров и совершенствование вертикально-дискового аппарата для высева семян сои: автореф. дис. ... канд. Техн. наук/В.Д.Липин. – М., 1993. – 16 с.
5. Заявка на полезную модель № 2017127372 Российская Федерация, МПК А01С7/04. Высевающий диск [Текст] / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Бышов Д.Н., Липин В.Д., Топилин В.П., Липина Т.В., Подорожный Р.С.; заявитель и патентообладатель «Рязанский гос. агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – заявл. 31.07.2017.
6. Приспособление для высева семян сои СТЯ 31.000 к свекловичным сеялкам типа ТСТСН-6А, ССТ-12А, ССТ-12Б, ССТ-12В, ССТ-8А, ССТ-8В. Паспорт. Кировоград, 1983. -15 с.

7. Чехов, И.К. Влияние крупности и плотности семян сои на их посевные качества и урожайность // Сиб. Вестник с.-х. науки. – 1979, № 6. – С. 69-73.

**УДК 631.363.21**

*Некрашевич В.Ф., д.т.н.,  
Мамонов Р.А., к.т.н.,  
Байдов А.В.,  
Зброжик Д.Г.,  
Рыбкин Р.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ.*

## **ИСПЫТАНИЕ ДИСКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ЗЕРНА**

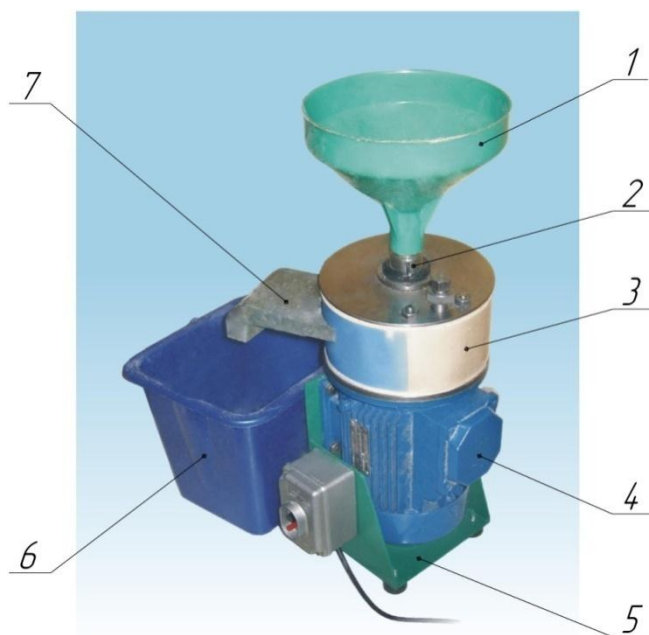
В статье приведено описание работы дискового измельчителя зерна и результаты его испытания.

Зерно является основным источником энергии в рационах многих видов животных, а также используются в качестве дополнения для сбалансирования рационов по энергии, перевариваемому протеину и минеральным веществам. По химическому составу зерна злаковых отличаются высоким содержанием энергии – от 0,95 до 1,36 к.ед. в 1 кг. Около двух третей массы зерна приходится на крахмал (320-560 г/кг), который обеспечивает такую высокую питательность зерна. Переваримость органического вещества достаточно высокая (70-90%). Каждое животное и птица, выращиваемое на ферме, должно получать определенное количество питательных веществ. Зерно в рационах крупного рогатого скота составляет по питательности до 40 и более процентов. В естественном виде лишь незначительная часть кормов соответствует всем требованиям зоотехнической науки. Большая часть же кормов требует предварительной обработки [1].

В современной мировой практике приготовления комбикормов переходят на плющение зерновых кормов, так как плющенные корма, особенно в кормлении крупного рогатого скота, позволяют повысить продуктивность животных до 5 % при производстве молока и до 10 % и более при выращивании и откорме крупного рогатого скота по сравнению с зерновыми кормами, измельченными на молотковых дробилках. По опытным данным плющенные зерновые корма имеют в 6-8 раз меньше пылевидных частиц размером 0,25 мм и затраты энергии на их производство в 1,8 – 2,0 раза меньше, что снижает их потери и стоимость изготовления не только за счет меньших затрат электроэнергии, но и меньшей стоимости оборудования [2].

Основным требованием, предъявляемым к средствам механизации производственных процессов в небольших крестьянско-фермерских хозяйствах является то, чтобы эти машины должны быть, по возможности, как можно проще по конструкции, а их эксплуатация должна осуществляться с низкими затратами труда и средств.

На кафедре «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени профессора П.А. Костычева» был разработан дисковый измельчитель зерна (рисунок 1)



1 – приёмный бункер, 2 – устройство для регулирования подачи, 3 – узел плющения, 4 – электродвигатель, 5 – рама, 6 – ёмкость для сбора плющеного зерна, 7 – выгрузное лоток.

Рисунок 1 – Дисковый измельчитель зерна

Он состоит из приемного бункера 1, устройства для регулирования подачи 2, узла плющения зерна 3, выгрузного лотка 7 и электродвигателя 4 смонтированного на раме 5. Для сбора дерти под выгрузной лоток 7 устанавливается емкость 6.

Работа дискового измельчителя зерна осуществляется следующим образом. После включения электродвигателя 4, на валу которого закреплен ведущий диск, в приемный бункер 1 засыпается зерно. Проходя через устройство для регулирования подачи 2 и отверстие ведомого конического диска, зерно падает на ведущий диск и вместе с ним перемещается в клиновую зону, образованную поверхностями ведущего и конического дисков. Вследствие возникновения сил трения между поверхностями дисков и зерновым материалом, он увлекается в клиновую зону плющения, измельчается и под действием центробежных сил выбрасывается через выгрузной лоток 7 в емкость для сбора 6.

Испытания измельчителя проводились на зерне пшеницы. Между ведущим горизонтальным и ведомым коническим дисками был установлен зазор 1,07 мм.

Целью исследования было определить влияние живого сечения приемного бункера на пропускную способность измельчителя и энергоёмкость процесса плющения зерна.

Изменение живого сечения приемного бункера измельчителя изменялось путем установки в устройство для регулирования подачи 2 сменных колец с разным внутренним диаметром отверстия. Энергоёмкость процесса определялась при помощи счетчика электроэнергии Меркурий 230 AR-02 С. Пропускная способность измельчителя определялась методом отбора проб.

В результате проведенных исследований были получены зависимости изменения пропускной способности измельчителя и энергоёмкости процесса плющения от живого сечения приемного бункера (рисунок 2).

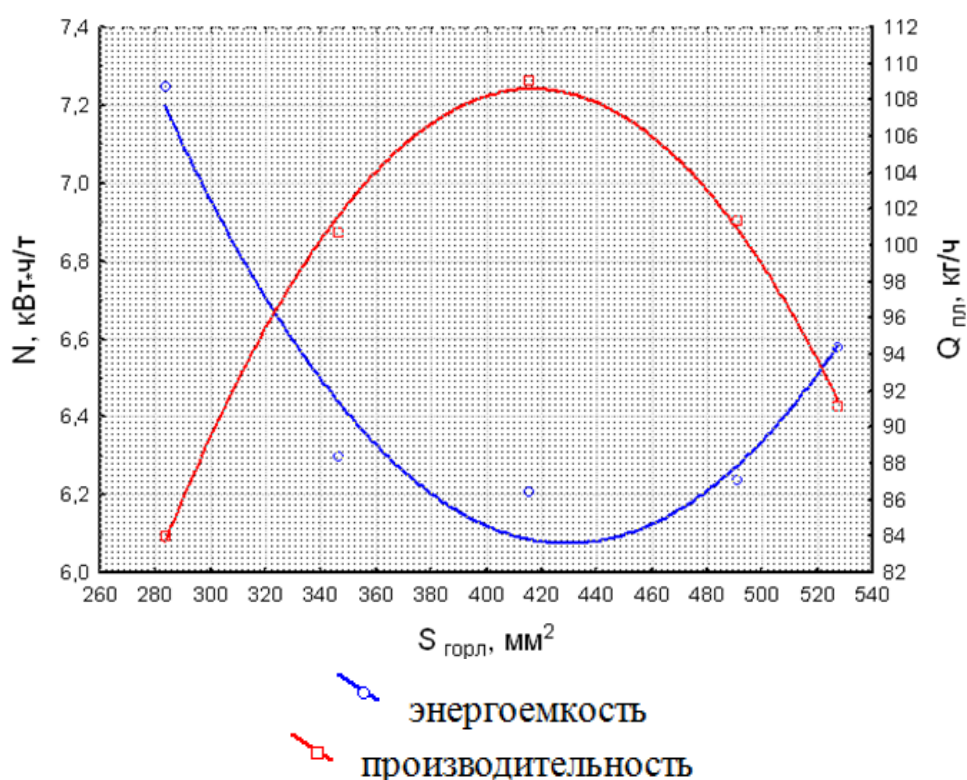


Рисунок 2 – Зависимость энергоёмкости процесса плющения пшеницы  $N$  и пропускной способности измельчителя  $Q_{пл}$  от живого сечения приемного бункера  $S_{горл}$ .

$$N = 15,0259 - 0,0417 \cdot S_{горл} + 4,8752 \cdot 10^{-5} \cdot S_{горл}^2 \quad (1)$$

$$Q_{пл} = -134,7682 + 1,1677 \cdot S_{горл} - 0,0014 \cdot S_{горл}^2 \quad (2)$$

Установлено, что с увеличением площади живого сечения приемного бункера с 280 до 430 мм<sup>2</sup> происходит увеличение пропускной способности измельчителя от 84 до 109 кг/ч и снижение энергоёмкости процесса плющения соответственно с 7,25 до 6,1  $\frac{кВт·ч}{т}$ .

При дальнейшем увеличении площади живого сечения происходит снижение пропускной способности измельчителя и, соответственно, увеличение энергоемкости процесса плющения. Связано увеличение энергоемкости с тем, что измельчитель при указанном зазоре и размерах дисков не обеспечивает переработку подаваемого зерна. Рассчитать энергоемкость плющения и производительность плющилки можно по формулам соответственно (1) и (2).

Таки образом, при плющении пшеницы живое сечение приемного бункера измельчителя должно быть  $430 \text{ мм}^2$ , при этом параметре достигается максимальная пропускная способность измельчителя  $108,5 \text{ кг/ч}$ , при минимальной энергоемкости процесса  $6,1 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ .

### ***Библиографический список***

1. Некрашевич, В.Ф. Плющение и использование фуражного зерна в кормлении крупного рогатого скота [Текст] / В.Ф. Некрашевич, А.В. Байдов, И.В. Воробьева, А.Ф. Слабиков // Нива Рязани. – 2008. – № 11.
2. Мамонов, Р.А. Анализ способов и средств механизации подготовки зерна к скармливанию [Текст] / Р.А. Мамонов, Д.Г. Зброжик // Вестник совета молодых ученых. – Рязань: Издательство РГАТУ. – 2017. – №2(5) – С. 165-169.
3. Некрашевич, В.Ф. Плющение и использование фуражного зерна в кормлении крупного рогатого скота [Текст] / В.Ф. Некрашевич, А.В. Байдов, И.В. Воробьева, А.Ф. Слабиков // Нива Рязани. – 2008. – №11.
4. Пат. РФ № 2101987. Дисковая плющилка зерна /Некрашевич В.Ф., Слабиков А.Ф. - Опубл. 27.08.2008; Бюл. № 24.
5. Коняев, Н.В. Измельчитель зерна малой энергоемкости [Текст] / Н.В. Коняев, Ю.В. Назаренко, А.И. Попов // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции. – Курск, 2017. – С.33-36.
6. Дробилка малой энергоемкости [Текст] / В.Н. Трубников, Н.В. Коняев, А.И. Попов, Б.С. Блинков // Оптимизация электротехнологий в АПК: сб.науч.трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Ярославль, 2016. – С.66-71.

*Рязанцев А.И., д.т.н., профессор,  
Антипов А.О., к.т.н.,  
Евсеев Е.Ю., к.т.н.,  
Ахтямов А.А.*

*Государственное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области «Государственный социально-гуманитарный  
университет» г. Коломна, РФ*

## **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «КУБАНЬ – ЛК1».**

Машина дождевальная электрифицированная кругового действия (МДЭК) «Кубань-ЛК1» предназначена для полива различных сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные, и может быть использована на любых типах почв (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид электрифицированной многоопорной дождевальной машины «Кубань – ЛК1»

Полив выполняется дождеванием в движении по кругу, в центре которого осуществляется подача воды и электропитания на машину от закрытой оросительной сети. [2]

Развиваемый электродвигателями опорных тележек электрифицированных дождевальных машин, «Кубань - ЛК1», крутящий момент через трансмиссию передается на ведущие колеса, величина которого определяется по зависимости:

$$M_k = M_d * j_{mp} * \eta_{mp} \quad (1)$$

где  $M_d$ - крутящий момент электродвигателя;

$j_{mp}$  - передаточное число трансмиссии;

$\eta_{mp}$  - коэффициент полезного действия.

При анализе затрат мощности основной характеристикой опорной тележки является тяговый показатель ( $\eta_T$ ), который выражают в виде произведения трех



коэффициентов полезного действия, учитывающих, кроме потерь в приводе ( $\eta_{тр}$ ), затраты на буксирование ( $\eta_б$ ) и перекачивание ( $\eta_f$ ):

$$\eta_{т} = \eta_{тр} * \eta_б * \eta_f \quad (2)$$

Коэффициенты  $\eta_f$  и  $\eta_б$  характеризуют тяговые качества опорной тележки, а их произведение называется коэффициентом полезного действия ходовой системы  $\eta_{тр}$ . Величина его у опорных тележек машины колеблется в больших пределах и в основном зависит от условий работы, конструкции и параметров ходовой системы, а также весовой нагрузки. [1]

Исходя из указанного становится задача обеспечения посредством соответствующих технических решений, максимального значения базового КПД.

Кратко рассмотрим основные пути снижения энергопотребления при качении ДМ «Кубань – ЛК1».

В начальный период создания многоопорных дождевальных машин кругового действия в качестве привода их тележек применялись различного вида конструкции с использованием энергии воды, так называемые гидроприводы.

Учитывая недостатки гидропривода поршневого типа (низкий КПД, увеличенные затраты мощности и материалоемкости, значительный объем сливаемой воды из гидроцилиндров, ухудшающих равномерность полива) предопределили разработку и создание гидропривода сифонного типа, которые использовались на широкозахватной и другой поливной технике.

Однако, указанный тип привода, частично устранявший недостатки поршневого гидропривода и, учитывая широкое внедрение электрифицированной дождевальной техники, широкого применения не получил.

Электрифицированные многоопорные дождевальные машины в первые этапы своего создания оснащались приводом, состоящим из мотора – редуктора с червячным зацеплением, выходные валы которого, через цепные передачи вращали входные валы червячных колесных редукторов, а те передавали крутящий момент на колеса тележек.

В последующем, цепные передачи в приводе, вследствие, имеющихся у них отрицательных качеств (значительный шум и вибрация при работе; быстрое изнашивание шарниров цепи; необходимость применения системы смазывания и установки в закрытых корпусах; удлинение цепи вследствие износа шарниров и сход ее со звездочек) были заменены на карданные.

Данным приводом на настоящее время оснащается дождевальная машина «Кубань – ЛК1».

Ряд зарубежных фирм (Valley, RKD, Zimmatic, Reinke, Urapivot, Otech, T-L, Bauer) усовершенствовали указанный выше привод посредством оснащения центрального мотора – редуктора вместо червячной передачи, цилиндрической (Рис. 2). Это позволило увеличить КПД привода с 0.5 – 0.6 до 0.8 – 0.9. Этот тип привода получил наибольшее распространение на дождевальных машинах [3].

Для исключения возникновения паразитных мощностей при заблокированных приводах, рядом иностранных фирм предлагается оснащать колесные редуктора, вместо червячных передач планетарными механизмами. К.П.Д привода составляет 0.8 и выше.

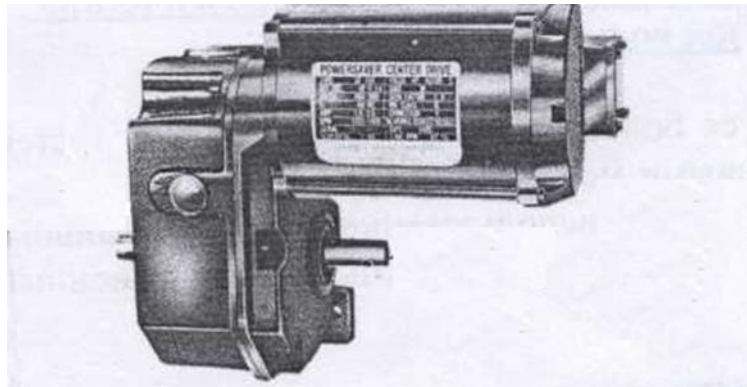


Рисунок 2 – Центральный мотор – редуктор тележки дождевальной машины с цилиндрической передачей

Как показывают данные поисковых исследований зарубежных компаний и отечественных НИИ наилучшие тяговые показатели привода могут быть получены при оснащении каждого (Рисунок 3) или одного колеса тележек машины независимым мотором – редуктором. Второй случай приемлем для почв с высокими показателями по прочностным и сцепным свойствам.

Эффективность применения отдельного мотора – редуктора еще больше может возрасти при его оснащении более совершенным зубчатым зацеплением.

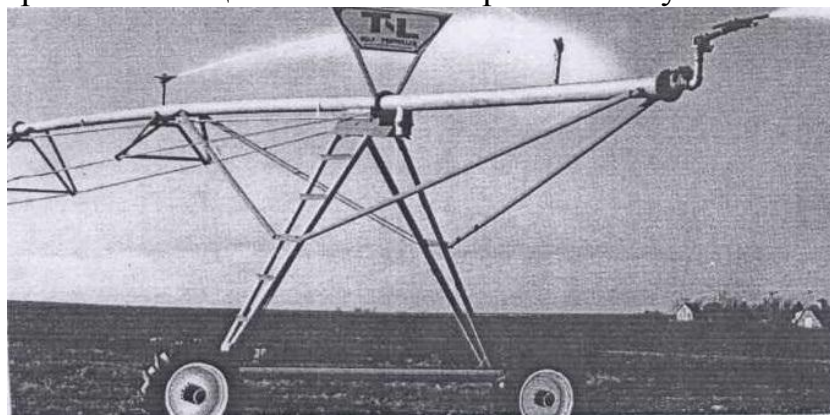


Рисунок 3 – Тележка дождевальной машины с мотор – редуктором на каждом колесе

В настоящее время отечественная промышленность осваивает производство нового вида зубчатых передач, получивших название волновых.

Отличительной особенностью последних является использование гибких зубчатых колес, за счет чего передачи приобретают новые свойства и возможности. Возможность получения большого кинематического эффекта, малых габаритов, рациональной компоновки, осуществление передачи движения сквозь непроницаемые стенки и ряд других свойств волновых передач позволяет прогнозировать перспективность широкого их внедрения в приводах опорных тележек дождевальных машин с электроприводом. К.П.Д

при этом возрастает до 0.9 и выше.

Второй составляющей, представляющей энергетические затраты при движении тележек машины, является показатель сопротивления их движению, определяемый типом ходовых систем, приходящейся на их весовые нагрузки и характеристикой почвенной поверхности по ее несущей способности.

Серийная машина «Кубань – ЛК1» в зависимости от ее модификации оснащается пневматическими шинами моделей 23.3 – 24 или 18.1 – 24 (Рисунок 4) параметры которых, обосновывались, исходя из среднего значения несущей способности почвы под машиной во время полива, равной около 100 кПа. Практически же показатель прочности почв по длине машины, определяется в основном изменением качественных характеристик дождя (интенсивность, диаметра капель нормы полива, величины стока) от 140 кПа в начале машины до 60 (в конце).

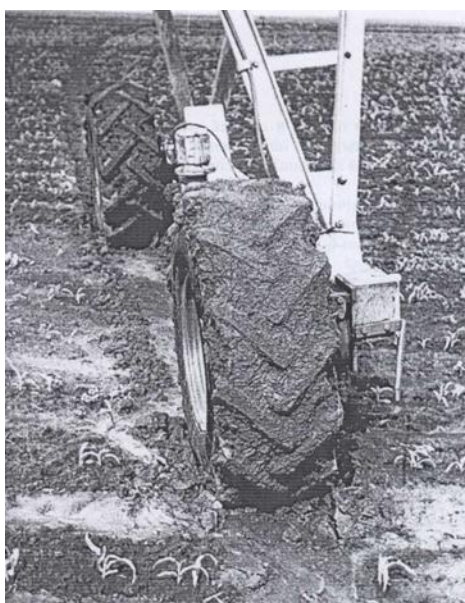


Рисунок 4 – Тележка дождевальной машины «Кубань – ЛК1» на пневматических шинах 18.3 – 24

Это соответственно сказывается на снижении технологического процесса полива машиной, обуславливаемой увеличенным колесообразованием последних ее тележек с соответствующим возрастанием энергетических затрат на их качение.

Устранение указанного недостатка достигается тем, что в дождевальной машине, содержащей неподвижную опору, водопроводящий трубопровод, самоходные тележки на пневматических шинах общего профиля, на ее последней самоходной тележке устанавливают пневматические шины с увеличенной шириной профиля.

В целом, из вышесказанного можно заключить, что энергетические затраты на движение и, как следствие надежность технологического процесса при поливе машиной «Кубань – ЛК1» определяется конструкцией привода и параметрами ходовых систем тележек по ее длине.

### ***Библиографический список***

1. Винокур Е.Я., Липидовский А.К., Рязанцев А.И. Повышение эффективности применения дождевальных машин кругового действия с электроприводом "Кубань-ЛК-1". Сборник научных трудов В/О "Союзводпроект", Москва, 1990 г.
2. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
3. Рязанцев А.И. Направления совершенствования дождевальных машин и систем. (Текст) А.И. Рязанцев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. – 305 с.
4. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2010. – №1. – С. 39-42.
5. Гулевский, В.А. Современные направления совершенствования конструкций дождевальных машин кругового действия [Текст] / В.А. Гулевский, А.В. Чернышов // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2017. – С. 226-229.

**УДК 621.796/621.867/656.212**

*Лузгин Н.Е., к.т.н.,  
Туркин В.Н., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКРЕБКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ДОЗАТОРА СЫПУЧИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

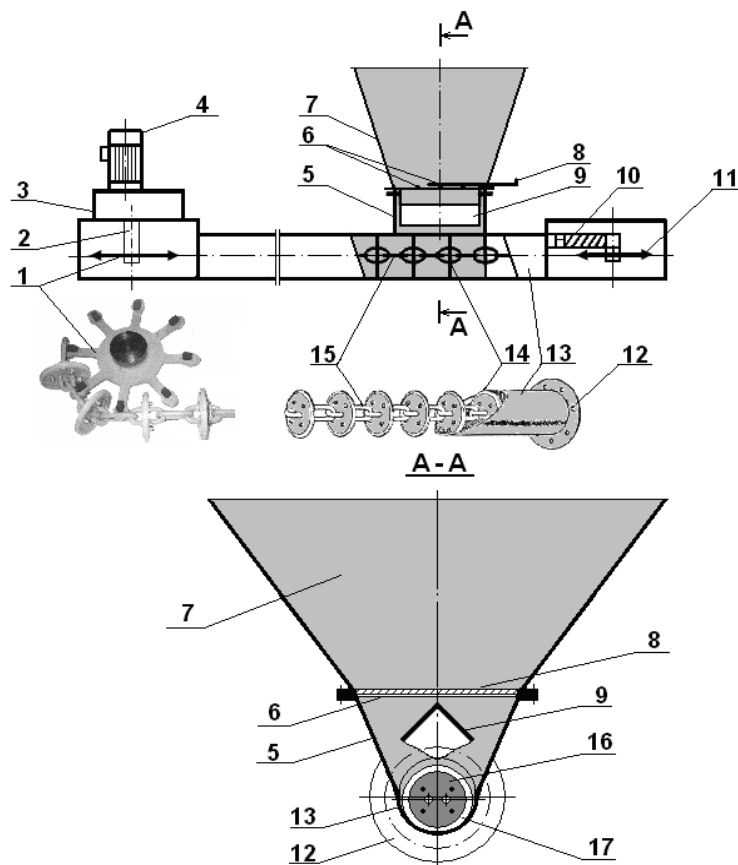
Известно, что скребковые трубчато-цепные конвейеры являются одними из наилучших средств механизации, обеспечивающие в сумме бережное перемещение сыпучего материала, экологичность и невысокую энергоемкость процесса перегрузки [1,2].

С целью дозированного перемещения материала в бункерных системах нами был предложен транспортер-дозатор на основе трубчато-цепного скребкового конвейера (рисунок 1), который решает вышеназванные задачи, а так же снижает давление материала из бункера на рабочие органы [3,4,5].

Транспортер-дозатор работает следующим образом. Перед началом работы шиберная заслонка 8 полностью перекрывает загрузочную камеру 5. Горка-рассекатель 9 устанавливают на необходимую высоту. После включения электродвигателя 4 приводной станции шиберную заслонку 8 открывают на необходимую величину, соответствующую определенной дозе выгрузки перегружаемых удобрений и минеральные удобрения самотеком под действием

гравитационных сил поступают из бункера 7 в загрузочную камеру 5. Далее, огибая разгрузочную горку 9, с двух сторон полностью заполняет тягово-рабочие органы устройства и транспортируется ими к выгрузному отверстию для выгрузки на последующее технологическое звено.

К основным технологическим параметрам транспортера-дозатора относится его производительность, которую можно изменять в широких пределах для конкретных условий работы дозатора. Общее теоретическое обоснование его производительности рассмотрено ниже в данной статье.



1 – приводная звездочка; 2 – вал; 3 – редуктор; 4 – электродвигатель; 5 - загрузочная камера; 6 - прутки; 7- бункер; 8 – шибер; 9 - разгрузочная горка; 10 – натяжной механизм; 11 - звездочка натяжная; 12 – фланец; 13 – труба; 14 – диски-скребки; 15 – цепь; 16 – диск-опора; 17 – антифрикционный диск.

Рисунок 1 – Схема транспортера-дозатора сыпучих материалов

В установившемся режиме работы массовая производительность  $Q$ , кг/ч для рассматриваемого устройства, у которого в трубе круглого сечения будут перемещаться тягово-рабочие органы, выполненные в виде бесконечной круглозвенной цепи с дисковыми скребками, определится по следующей формуле:

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \cdot \gamma \cdot K = 3600 \cdot \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} \cdot v \cdot \gamma \cdot K; \quad (1)$$

где  $S$  – площадь сечения трубы, м<sup>2</sup>;

$v$  - скорость рабочих органов (цепи со скребками), м/с;

$d_m$  - внутренний диаметр трубы, м;

$\gamma$  - объемная масса материала, кг/м<sup>3</sup>;

$K$  - коэффициент производительности;

Коэффициент производительности  $K$  определяется как произведение нескольких коэффициентов:

$$K = K_k \cdot K_z \cdot K_v \cdot K_y, \quad (2)$$

где  $K_k$  - конструктивный коэффициент;

$K_z$  - коэффициент заполнения;

$K_v$  - коэффициент скорости;

$K_y$  - коэффициент уплотнения материала.

Конструктивный коэффициент показывает степень использования полного межскребкового пространства рабочими органами устройства перегрузки:

$$K_k = \frac{V_{\text{полез}}}{V_{\text{полн}}} = 1 - \frac{V_{\text{тро}}}{V_{\text{полн}}}, \quad (3)$$

Полезный объем выражается зависимостью:

$$V_{\text{полез}} = V_{\text{полн}} - V_{\text{тро}}, \quad (4)$$

где  $V_{\text{тро}}$  - объем тягово-рабочих органов (объем цепи, дисков, деталей крепления) на длине одного шага скребков, м<sup>3</sup>.

Полный межскребковый объем можно вычислить по следующей формуле:

$$V_{\text{полн}} = \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} \cdot t_{\text{ц}}, \quad (5)$$

где  $d_m$  - внутренний диаметр трубы, м;

$t_{\text{ц}}$  - шаг скребков, м.

При анализе вышеприведенных выражений ясно, что конструктивный коэффициент всегда будет меньше единицы  $K_k < 1$ .

Коэффициент заполнения будет показывать степень использования грузом свободного внутритрубного пространства, т.е. отношение объема груза внутри трубы к имеющемуся полезному объему межскребкового пространства и в общем случае будет определяться:

$$K_z = \frac{V_{\text{груза}}}{V_{\text{полез}}} = \frac{V_{\text{груза}}}{\left( \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} \cdot t_{\text{ц}} - V_{\text{тро}} \right)}, \quad (6)$$

В частном случае, когда наблюдается полное заполнение рабочих органов устройства перегрузки, коэффициент заполнения равен единице:  $K_z=1,0$ , т.е.  $V_{груза}=V_{полез}$ .

Коэффициент скорости учитывает возможность отставания груза от тягово-рабочих органов устройства перегрузки и равен отношению средней скорости груза  $v_{зр}$  к скорости рабочих органов устройства  $v$ :

$$K_v = \frac{v_{зр}}{v}, \quad (7)$$

Коэффициент уплотнения можно представить как отношение объема  $V_{нас}$  насыпных удобрений к объему  $V_{упл}$  данной массы удобрений после приложения к ним нормальной уплотняющей нагрузки.

$$K_y = \frac{V_{нас}}{V_{упл}}, \quad (8)$$

Таким образом, учитывая вышеприведенные формулы для нахождения всех коэффициентов, производительность транспортера-дозатора будет равна:

$$Q = 3600 \cdot \frac{\pi d_m^2}{4} \cdot v_{зр} \cdot \gamma \cdot \frac{V_{зр}}{\left( \frac{\pi d_m^2}{4} t_{ц} - V_{про} \right)} \cdot \frac{V_{нас}}{V_{упл}}, \quad (9)$$

Таким образом, используя предложенное теоретическое обоснование можно теоретически установить производительность транспортера-дозатора при перемещении и дозировании различных сыпучих материалов.

### ***Библиографический список***

1. Ромакин, Н.Е. Конструкция и расчет конвейеров: Справочник [Текст] / Н.Е. Ромакин. - Старый Оскол: Издательство ТНТ, 2011. – С. 297-302.
2. Утолин, В.В. Классификация дозаторов кормов / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК: Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань, 2012. - С. 100-103.
3. Некрашевич, В.Ф. Технология и средства для перегрузки сыпучих материалов из вагонов в прирельсовый склад [Текст] / В.Ф. Некрашевич, В.Н. Туркин // Техника в сельском хозяйстве, 2009, №1. – С. 7-9.
4. Туркин, В.Н. Теоретическое обоснование длины загрузки бункерных устройств с разгрузочными горками [Текст] / В.Н. Туркин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2009, № 3. - С. 62-63.

5. Туркин, В.Н. Определение мощности на перемещение сыпучего материала в загрузочной камере конвейера, оснащенной разгрузочными элементами [Текст] / В.Н. Туркин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2010, № 2. - С. 63-65.

**УДК 631.363.258/638.178**

*Мамонов Р.А., к.т.н.,  
Буренин К.В.,  
Булаев В.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЫГРУЗНОЙ РЕШЕТКИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПЧЕЛИНЫХ СОТОВ НА КАЧЕСТВО ПЕРГИ**

Перга – это пыльца, собранная пчелами из цветков растений и герметично законсервированная в ячейках пчелиных сотов. Она очень важна для развития пчелиных семей, так как ей пчел выкармливают расплод. В свою очередь люди применяют пергу в народной медицине для лечения многих заболеваний, а также используют в медицинской, витаминной и косметической промышленности [1].

Для извлечения перги существуют различные технологии. Однако наибольшее распространение получила технология извлечения перги, предложенная Некрашевичем В.Ф., Бронниковым В.И., Стройковым С.А. Она включает следующие операции: заготовку перговых сотов с осушиванием от остатков меда пчелами, их скарификацию, сушку, отделение воскоперговой массы от рамки, ее охлаждение, измельчение, разделение воскоперговой массы на перговые гранулы и восковое сырье [2, 3, 4].

Одной из важнейших операций в технологии является измельчение сотов, так как от нее зависит количество и качество получаемой перги.

Целью нашего исследования было определение рациональных конструктивных параметров решетки выгрузного окна измельчителя сотов [5, 6]. Для исследования процесса прохождения гранул перги через отверстия выгрузной решетки измельчителя сотов на кафедре «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени профессора П.А. Костычева» была изготовлена лабораторная установка (рисунок 1).

Диаметр рабочей камеры составляет 200 мм, частота вращения вала измельчителя  $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ , вал измельчителя оснащен четырьмя штифтами диаметром 15 и длиной 100 мм.

Данная установка состоит из электродвигателя 1, загрузной горловины 2, рабочей камеры 3, кожуха 4 для сбора продуктов измельчения и мешка для сбора воскового сырья 5. Выход из камеры измельчения закрыт решеткой, в виде



проволочной сетки, которая состоит из прутков, пересекающихся под прямым углом и образующих квадратные отверстия [7].

В качестве показателя оптимизации было выбрано количество целых гранул перги на выходе из измельчителя.

Для определения количество целых гранул перги брались примерно одинаковые по весу куски сотов, заполненные пергой.



Рисунок 1 – Установка для извлечения перги из пчелиных сотов

Теоретические исследования показали, что расстояние между прутками решетки должно лежать в пределах 10...15 мм [8]. Для определения зависимости количество целых гранул перги от толщины прутка и размера отверстий выгрузной решетки были изготовлены решетки с диаметром прутка решетки 1,5; 2,1 и 2,7 и размером отверстий 10×10, 12×12 и 14×14 мм.

Охлажденные куски сотов подавались в загрузочную горловину установки. На выходе измельчителя получали воскоперговую смесь, из которой выделяли пергу. Затем с помощью набора сит её классифицировали на фракции. Частицы перги, прошедшие через сито с диаметром отверстий 3 мм, считали крошкой. Количество целых гранул определялось по формуле

$$K_{гр\ перги} = 100 - \frac{M_K \cdot 100\%}{M_{общ}}, \% \quad (1)$$

где  $M_K$  – масса крошки, г;

$M_{общ}$  – общая масса перги в куске сота, г.

При статистической обработке экспериментальных данных была получена математическая модель выхода целых гранул перги  $K_{гр\ перги}$  от диаметра прутка  $d_{реш}$  и размера отверстий выгрузной решетки измельчителя  $S_{реш}$

$$K_{гр\ перги} = 88,8974 + 0,9179 \cdot L_{реш} + 1,3944 \cdot d_{реш} - 0,0304 \cdot L_{реш}^2 - \quad (2)$$

$$-0,0208 \cdot L_{\text{реш}} \cdot d_{\text{реш}} - 0,1991 \cdot d_{\text{реш}}^2,$$

На рисунке 2 представлена поверхность отклика полученной математической модели.

Анализируя зависимость (рисунок 2) можно отметить, что с увеличением диаметра прутка решетки увеличивается количество целых гранул на выходе измельчителя. Это связано с увеличением пятна контакта гранул с боковой поверхностью прутков выгрузной решетки, что приводит к снижению разрушающих напряжений в них. При увеличении диаметра прутков выгрузной решетки выше 2,7 мм приводит к снижению целых гранул. Это связано с уменьшением живого сечения выгрузной решетки измельчителя.

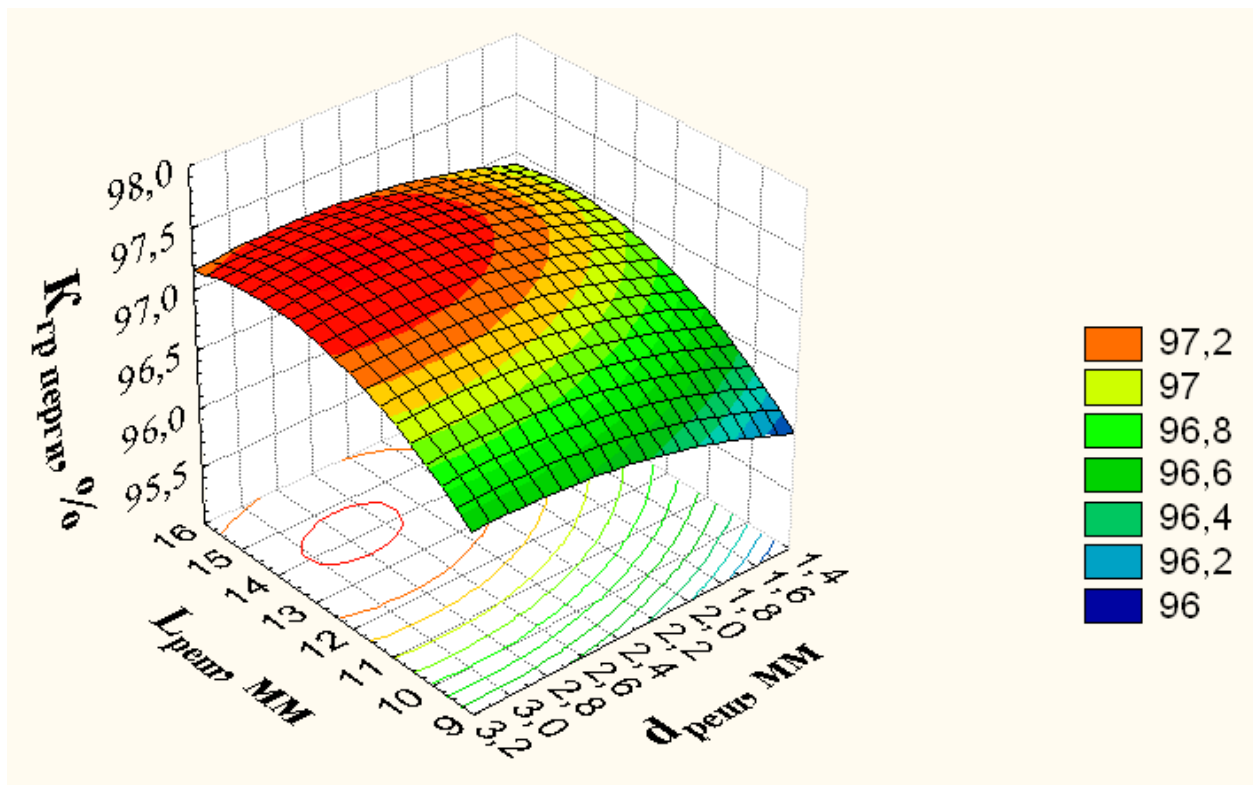


Рисунок 2 – Зависимость выхода целых гранул перги от диаметра прутка и размера отверстий выгрузной решетки измельчителя

Увеличение размера отверстий выгрузной решетки измельчителя приводит к увеличению её живого сечения. При этом процент целых гранул перги на выходе из измельчителя тоже увеличивается и при достижении размера отверстий 14 мм выход целых гранул становится максимальным. Дальнейшее увеличение размера отверстий приводит к выбросу из измельчителя гранул с неотделенной восковой основой и крупных частиц сота, что в последствии приведет к увеличению в готовой перге примесей и снижению её качества.

Таки образом, анализ зависимости показал, что для извлечения из сотов наибольшего количества целых гранул перги необходимо, чтобы выгрузная решетка вертикального штифтового измельчителя имела размеры отверстий 14×14 мм, а диаметр прутков, из которых она выполнена, 2,7 мм.

### ***Библиографический список***

1. Некрашевич, В.Ф. Технология промышленной переработки перговых сотов [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженова // Пчеловодство. – 2011. - № 3. - С. 48-50.
2. Перга: технология, оборудование и экономические аспекты её производства [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, А.Г. Чепик, Т.В. Торженова, М.В. Коваленко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. - № 1. - С. 139-143.
3. Некрашевич, В.Ф. Развитие производства перги в России [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженова // Пчеловодство. – № 6. – 2010. – С. 48-49.
4. Некрашевич, В.Ф. Извлекать пергу стало проще [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженова // Пчеловодство. – 2012. - № 9. - С. 46-47.
5. Некрашевич, В.Ф. Технологическая линия извлечения перги [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Н.Б. Нагаев, К.В. Буренин, М.В. Коваленко, Е.И. Буренина // Журнал Пчеловодство. – № 9. – 2015. – С. 56-59.
6. Патент на изобретение №2452175 РФ, А01К 59/00. Агрегат для извлечения перги [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженова, С.В. Некрашевич, Р.А. Мамонов (РФ). № 2010147625/13; Заявлено 22.11.2010; Опубликовано 10.06.2012. Бюл. № 16.
7. Патент на полезную модель № 128066 РФ, А01К 59/00. Агрегат для извлечения перги [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженова, С.В. Некрашевич, Р.А. Мамонов (РФ). № 2012142041/13; Заявлено 02.10.2012; Опубликовано 20.05.2013. Бюл. № 14.
8. Некрашевич, В.Ф. Теория процесса сепарации гранул перги через отверстия выгрузной решетки измельчителя пчелиных сотов [Текст] / В.Ф. Некрашевич, М.Ю. Костенко, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, Е.И. Буренина // Вестник Рязанского ГАУ им. П.А. Костычева. – 2016. - № 3. - С. 61–65.

**УДК 621.796/621.867/656.212**

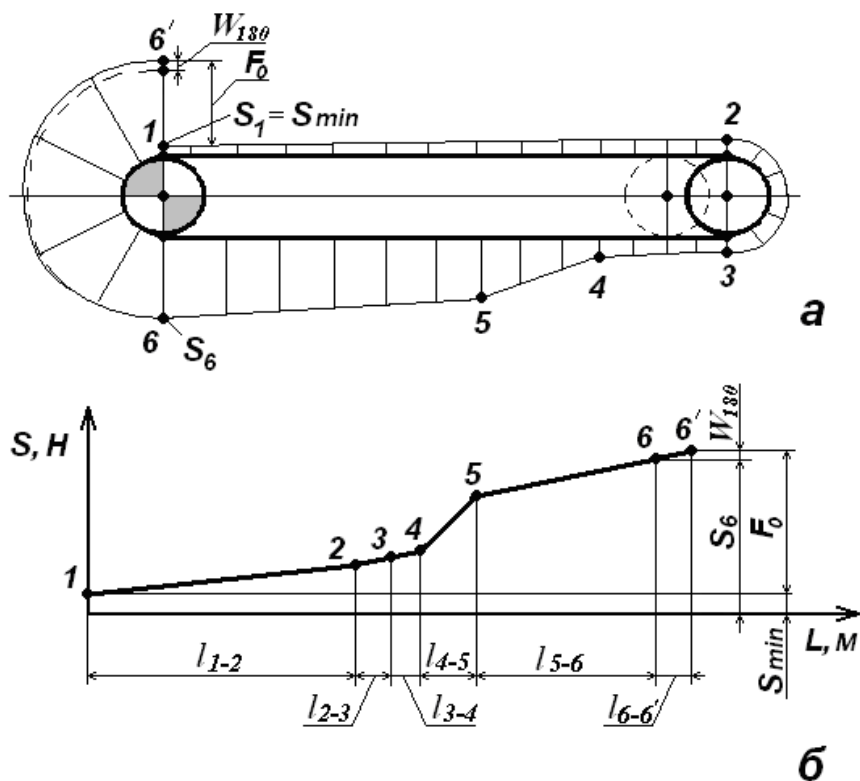
*Лузгин Н.Е., к.т.н.,  
Туркин В.Н., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ МОЩНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКРЕБКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ДОЗАТОРА СЫПУЧИХ ГРУЗОВ**

Предложенный нами транспортер-дозатор на основе трубчато-цепного скребкового конвейера описан в открытых источниках информации и позволяет осуществить бережное перемещение различного сыпучего материала, экологичность и невысокую энергоемкость процесса перегрузки, а так же снизить давление материала из бункера на рабочие органы [1, 2, 3].

Определение основных мощностных параметров транспортера-дозатора является важным звеном в установлении его дальнейшей эффективности.

Для определения потребной мощности  $N$ , подводимой к электродвигателю с целью обеспечения работы устройства, рассмотрим величину окружного тягового усилия на приводной звездочке  $F_0$ , благодаря которому будет осуществляться перемещение цепи как тягового органа транспортера-дозатора (рисунок 1). [4,5]



а – диаграмма напряжения цепи; б – график напряжения цепи.

Рисунок 1 – Растягивающие усилия тягового органа транспортера-дозатора

Найдем данное усилие методом «обхода по контуру», путем последовательного определения натяжения цепи в характерных точках трассы.

Разобьем трассу на участки с одинаковым видом сопротивления. Нумерацию участков начинаем с точки минимального натяжения цепи, т.е. с точки сбегания цепи с поворотной приводной звездочки.

В этом случае, потребная мощность электродвигателя ( $N$ , кВт) будет рассчитываться по формуле:

$$N = \frac{F_0 \cdot v}{1000 \cdot \eta_{эд} \cdot \eta_p \cdot \eta_m^2}, \quad (1)$$

где  $F_0$  - окружное тяговое усилие на приводной звездочки, Н;

$v$  – скорость цепи, м/с;

$\eta_p$  – КПД электродвигателя;

$\eta_p$  – КПД редуктора привода;

$\eta_m$  - КПД соединительных муфт.

Найдем окружное усилие на ведущей звездочке:

$$F_0 = S_6 - S_1 + W_{180}, \quad (2)$$

где  $W_{180}$  - сопротивление движению цепи при огибании на угол  $180^\circ$  поворотной звездочки (приводной или натяжной), Н.

Сопротивление  $W_{180}$ , происходящее вследствие изгиба и выпрямления цепи принимают равной величине  $1,06 \cdot S_{наб}$  или ее вычисляют по известной формуле:

$$W_{180} = (S_{наб} - S_{сб}) \cdot \frac{\mu_1 d + \mu_2 d_{ц}}{D_{но}} \approx 1,06 S_{наб}, \quad (3)$$

где  $S_{наб}$  - натяжение набегающей ветви цепи, Н;

$S_{сб}$  - натяжение сбегаящей ветви цепи, Н;

$d$  - диаметр вала звездочки, м;

$d_{ц}$  - диаметр цепи, м;

$D_{но}$  - диаметр начальной окружности звездочки, м;

$\mu_1$  - коэффициент сопротивления подшипников (для подшипников скольжения  $\mu_1=0,2$ );

$\mu_2$  - коэффициент трения в шарнирах цепи (для круглозвенной цепи  $\mu_2=0,5$ ).

Рассчитаем натяжения во всех характерных точках трассы транспортер-дозатора. Для этого натяжение в каждой последующей характерной точке цепи будем определять как сумму натяжения в предыдущей точке и сил сопротивления, расположенных между этими точками.

Натяжение цепи в точке 1 будет минимально и равно:

$$S_1 = S_{\min} = S_0, \quad (4)$$

где  $S_0$  - предварительное натяжение цепи, Н

Минимальное предварительное натяжение цепи должно иметь значение не менее 5% от допускаемого натяжения цепи выбранного типа и марки.

Для прямолинейной и горизонтальной трассы устройства можно принять  $S_0=500$  Н или рассчитать данное натяжение по формуле:

$$S_0 = 5 \cdot q_{ц}, \quad (5)$$

Натяжение цепи в точке 2 будет равно:

$$S_2 = S_1 + F_x \cdot \frac{l_{1-2}}{t_c}, \quad (6)$$

где  $F_x$  - сопротивление перемещению цепи со скребками на длине шага скребка  $t_c$ , Н;

$l_{1-2}$  - длина холостой ветви, м.

Натяжение цепи в точке 3:

$$S_3 = S_2 + W_{180}, \quad (7)$$

С учетом сопротивления  $W_{180}$  натяжение  $S_3$  будет равно:

$$S_3 = \frac{S_2 \left( 1 + \frac{\mu_1 d + \mu_2 d_y}{D_{HO}} \right)}{\left( 1 - \frac{\mu_1 d + \mu_2 d_y}{D_{HO}} \right)}, \quad (8)$$

Натяжение цепи в точке 4:

$$S_4 = S_3 + F_x \cdot \frac{l_{3-4}}{t_c}, \quad (9)$$

где  $l_{3-4}$  – длина участка рабочей ветви от точки 3 до точки 4, м.

Натяжение цепи в точке 5:

$$S_5 = S_4 + F_x \cdot \frac{l_{4-5}}{t_c} + F_{3K} \cdot l_{4-5}, \quad (10)$$

где  $F_{3K}$  – сопротивление перемещению материала в загрузочной камере, Н.  
 $l_{4-5}$  – длина загрузочной камеры, м.

Последнее натяжение цепи в точке 6:

$$S_6 = S_5 + F_x \frac{l_{5-6}}{t_c} + F_p, \quad (11)$$

где  $F_p$  – сопротивление перемещению сыпучего материала в рабочей ветви на длине ветви  $l_{5-6}$ , Н.

Таким образом, применяя данную методику «обхода по контуру» можно теоретически обосновать основные мощностные параметры скребкового транспортера-дозатора для сыпучих грузов.

### ***Библиографический список***

1. Некрашевич, В.Ф. Технология и средства для перегрузки сыпучих материалов из вагонов в прирельсовый склад [Текст] / В.Ф. Некрашевич, В.Н. Туркин // Техника в сельском хозяйстве, 2009, №1. – С. 7-9.
2. Туркин, В.Н. Теоретическое обоснование длины загрузки бункерных устройств с разгрузочными горками [Текст] / В.Н. Туркин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2009, № 3. - С. 62-63.
3. Туркин, В.Н. Определение мощности на перемещение сыпучего материала в загрузочной камере конвейера, оснащенной разгрузочными элементами [Текст] / В.Н. Туркин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2010, № 2. - С. 63-65.

4. Утолин, В.В. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров спирального смесителя / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, А.М. Лавров // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 1 (25). С. 70-76.

5. Обоснование конструктивно-технологических параметров смесителя кормов / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам "Эксплуатация машинно-тракторного парка", "Технология металлов и ремонт машин", "Сельскохозяйственные, дорожные и специальные машины, 50 лет кафедре "Механизация животноводства"). Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань, 2013. - С. 63-68.

УДК 629.113

*Зайцев В.Н.  
Юхин И.А., д.т.н.,  
Успенский И.А., д.т.н.  
Шафоростов В.А.,  
Креков С.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВИДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ТАРЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕГКОПОВРЕЖДАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ**

Плоды, среди которых овощи и фрукты, считаются продуктом скоропортящимся, поэтому для сохранности продукции необходимо соблюдать условия их транспортировки и дальнейшего хранения.

Одной из наиболее существенных и сложных задач является борьба с повреждениями и потерями сельскохозяйственной продукции, в которой весьма ответственная роль отводится автомобилям и тракторному транспорту как важнейшим звеньям транспорта АПК России [1, 8, 10, 11, 14]. Как показал анализ материалов по уборке и внутрихозяйственным перевозкам картофеля и яблок более 15-20% продукции не доходит до потребителя. Увеличение сроков уборки ведет к росту потерь и повреждений. Поэтому рост производительности внутрихозяйственных перевозок необходим: затягивание уборки ведет к работе при  $t^{\circ}$  воздуха менее 5-7  $^{\circ}\text{C}$ , что является одной из основных причин потерь и повреждений.

Перевозить плоды, не соблюдая температурных норм, можно исключительно на небольших расстояниях (до 6 часов в пути). В других случаях, при средних и дальних перевозках, необходимо вводить в эксплуатацию рефрижераторы или изотермические вагоны. Это правило относится к следующим продуктам: морковь, капуста, свекла, картофель, яблоки, груши, дыни, арбузы и т.д. Средняя температура при перевозке овощей и фруктов варьируется от 1 $^{\circ}\text{C}$ . до 8 $^{\circ}\text{C}$ , у некоторых видов – помидоры, лук, картофель достигает 14 - 16 $^{\circ}\text{C}$ .

При перевозках необходимо всегда учитывать такие факторы, как спелость плодов, условия их выращивания, погодные условия и т.д. Как и при перевозке любых продуктовых грузов, перед загрузкой овощей и фруктов транспорт тщательно готовят к перевозке с соблюдением всех санитарных норм [12, 15].

Транспортировку плодовых продуктов необходимо совершать в очень сжатые сроки – сохранять свежий вид они могут не более 2 недель.



В современных условиях эффективность производственных процессов определяется качеством конечного продукта, его стоимостью, что в итоге должно удовлетворять требованиям потребителя [2, 9, 13].

Рассмотрим конкретные примеры того, как упаковываются для транспортировки овощи и фрукты.

Семечковые плоды (яблоки, груши и др.) упаковывают на хранение в картонные коробки, но из-за недостаточной прочности их не ставят друг на друга, а размещают на поддонах с металлическими стойками по углам в несколько ярусов. Так обеспечивается защита от деформации. Хранение семечковых культур в ящиках является наиболее распространенным. Рассортированные по сортам и размерам груши и яблоки упаковывают в ящики. Перед закладкой плодов ящики специально готовят: на дно кладут чистую бумагу с расчетом, чтобы ее концы могли впоследствии покрыть верхний ряд фруктов. На дно насыпают слой стружки, выстилают бумагой, на которую укладывают нижний слой плодов, а затем следующий.

Верхний ряд фруктов укрывают выведенными наружу концами бумаги, насыпают слой стружки, после чего ящик забивают. Чтобы обеспечить еще более надежную сохранность фруктов, например яблок, их поштучно заворачивают в пергаментную, промасленную или во фруктовую бумагу.

Для упаковки фруктов могут быть использованы различные материалы: опилки, древесные стружки, некоторые виды бумаги, гофрированный картон, полиэтиленовая пленка. Применяют также стружку мягких пород деревьев. Необходимое требование: стружка должна обладать влажностью в пределах 15–20 %, не иметь посторонних запахов и быть чистой.

Существует несколько способов расположения плодов: диагональный, шахматный, пряморядный.

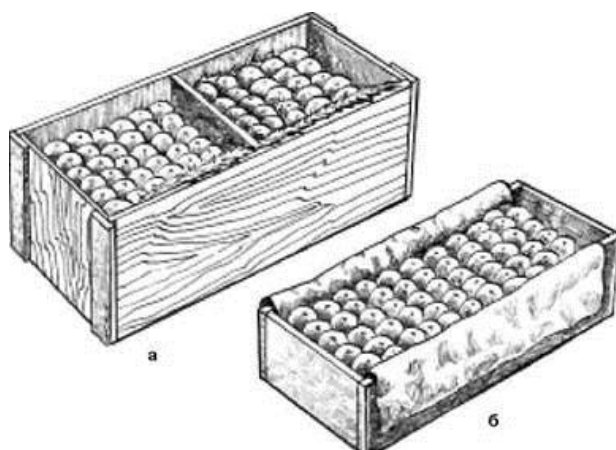
Диагональная укладка (рисунок 1) предполагает промежутки между укладываемыми фруктами, равные половине их диаметра. Укладку производят по ширине ящика. Во втором ряду плоды углубляют на одну четверть в промежутки, оставленные между плодами в первом ряду. Преимущество диагонального способа заключается в том, что фрукты оказывают минимальное давление друг на друга.

К технологиям вывозки предъявляются следующие основные требования: сохранение качества плодов и высокая производительность [2, 3].

В саду наполненные плодами ящики формируют в пакеты на поддонах. Эта трудоемкая операция выполняется рабочими вручную и требует тщательности, так как небрежная установка ящиков приводит к их деформации и смещению относительно друг друга при перевозке, а, следовательно, и к повреждению плодов.

С применением контейнеров полностью механизуются погрузочно-разгрузочные работы на вывозке плодов из сада. Однако на современном этапе широкое внедрение контейнерной технологии уборки и хранения плодов, сдерживается отсутствием эффективных технических средств для уборки и

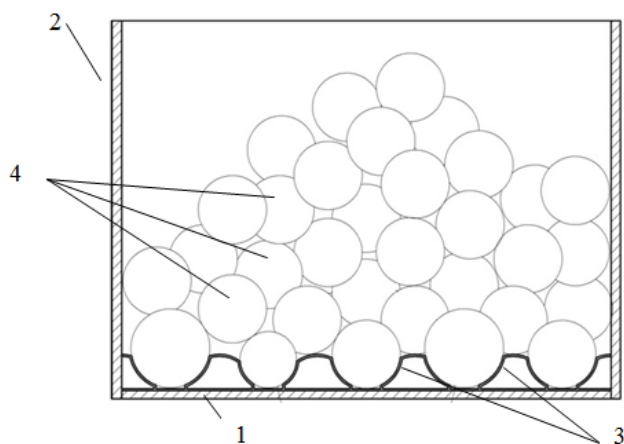
вывоза плодов из сада, а так же не совершенством конструкции контейнера и его крепления на грузовой платформе [3].



а – укладка прямыми рядами в трехторцовый ящик; б – укладка яблок в ящик по диагонали

Рисунок 1 – Укладка яблок в ящики

На кафедре «Техническая эксплуатация транспорта» ФГБОУ ВО РГАТУ был разработан контейнер для перевозки плодоовощной продукции (рисунок 2)[4].



1 – дно контейнера, 2 – стенка, 3 – выступы, 4 – плоды.

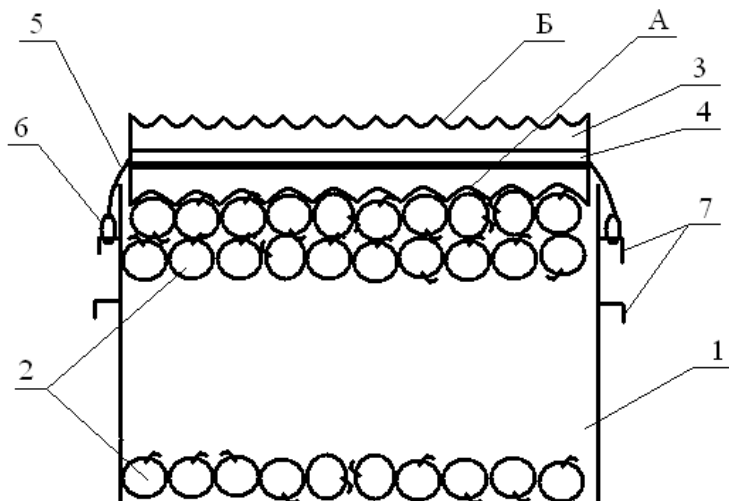
Рисунок 2 – Контейнер, заполненный плодами, вид сбоку

Особенностями предлагаемого контейнера являются: выступы в форме полусферы, позволяющие сформировать ячейки на дне контейнера для надежной фиксации отдельных плодов нижнего слоя перевозимой плодоовощной продукции; выступы из демпфирующего материала, частично компенсирующие динамические нагрузки на нижний слой плодоовощной продукции перевозимой контейнерным способом; выступы полые и заполнены газом, что обеспечивает возможность их упругой деформации в процессе заполнения контейнера, и позволяет сформировать ячейки, формы которых повторяют анатомически особенности отдельных плодов (некалиброванных), для надежной фиксации положения последних, снижая тем самым

динамические воздействия на нижний слой плодоовощной продукции, перевозимой контейнерным способом.

Техническим результатом предложенной конструкции контейнера является снижение динамических воздействий на нижний слой плодоовощной продукции перевозимой контейнерным способом.

Разработано устройство для транспортировки плодоовощной продукции [5, 6], состоящей (рисунок 3) из контейнера 1, заполненного плодоовощной продукцией 2, которая сверху накрывается крышкой 3, имеющей ячеистую форму поверхности: поверхность А предназначена для крупных плодов, поверхность Б – для мелких.



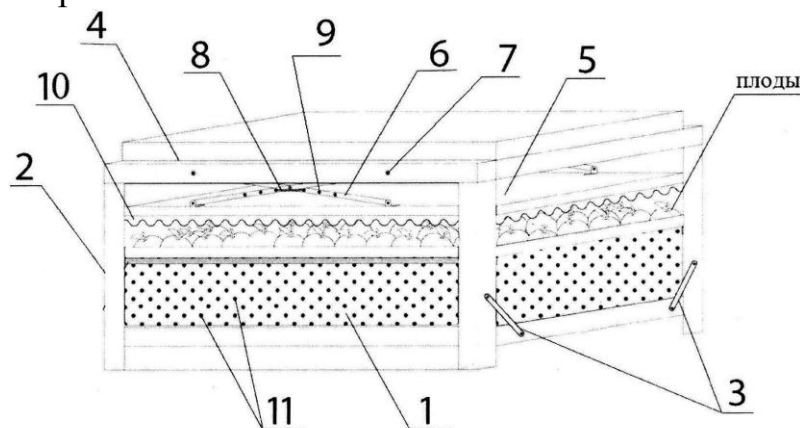
1 – контейнер, 2 – плодоовощная продукция, 3 – крышка, 4 – отверстия в крышке, 5 – резиновые жгуты, 6 – кольца, 7- Г-образные штифты, А – поверхность крышки, предназначенная для крупных плодов, Б – поверхность крышки, предназначенная для мелких плодов

Рисунок 3 – Устройство для транспортировки плодоовощной продукции

Техническо-экономический результат от использования устройства заключается в снижении травмируемости перевозимого груза за счет их распределения в выполненных ячейках крышки, а не по плоскости. При этом за счет применения нежесткого материала крышки, например, поролона или резины, а также упругих резиновых жгутов механизма крепления с регулируемым натягом (в зависимости от точек крепления штифтов на контейнере) достигается необходимое уплотнение груза, не позволяющее ему перемещаться внутри контейнера в процессе перевозки, в том числе одного плода относительно другого.

Также предложена конструкция устройства для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции (рисунок 4)[7], которая состоит из контейнера 1, размещаемого в жестком каркасе 2, имеющем фиксаторы 3 для предотвращения перемещения контейнера 1 относительно каркаса 2 в процессе транспортировки, а также пазы 4 для штабелирования каркаса 2 в несколько вертикальных рядов. При этом контейнер 1 накрывается прижимной крышкой 5, соединенной с прижимным механизмом 6 ножничного типа, одна сторона

которого опирается на внешнюю поверхность крышки 5, а другая подвижно закреплена на каркасе 2 шпильками 7, и который фиксируется в заданном положении штоком 8, П-образные концы которого размещаются в отверстиях 9, выполненных в прижимном механизме 6. Внутренние стенки контейнера 1 и поверхность крышки 5, обращенные к перевозимым плодам, покрыты демпфирующим материалом 10 волнообразного профиля и имеют сквозные вентиляционные отверстия 11.



1 - контейнер; 2 - каркас; 3 - фиксаторы; 4 - пазы; 5 - прижимная крышка; 6 - прижимной механизм; 7 - шпилька; 8 - шток; 9 - отверстия для регулировки прижима; 10 - демпфирующий материал; 11 - сквозные вентиляционные отверстия.

Рисунок 4 – Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодовоовощной продукции (общий вид)

Технический результат от использования предлагаемого устройства заключается в снижении травмируемости легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции при ее транспортировке путем применения нежесткого демпфирующего материала волнообразного профиля, установленного на стенках, дне и крышке контейнера, обеспечивающего совместно с трехпозиционным прижимным механизмом ножничного типа с фиксатором-штоком уплотнение плодов внутри контейнера, которое не позволяет им перемещаться относительно друг друга в процессе транспортировки. При этом пазы, выполненные на верхней части каркаса, позволяют штабелировать несколько подобных устройств, исключая взаимодействие плодов в заполненных контейнерах.

Увеличение сохранности косточковых фруктов на внутрихозяйственных перевозках является важной и, в то же время, непростой задачей. В ближайшее время приоритетное развитие должна получить разработка технологий, обеспечивающих значительное увеличение продуктивности и ресурсосбережения в сельском хозяйстве.

#### ***Библиографический список***

1. Аникин, Н.В. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур /

Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, А. Б. Пименов, И. А. Успенский, И. А. Юхин / Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича: Сборник научных трудов – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. - с. 45 – 49 (250 с.)

2. Повышение эффективности перевозок плодоовощной продукции в АПК / Н.В. Бышов., С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Сельский механизатор. - 2016. - №5. - С. 38-40.

3. Техника, технологии и оборудование для вывозки плодов из сада / И.А. Успенский, И.А. Юхин, В.А. Шафоростов, Н.М. Воронкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №03(107). С. 459 – 472. – IDA [article ID]: 1071503032. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/32.pdf>, 0,875 у.п.л.

4. Пат. РФ 166384, Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А. [и др.] – Оpubл. 20.11.2016, бюл. № 32.

5. Пат.РФ 2532829. Устройство для транспортировки плодоовощной продукции / Успенский И.А., Симдянкин А.А., Юхин И.А. и др. - Оpubл. 10.11.2014, бюл. № 31.

6. Жуков, К.А. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции / К.А. Жуков, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Аникин // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. Материалы XV междунар. науч.-практ. конф. 20-22 ноября 2013 г. – Владимир: ВлГУ, 2013. – С. 60-63 (222 с.).

7. Пат.РФ 176885. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Креков С.А. и др. - Оpubл. 31.01.2018, бюл. № 4.

8. Юхин, И.А. Агрегат для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции с устройством стабилизации положения кузова: дис. ... канд. техн. наук / И.А. Юхин – Рязань: 2011. – 148 с.

9. Бычков, В.В. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность фруктов при внутрихозяйственных перевозках / В. В. Бычков, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30.– С. 455 – 462.

10. Аникин, Н.В. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур /Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, А. Б. Пименов, И. А. Успенский, И. А. Юхин /Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики.Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука –Технология – Ресурсосбережение», посвященной 100-летию со дня

рождения профессора А.М. Гуревича: Сборник научных трудов – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. - С. 45 – 49 (250 с.)

11. Бышов, Н.В. Универсальное транспортное средство для перевозки продукции растениеводства / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина (Москва, ВИМ, 17-18 сентября 2013г.). Ч. 2. – М.: ВИМ, 2013. – С. 241-244.

12. Пат. 93754, RU, МПК51 В 60 R 9/00. Навесное перегрузочное устройство для автомобилей / Кулик С.Н., Успенский И.А., Юхин И.А. [и др.] - Оpubл. 10.05.2010, бюл. № 13.

13. Пути снижения травмируемости плодоовощной продукции при внутривоздушных перевозках / И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.А. Жуков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)[Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 360 – 372. –IDA [article ID]: 0961402026. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/26.pdf>, 0,812 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

14. Успенский, И.А. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С.Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. - №7. – С.6 – 8.

15. Юхин, И.А. Надежность сельскохозяйственного транспорта при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных работ / Г.Д. Кокорев, С.Н. Кулик, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно-практической конференции. - Пенза : Изд-во ПГУАС, 2010. - С. 47-51.

16. Никитов, С.В. Современный подход к унификации и стандартизации упаковочных материалов полуфабрикатов и готовой продукции [Текст] / С.В. Никитов, Е.И. Лупова // Сб. : Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 205-209.

**УДК 621.436:621.2**

*Михеев Н.В., к.т.н.,  
Козюков А.В., магистрант  
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск-Наукоград,, РФ*

## **ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО**

Основной энергоноситель в современном мире для транспортно-технологических машин – это дизельное топливо, применяемое для автотракторной техники, сельскохозяйственных и дорожно-строительных машин. На производство моторных топлив расходуется более 70% добываемой нефти, что обусловлено быстрым ростом парка мобильных энергетических средств. Истощение ресурсов нефти заставляет задуматься о необходимости замены нефти в производстве моторных топлив на альтернативные источники сырья [1, 2].

Изыскание альтернативных источников сырья для производства моторных топлив, кроме быстрого истощения запасов нефти на земле, обусловлено следующими факторами:

- высокая стоимость топлива из нефтяного сырья;
- ухудшение экологической обстановки во многих развитых странах.

Уже сегодня в качестве альтернативных топлив находят применение природный газ, сжиженный пропанобутановый газ или биотопливо, получаемое из растительного сырья – рапс, соя, рыжик, подсолнечник и др.

Топливо растительного происхождения пока не находит широкого применения по следующим причинам:

- высокая потребность данных культур в решении продовольственных и других вопросов жизнедеятельности человека;
- высокая стоимость единицы продукции (сравнима со стоимостью традиционного топлива);
- плохие пусковые качества топлива при низких температурах и увеличенные отложения на деталях цилиндропоршневой группы и в системах топливоподачи.

Анализ различных видов топлив, в том числе альтернативных, по экологическим и эксплуатационным показателям, определил, что наиболее перспективными являются газовые топлива [3].

Актуальность направления перевода на газовое топливо подтверждена Поручением Президента РФ от 18.10.2004 «О стимулировании широкомасштабного перевода сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо», Распоряжением Правительства РФ от 13.05.2013 «О регулировании в сфере использования газового моторного топлива, в том числе природного газа в качестве моторного топлива». В распоряжении Правительства определен уровень использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб к 2020 году, а также необходимость в разработке комплекса мер, направленных на расширение использования природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственной техники.

К газовым топливам относятся газообразные углеводороды, добываемые из недр земли. Газообразные углеводороды, добываемые из газовых и газоконденсатных месторождений, называются природным газом. Газ, добываемый из нефтяных месторождений, называют попутным (нефтяным) газом.

В качестве газового топлива может использоваться биогаз, получаемый из биомассы или из биоразлагаемых отходов. Из 1 т навоза при использовании процесса анаэробного сбраживания получается 50 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана 60 %, из 1 т растительного сырья — 150-500 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана до 70 %, из 1 т животного жира получается до 1300 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана до 80 %. Они могут быть очищены до уровня природного газа. Кроме того, полученная после выработки биогаза перебродившая смесь, при ее использовании на полях, лучше других органических удобрений (перегноя, торфа) [4].

Основной компонент природного газа – метан, содержание которого в различных месторождениях колеблется в пределах от 50 до 98%. В природных газах содержатся также этан, пропан, бутан, азот, диоксид углерода, гелий, аргон и др.

Метан используется в качестве моторного топлива в виде компримированного (сжатого) природного газа (КПГ) или сжиженного природного газа (СПГ).

Жидкие пропан и бутан, полученные из попутного газа нефтяных месторождений, используют в качестве моторного топлива как сжиженные углеводородные газы (СУГ).

Сжиженный природный газ. Природный газ сжижается путем охлаждения его до температуры (-162° С). Сжижение позволяет уменьшить объём газа в 600 раз по сравнению с обычными условиями. При переоборудовании серийных автомобилей для работы на СПГ наряду с газовой аппаратурой устанавливаются специальные криогенные ёмкости и испаритель.

В свою очередь встает выбор какой тип газа более эффективен для использования в транспортно-технологических машин.

Метан- это природный газ, Преимущество: Экологичен, очень низкая цена, можно добиться большим замещением (до 70%) при работе на газодизельном цикле.

Недостатки: дорогостоящее оборудование, высокое давление 200-250 атмосфер, большие и тяжелые баллоны для хранения, неразвитая сеть заправок.

Пропан — это также углеродный газ, который является побочным продуктом при добыче нефти, также может выделять при крекинге нефти, может выделять из природного газа.

Преимущество: дешёвое оборудование, низкое давление, высокая распространённость газовых заправок.

Недостатки, стоимость дороже чем у метан, меньшая степень замещение (30-40%) при работе по газодизельному циклу.

Перевод двигателя на газодизельный цикл можно осуществить тремя способами:

- заменой дизеля специально сконструированным газовым двигателем с искровым зажиганием;



- переводом (конвертацией) дизеля на питание природным газом при помощи небольших доработок двигателя и использованием искрового зажигания;
- применение газодизельного процесса [5].

Конвертация дизельного двигателя в двигатель внутреннего сгорания с воспламенением газозвдушной смеси от искры (полное замещение топлива). Данный способ достаточно радикальный и связан со значительным изменением конструкции базового двигателя. При этом с двигателя демонтируют дизельную топливную аппаратуру, уменьшают степень сжатия до 11-14 единиц, устанавливают систему зажигания, топливоподающую газовую систему и газовые баллоны. В результате двигатель работает на газовом топливе, которое имеет стоимость ниже, чем дизельное топливо. Экологические параметры отработавших газов конвертированного дизеля, как правило, выше исходного двигателя, мощностные параметры находятся на одном уровне с базовым двигателем. После выполнения конвертации двигатель уже не может больше работать на дизельном топливе, обратная операция практически невозможна [6].

Использование газодизельного режима. В газодизельном режиме в двигатель подают два топлива – основное дизельное (но в меньшем количестве, чем в базовом), дополнительное – газовое (топливо для замещения). При этом основное дизельное топливо играет роль «запальной» дозы для воспламенения интегральной газозвдушной топливной смеси. Степень замещения дополнительным топливом зависит от нескольких факторов, в основном от типа газового топлива (метан или пропан), совершенства устанавливаемой дополнительной газотопливной аппаратуры и базовой дизельной аппаратуры. Очень важным моментом при использовании газодизельного режима является тот факт, что возможен переход на исходный дизельный режим в любой момент времени. Конвертация дизеля в газодизель в условиях эксплуатирующих или ремонтных предприятий обходится дешевле, чем конвертация дизеля в газовый двигатель с искровым зажиганием. В качестве топлива используют как сжатый природный газ (СПГ - метан), так и сжиженный нефтяной газ (СНГ, пропан-бутановая смесь). Применяя метан как основное топливо, можно добиться замещения 80% дизельного топлива газом, пропаном замещают до 60% дизельного топлива. Плюсами использования пропана является наличие более широкой сети заправок и возможность использования более емких, легких и менее громоздких баллонов, в том время как плюс метана — большой процент замещения и всегда более низкая стоимость [7].

При газодизельном процессе в конструкцию двигателя добавляются газовый смеситель механизм ограничения подачи дизельного топлива, система регулировки подачи газа, устройство для взаимосвязанного управления топливным насосом высокого давления и подачей газа, а также электрооборудование, которое обеспечивает необходимую информативность и защиту дизеля от нештатных режимов работы. Важным элементом

модернизации топливной системы является механизм установки запальной дозы (МУЗД), который монтируется вместо крышки регулятора топливного насоса высокого давления. МУЗД предназначен для ограничения подачи дизельного топлива на уровне запальной дозы при работе в газодизельном режиме.

При работе двигателя на газодизеле рейка топливного насоса обеспечивает только зажигательную дозу дизельного топлива в камере сгорания, необходимую для обеспечения воспламенения смеси. Ход рейки ограничивается механизмом зажигательной дозы. Подача газа в цилиндры осуществляется через впускной коллектор двигателя. Процесс подачи происходит в следующем порядке: из баллонов обеих секций сжатый газ подается по трубопроводам высокого давления к электромагнитным клапанам, предварительно пройдя очистку от твердых примесей в фильтрах. После открытия электромагнитных клапанов газ подается к редукторам высокого давления (РВД), где давление газа снижается до 0,8-1,2 МПа (8,0-12,0 кг/см<sup>2</sup>). При редуцировании (снижении давления) в РВД происходит падение температуры газа, поэтому для подогрева к РВД подается жидкость от системы охлаждения двигателя по резиновым рукавам (шлангам). Затем газ от двух редукторов высокого давления через тройник поступает к двухступенчатому редуктору низкого давления (РНД), где происходит дальнейшее снижение давления газа до 20 мм водяного столба. Далее газ поступает в дозатор, затем - в смеситель, а потом - по впускному коллектору в цилиндры двигателя.

Таким образом, при выборе альтернативного топлива для транспортно-технологических машин используемых в сельском хозяйстве наиболее эффективное это газовое топливо. Газовое топливо «пропан» более эффективно при использовании техники на газодизельном цикле, так как преимущество его в том, что у него хорошо развитая сеть заправочных станций, когда наоборот у метана недостаточно развита сеть заправочных станций, что приводит к наибольшим затратам средств и времени в процессе эксплуатации техники, что снижает эффективность использования транспортно-технологических машин на газодизельном цикле в сельском хозяйстве.

### ***Библиографический список***

1. Организация перевода автотракторной техники на газомоторное топливо /А.П. Картошкин // «Сельскохозяйственные вести» № 2, 2014. С.
2. Повышение эффективности использования газобаллонных тракторов тягового класса 1,4 (на примере трактора МТЗ-82.1)/Н.А. Ченцов //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кан. тех. наук. – Саратов, ИП Фатеева М.С., 2015. – 26 с.
3. [www//italgas77.ru](http://italgas77.ru).
4. Способы снижения загрязнения атмосферы вредными веществами и снижения ее теплового загрязнения из-за эксплуатации автомобилей, работающих на нефтяном топливе. / К.Л.Гаврилов «Модернизация автомобильного транспорта – стратегия 2020»

5. <http://car-website.ru/promyshlennaya-tekhnika/34910-ustanovka-dizelya-na-traktore>

6. <http://cefund.ru/node/>

7. <https://agromarin-Ing.com/the-transfer-of-the-diesel-engines-to-run-on-Ing-and-cng-for-gas-diesel-cycle/>

8. Тимохин, А.А. Повышение эффективности использования в фермерских хозяйствах тракторов, работающих на газомоторном топливе [Текст] / А.А. Тимохин, В.М. Корнюшин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – №1. – С. 221-226.

9. Ручкин, Ю.А. Использование растительных масел как альтернативного вида топлива для дизельных двигателей [Текст] / Ю.А. Ручкин, А.В. Солнцев, В.М. Корнюшин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – №1. – С. 213-216.

10. Бышов, Н.В. Средства повышения производительности маслолиний [Текст] / Н.В. Бышов, И.В. Черных, В.М. Корнюшин // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – №2. – С. 22-25.

11. Виноградов, Д.В. Возможность использования масличных культур в качестве сырья для производства экологически чистого топлива [Текст] / Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, Е.И. Лупова // Сб. : Молодёжь в поисках дружбы: Материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященный к 20-летию Национального примирения и году Молодежи в Республике Таджикистан - Институт энергетики Таджикистана, 2017. - С. 28-33.

**УДК 678**

*Лахмостов А.И.*

*Бышов Н.В., д.т.н.*

*Кокорев Г.Д., д.т.н.*

*Успенский И.А., д.т.н.*

*Юхин И.А., д.т.н.*

*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТЕМП ИЗНОСА АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН**

Техническая эксплуатация автомобиля предназначена для его поддержания в готовности к использованию по назначению. От эффективности технической эксплуатации зависит исправность и работоспособность всех узлов и агрегатов автомобиля, а также сбережение ресурсов и энергозатрат при его использовании по назначению [1, 2]. Причем автомобиль в процессе технической эксплуатации и сам рассматривается как сложная система, состоящая из элементов, поэтому к нему применимы методы исследования сложных систем.

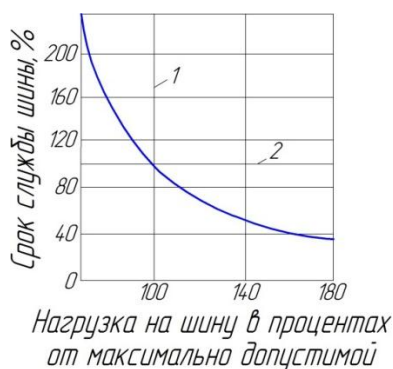
Как показывают результаты предыдущих исследований для повышения эффективности технической эксплуатации автомобиля необходимо обосновать применяемую стратегию ТО и Р, а также разработать программы ТО и Р [3, 4].

Как известно из предыдущих исследований колесо относится к числу ответственных узлов автомобиля, его конструктивное совершенствование как показатель повышения надежности, снижения металлоемкости, потерь на качение и сокращение эксплуатационных затрат оказывает заметное влияние на следующие эксплуатационные свойства автомобиля: безопасность, экономичность, устойчивость, управляемость, комфортабельность [1]. Кроме того, для повышения готовности автомобиля к использованию по назначению необходим контроль технического состояния с рациональной периодичностью с использованием развитой системы диагностирования, необходима разработка научно обоснованных методов прогнозирования технического состояния как узлов, систем, агрегатов так и автомобиля в целом [5, 6, 7].

Итак, рассмотрим факторы, влияющие на темп износа автомобильных шин [9].

### 1. Нагрузка на шину

Существует связь между сроком службы шины и действующей на нее нагрузкой. Недогрузка шины приводит к увеличению срока ее службы, а перегрузка – к уменьшению его. Уменьшение срока службы шины при ее перегрузке происходит в результате увеличения нормальной деформации шины и связанного с этим повышения напряжений в ее материалах. Перегрузка шины на 10% приводит к сокращению срока службы на 20%. В международной практике для получения высоких сроков службы нагрузку на шину задают обычно несколько (на 5—10%) меньше максимально допустимой.



1 - максимально допустимая нагрузка; 2 - нормальный срок службы

Рисунок 1– Зависимость срока службы шины от нагрузки

### 2. Давление воздуха в шине

У каждой шины существует определенное давление, при котором она имеет максимальный срок службы. Как уменьшение, так и увеличение давления от его оптимального значения приводит к уменьшению срока службы шины. Снижение давления воздуха вызывает большее нагружение каркаса. Увеличивается деформация шины, возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити корда, отрываются борта, увеличивается расход топлива.

При повышенном давлении интенсивней изнашивается центральная часть беговой дорожки. Нити корда находятся под большим напряжением. На плохих дорогах резко возрастает вероятность повреждения шины.

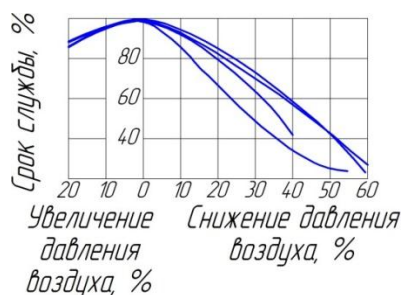
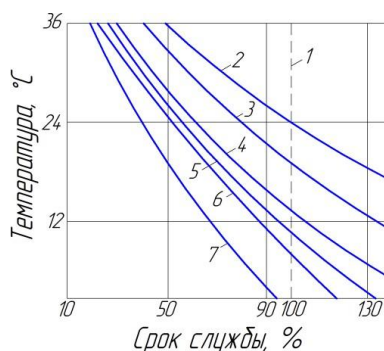


Рисунок 2 – Зависимость срока службы шины от давления воздуха в шине (зависимости, полученные различными исследователями для разных шин)

### 3. Наружная температура

Срок службы шины увеличивается с уменьшением наружной температуры и скорости движения. При повышенной температуре происходит более интенсивный нагрев шины. При этом снижается сопротивление качению, но и сокращается ресурс.



1 – нормальный пробег шины; 2 – скорость 35 км/ч; 3 – скорость 75 км/ч; 4 – скорость 90 км/ч; 5 – скорость 100 км/ч; 6 – скорость 110 км/ч; 7 – скорость 125 км/ч.

Рисунок 3 – Зависимость срока службы шины от наружной температуры

### 4. Скорость движения

С увеличением скорости движения колеса срок службы значительно уменьшается. Резкое уменьшение срока службы наблюдаем при больших скоростях движения колеса, т.е. при скоростях, превышающих 100 км/ч. Уменьшение срока службы шины при увеличении скорости движения колеса происходит в результате повышения рабочей температуры шины и связанного с этим уменьшения прочностных характеристик ее материалов, повышения динамических нагрузок при встрече с препятствием.

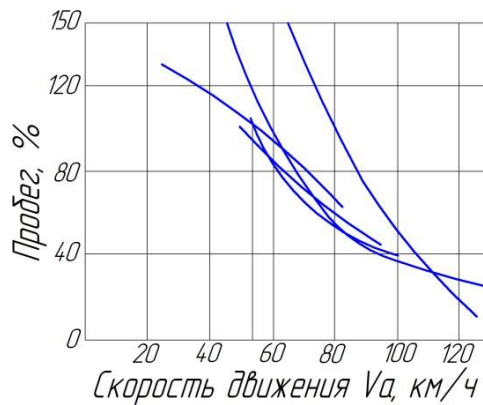
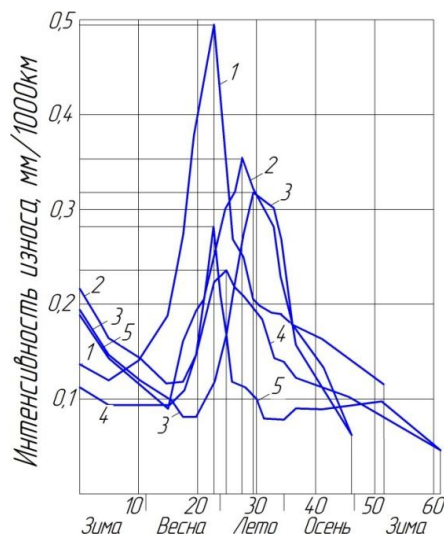


Рисунок 4 – Влияние скорости движения на износ шин(зависимости, полученные разными авторами для разных шин)

### 5. Время года

Износ протектора на мокрых и скользких дорогах существенно меньше, чем на сухих. На сухих дорогах износ протектора интенсивно возрастает с увеличением температуры окружающего воздуха. Это наглядно иллюстрируется опытными данными Кировского шинного завода по зависимости интенсивности износа шин от типа рисунка протектора, количества пройденных шиной километров и времени года.



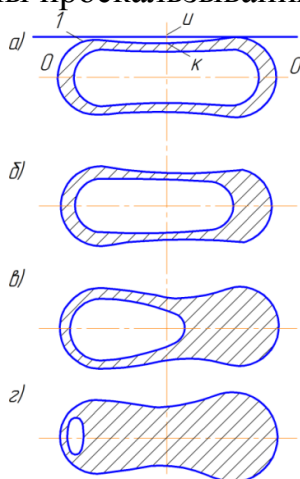
1-5 соответственно шины ИК-6М, ИК-6, К-37А маркировки 41, К-37А маркировки 43, и К-37А серийная

Рисунок 5 – Влияние времени года на износ различных моделей шин

### 6. Тормозное усилие

Высокое тормозное усилие приводит к возникновению проскальзывания элементов протектора в контакте, к трению и износу протектора. Проскальзывание элементов протектора в контакте при прочих равных условиях начинается тем раньше, чем меньше коэффициент сцепления колеса с дорогой. На рис.6 показаны формы контакта шины ведомого и тормозящего колес. Для ведомого колеса при допустимой нагрузке и давлении воздуха форма контакта соответствует изображенной на рис. 6, а, а для сильно

заторможенного – на рис 6, г. Зоны проскальзывания заштрихованы.



а –  $P = 10$  кгс; б –  $P = 20$  кгс; в –  $P = 80$  кгс; г –  $P = 160$  кгс

Рисунок 6 – Контакты шины движущегося колеса, соответствующие различным значениям тормозного усилия

### **Влияние износа шин на характеристики и эксплуатационные свойства автомобиля:**

- *влияние износа шин на их статические характеристики;*

Многочисленными исследованиями установлено, что износ шины мало влияет на величину ее радиальной жесткости.

Влияние износа шин на параметры контакта невелико. Так, ширина контакта у новой шины с износом 25 и 50% почти одинакова. Ширина отпечатка шин с износом 75 и 100% соответственно на 7 и 10% больше, чем у новой шины. Длина отпечатка изменяется незначительно, причем наблюдается тенденция к уменьшению длины контакта по мере износа протектора.

Крутильная жесткость шин по мере износа рисунка протектора увеличивается. Крутильная жесткость полностью изношенной шины в среднем на 26% больше, чем жесткость новой шины. По мере износа протектор шины становится жестче в окружном направлении, вследствие чего и происходит увеличение ее крутильной жесткости.

Боковая жесткость шины по мере износа рисунка протектора увеличивается. Боковая жесткость полностью изношенной шины в среднем на 27% больше жесткости новой шины.

- *влияние износа шин на сопротивление боковому уводу и сопротивление боковому качению;*

Для шины с полностью изношенным рисунком протектора коэффициент сопротивления боковому уводу с увеличением давления воздуха при всех нагрузках возрастает, для новой шины — уменьшается. Увеличение боковой жесткости и сопротивления уводу шин, как показывают многие исследования, улучшает устойчивость и управляемость автомобиля на сухих дорогах.

По мере возрастания износа протектора шин коэффициент сопротивления качению уменьшается. У шин с полностью изношенным рисунком протектора это уменьшение достигает по сравнению с новой шиной 20—25%.

- *влияние износа шин на радиус качения;*

По мере увеличения износа рисунка протектора радиус качения шины уменьшается, причем увеличение скорости движения с 3 до 40 км/ч практически не влияет на изменение радиуса качения. Изменение радиуса качения по мере износа шин происходит из-за уменьшения геометрических размеров шин и увеличения крутильной жесткости.

- *влияние износа шин на тепловую экономичность шин;*

Снижение сопротивления качению шин по мере их износа влечет за собой снижение расхода топлива автомобилем при его эксплуатации на изношенных шинах. Шины с полностью изношенным протектором имеют примерно на 20% меньшее сопротивление качению по сравнению с новыми и, следовательно, автомобиль на них имеет на 5—7% меньший расход топлива.

- *влияние износа шин на динамику автомобиля;*

При прочих равных условиях ускорение автомобиля возрастает с уменьшением радиуса качения колес, а время разгона автомобиля по мере износа шин от новых до полностью изношенных уменьшается примерно на 10%.

- *влияние износа шин на тягово-сцепные качества автомобиля;*

Одним из основных эксплуатационных свойств автомобиля является проходимость, т. е. его способность совершать транспортную работу в условиях плохих дорог и бездорожья.

При работе на мягких грунтах тягово-сцепные качества шин обуславливаются в основном сопротивлением грунта сдвигу. По мере износа рисунка протектора тягово-сцепные качества автомобиля снижаются. Шины с полностью изношенным рисунком протектора обладают по сравнению с новыми на большинстве опорных поверхностей примерно в 2 раза меньшими тягово-сцепными качествами.

В результате, можно сделать вывод, что для получения максимально возможного ресурса от шины нужно обладать спокойной манерой езды, иметь исправное транспортное средство, вовремя менять шины, следить за износом протектора и давлением воздуха в шинах, не ездить по некачественным дорогам.

Кроме того необходимо не забывать об экологической составляющей и в рамках тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта, решать вопросы эксплуатационной технологичности машин и уделять достаточно внимания переработке шин и их элементов [8].

### ***Библиографический список***

1. Бышов Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники / Н.В. Бышов, С.Н.Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. – 186 с.
2. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев // Сборник материалов научно-практической



конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 128–131

3.. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.

4. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.

5. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №02(086). С. 585 – 596. – IDA [article ID]: 0861302041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf>, 0,75 у.п.л.

6. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев // Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.7. Кокорев, Г.Д. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники / Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский, Е. А. Карцев//Тракторы и сельхозмашины. -2010. -№12. -С. 32 - 34.

8. Переработка шин и их элементов / И.А. Афиногенов, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №10(124). С. 366 – 389. – IDA [article ID]: 1241610019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/19.pdf>, 1,5 у.п.л.

9. Лахмостов, А.И. Виды износа и разрушения шин [Текст] / А.И. Лахмостов, А.И. Ушанев // НОВАЯ НАУКА: СТРАТЕГИИ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно – практической конференции (Магнитогорск, 8 февраля 2017). - Стерлитамак: АМИ, 2017. – №2. – С. 130-135.

10. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники [Текст] / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Международный научный журнал - 2017. - № 3. -С. 62-65.

11. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники [Текст] / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности Сборник материалов Всероссийской научно-

практической конференции. - 2017. - С. 164-166.

УДК 631.171

*Пискачев И.А.,  
Терентьев В.В., к.т.н.,  
Шемякин А.В., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ**

В данной статье рассмотрены проблемы, возникающие при оценке повреждаемости плодоовощной продукции в процессе транспортировки с полей.

Для снижения повреждаемости при транспортировке с полей плодоовощной продукции, необходимо знать, какие именно факторы являются основной причиной ее возникновения. В настоящее время, для снижения повреждаемости проводится множество научных исследований, и представляются различные технологические устройства и процессы [1-4].

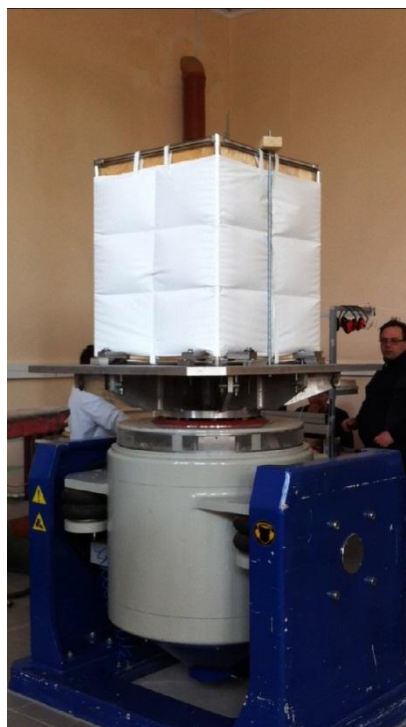


Рисунок 1 – Вибростенд ВСВ-250-445

Основные трудности при оценке повреждаемости связаны с проведением экспериментальных исследований, так как они являются, как правило, полевыми или натурными. Для этого берется устройство и испытывается непосредственно в поле на реальном транспортном средстве или процессе транспортировки [5,6]. Конечным результатом эксперимента является оценка

повреждаемости той или иной культуры, с учетом заведомо определенных параметров, которые в процессе эксперимента контролируются. Но при таком эксперименте есть ряд параметров, которые не представляется возможности контролировать, а можно только снять показания с датчиков, установленных на рабочие агрегаты механизмов. После чего фиксируются максимальные, минимальные и средние значения данных параметров, контроль которых в ходе эксперимента, может показать несколько иную картину процесса повреждаемости или подтвердить уже имеющуюся теорию. Этими параметрами являются вибрационные составляющие, такие как частота вибрации, скорость вибрации, вибрационное ускорение и амплитуда или перемещение в процессе вибрации кузова транспортного средства или рабочего органа механизма [7, 8]. Эти параметры могут отличаться при контроле, казалось бы, заданных параметров. Например, при одинаковой скорости движения транспортного средства по полю и по асфальтированной дороге, все эти составляющие будут различными, как и повреждаемость п.п., но это очевидно. Вопрос в том одинакова ли будет повреждаемость при одной и той же скорости вибрации, но различной частотой, или амплитудой [9-11].

Следующий вопрос, как установить стабильную скорость вибрации с переменной частотой, к примеру, если при движении транспортного средства мы, не только не можем установить стабильную скорость вибрации, но тем более завести в переменную частоту. Если была бы возможность оценки повреждаемости при различных комбинациях переменных и постоянных составляющих вибрации параметров, то возможно, подход к процессу снижения повреждаемости можно было бы изменить, учитывая лишь те составляющие параметры вибрации, которые действительно неблагоприятно воздействуют на повреждаемость плодоовощную продукцию.

Таблица 1 – Технические характеристики вибростенда ВСВ-250-445

Модель вибростенда	ВСВ-250-445
Диаметр стола, мм	445
Выталкивающая сила при - синусоидальной вибрации, Н - ШСВ (СКЗ), Н - Ударе (пик), Н	50 000 50 000 100 000
Диапазон частот, Гц	2-2700
Максимальное ускорение при синусоидальной вибрации, g	100
Макс. перемещение стола (пик-пик), мм	51
Масса нагрузки, кг максимальная	1000
Усилитель мощности	УМК-56К
Охлаждение вибратора	воздушное

Для осуществления экспериментальной части исследований, было выбрано устройство для проведения лабораторных испытаний, на котором возможен контроль различных параметров вибрационных составляющих. Эта установка: вибростенд ВСВ-250-445 (Рисунок 1). Данный вибростенд может задавать переменными различные параметры, остальные, оставляя постоянными. Технические характеристики данного стенда описаны в таблице 1.

При использовании данного вибростенда в качестве установки для проведения эксперимента, можно, абсолютно достоверно, утверждать о взаимосвязи отдельных составляющих вибрации и повреждаемости сельскохозяйственной продукции. Исследования данной взаимосвязи будут продолжены и отражены в дальнейших публикациях.

### ***Библиографический список***

1. Бышов, Н.В. Универсальное транспортное средство для перевозки продукции растениеводства [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. науч. докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина. – М.: ВИМ, 2013. – Ч. 2. – С. 241-244.

2. Бычков, В.В. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность фруктов при внутрихозяйственных перевозках [Текст] / В.В. Бычков, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ – М.: ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, 2012. – Т. XXX. – С. 463-469.

3. Успенский, И.А. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта [Текст] / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 07 (101). – С. 2062-2077. – IDA: 1011407136. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>.

4. Шемякин, А.В. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера [Текст] / А.В. Шемякин, К.В. Гайдуков, Е.Ю. Шемякина, В.В. Терентьев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 47.

5. Шемякин, А.В. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины [Текст] / А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

6. Юхин, И.А. Снижение повреждений картофеля и яблок на внутрихозяйственных перевозках стабилизацией транспортных средств: дисс... канд. техн. наук [Текст] / И.А. Юхин. – Рязань, 2016. – 170 с.

7. Пустовалов В.С. Совершенствование технологического процесса вывозки яблок из сада и обоснование параметров вибрационной установки для

уплотнения их в контейнерах: дисс... канд. техн. наук [Текст] / В.С. Пустовалов. – Мичуринск, 1984. – 90 с.

8. Пискачев, И.А. Факторы, влияющие на снижение сохранности качества картофеля при транспортировке [Текст] / И.А. Пискачев // Новая наука: опыт, традиции, инновации: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно- практической конференции. – Стерлитамак: АМИ, 2016. – Ч.3 – С. 159.

9. Успенский, И.А. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах [Текст] / И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков // Техника и оборудование для села. – 2013. – №12. – С. 12 – 15.

10. Колчин, Н.Н. Снижение уровня повреждений картофеля и овощей в машинных технологиях / Н.Н. Колчин, В.П. Елизаров // Сельскохозяйственные машины и технологии – 2013. – № 6. – С. 18-21.

11. Пискачев, И.А. Перевозка грузов в сельском хозяйстве [Текст] / И.А. Пискачев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2016. – С. 175-178.

УДК 631.3.072

*Непарко Т.А., к.т.н.  
Журавский Е.Ю.  
БГАТУ, г. Минск, РБ*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ МАШИН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ**

Статья посвящена взаимосвязи между технологическими, транспортными и погрузочно-разгрузочными операциями при механизированном производстве сельскохозяйственных культур.

Сложность сельскохозяйственного производства требует включения в сферу управления отраслью всех современных научных достижений в области экономики, автоматике и вычислительной техники. Особенно это касается управления системами, функционирующими в условиях постоянной необходимости принятия и выполнения оперативных решений. Примером таких систем может служить машинно-тракторные агрегаты (комплекс машин), функция которых, как правило, реализуется в условиях достаточно жестких ограничений на сроки проведения работ, допустимые потери и ресурсы производительных сил (труд, техника). На всех этапах планирования работы агрегатов и комплексов машин в сельскохозяйственных предприятиях наиболее приемлемо использование математического моделирования, основанного на теории исследования операций и позволяющего описать все основные связи, характеризующие производственный процесс, а также раскрыть его внутреннюю логику, обнаружить качественно новые связи и закономерности.

Механизированное производство сельскохозяйственных культур характеризуется тесной и сложной взаимосвязью между технологическими, транспортными и погрузочно-разгрузочными операциями.

При непрерывном взаимодействии происходит постоянная передача технологического материала обслуживающему агрегату, которая может быть прервана лишь по технологическим и техническим причинам. Непрерывное взаимодействие осуществляется как с остановками основного агрегата (при отсутствии обслуживающих машин), так и без остановки (при накоплении технологического материала в бункере основного агрегата). Примером может служить взаимодействие копателей-погрузчиков с транспортными средствами, картофелеуборочных комбайнов, имеющих бункеры-накопители, при подаче клубней непосредственно в рядом идущее транспортное средство.

Дискретное взаимодействие агрегатов характеризуется тем, что передача технологического материала осуществляется порциями, равными вместимости технологических емкостей (бункеров-накопителей), и в отдельные моменты времени, т.е. дискретно, а в остальное время основные и обслуживающие

агрегаты работают автономно. Примером может служить взаимодействие посадочных агрегатов и загрузчиков картофелесажалок, агрегатов по внесению удобрений и погрузчиков.

Такое взаимодействие характеризуется групповым использованием техники при согласовании производительностей в поточных процессах и цикличности повторяющихся элементов времени транспортных единиц (ТЕ) и основных агрегатов в комплексах, так как при этом намного облегчается контроль за выполнением операций, более оперативно применяются меры в случае неисправностей, что позволяет улучшить использование фонда времени всех машин комплекса в течение смены и повысить их производительность.

Функционирование основных агрегатов в начале времени смены практически не отличается от одиночной работы машинно-тракторных агрегатов (МТА) [1]. Однако параметры и режимы работы отдельных машин и агрегатов и параметры всего комплекса взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга. Поэтому оптимизацию параметров и режимов работы отдельных МТА следует производить как с учетом природно-производственных условий их использования, так и с учетом типа поточного процесса.

Основной характеристикой поточных процессов, связанных с транспортом, является время цикла  $T_u$  поточного процесса:

при дискретном взаимодействии агрегатов (посадочные агрегаты, выгрузка бункера на остановке и др.)

$$T_u = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_q H N} + t_g, \quad (1)$$

где  $V_{TE}$  - объем кузова транспортной единицы, м<sup>3</sup>;  $\lambda_{TE}$  - коэффициент наполнения кузова;  $\gamma$  - плотность технологического материала, т/м<sup>3</sup>;  $H$  - урожайность (нормы высева, внесения материала), т/га;  $N$  - количество основных агрегатов в группе;  $W_q$  - производительность основных агрегатов за час технологического времени без учета согласования их работы с транспортной единицей, га/ч;  $t_g$  - время на погрузку (разгрузку) транспортной единицы, ч;

при непрерывном взаимодействии агрегатов (без бункера) (копатели - погрузчики и др.)

$$T_u = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_q H N}, \quad (2)$$

при непрерывном взаимодействии агрегатов (с бункером) (картофелеуборочные комбайны и др.)

$$T_u = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_q H N} \left[ 1 + \frac{W_q H t_g}{V_o \lambda_o \gamma} \right], \quad (3)$$

где  $V_o$  - объем технологической емкости основного агрегата, м<sup>3</sup>;  $\lambda_o$  - коэффициент наполнения технологической емкости.

Из выражений (1)-(3) вытекает, что чем больше количество основных агрегатов  $N$  в комплексе, выше их производительность  $W_q$  и меньше

грузоподъемность транспортной единицы, тем меньше времени простоит на поле транспорт в ожидании погрузки (разгрузки). Однако необходимо учитывать, что число одновременно используемых основных агрегатов не может быть безграничным. Так как чем больше основных агрегатов будет работать в одном комплексе, тем больше времени будет уходить на организационные неувязки непосредственно на поле (подъезд транспортной единицы к основным агрегатам с полным бункером (пустой технологической емкостью), переезды агрегатов с участка на участок и т.д.).

Не менее важной характеристикой поточного процесса является и время оборота транспортной единицы  $T_o$ , которое для поточных процессов вида (1) и (3) определяется по выражению:

$$T_{o_{ик}} = \frac{V_{TE} \lambda_{TE}}{V_o \lambda_o} (t_g + t_{ож}) + \frac{2l_{не}}{v_{не}} + A,$$

а для процессов вида (2) по выражению:

$$T_o = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_u H} + t_{ож} + \frac{2l_{не}}{v_{не}} + A,$$

где  $l_{не}$  - среднее расстояние перевозки груза, км;  $v_{не}$  - средняя техническая скорость движения транспортной единицы с грузом и без груза, км/ч;  $A$  - время разгрузки (погрузки) транспортной единицы, взвешивания, оформления документов и др., ч.

Необходимое для обслуживания  $N$  основных агрегатов количество транспортных единиц определится по формуле [2, 3]:

$$N_{TE} = \frac{T_o}{T_u}.$$

Однако необходимое количество транспортных средств лишь изредка может получиться целым, поэтому, в силу неделимости выбранных транспортных единиц, возникает необходимость округления к ближайшему целому числу. Округление необходимого количества транспортных единиц  $N_{TE}$  к ближайшему большему целому числу “ $D$ ”

$$N_{TE}' = \frac{T_o}{T_u} \uparrow = D$$

ведет к простоям обслуживающего транспорта, а суммарные потери времени транспортных единиц определяются по выражению:

$$t_{пот} = k' D (T_o' - T_o),$$

где  $T_o'$  - фактическое время оборота транспортных единиц при округлении необходимого их количества к ближайшему большему целому, ч;  $k'$  - количество оборотов (рейсов) каждой транспортной единицы за время обработки участка площадью  $F$ .

Поскольку при округлении необходимого количества транспортных единиц к ближайшему большему целому числу все возможные потери времени переносятся на транспорт, то производительность основных агрегатов  $W_u'$  будет



равна их технически возможной (с учетом прочих элементов времени смены), т.е.  $W'_q = W_q$ , а производительность транспортных средств в соизмеримых единицах  $W_{q_{TE}}' = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{HT_o'}$ .

Округление необходимого количества транспортных единиц  $N_{TE}$  к ближайшему меньшему числу "I":

$$N_{TE}'' = \frac{T_o}{T_q} \downarrow = I$$

приведет к простоям основных агрегатов в ожидании обслуживающего транспорта, а их суммарные потери времени определяются по выражению:

$$t_{nom} = k'' N (T_o - T_o''),$$

где  $T_o''$  - необходимое время оборота транспортных единиц, при котором не было бы простоев основных агрегатов, ч.

Поскольку возможности уменьшения времени оборота  $T_o$  до  $T_o''$  ограничиваются по техническим причинам, то время оборота транспортных единиц остается равным  $T_o$ , что и приводит к простоям основных агрегатов.

Фактическая производительность основных агрегатов:

$$W_q'' = W_q \left( 1 - \frac{W_q t_{nom}}{F} \right) \xi, \quad \text{при } \xi \leq 1$$

и транспортных средств в соизмеримых единицах  $W_{q_{TE}}'' = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{HT_o}$ .

Коэффициент  $\xi$  учитывает недостаток транспортных единиц на поле, и определяет возможные простои основных агрегатов в том случае, если время наполнения бункера основного агрегата будет меньше времени, необходимого для возвращения одного из транспортных средств на поле. При величине коэффициента  $\xi > 1$ , он ограничивается значением равным единице, что говорит о достаточном или излишнем количестве транспорта.

Необходимость округления количества транспортных агрегатов к ближайшему большему или меньшему целому числу определяем по интегральному критерию относительного удаления от цели [1]:

$$\mu' = \frac{N_{D_{onm}}^H + M^H + Q^H + 3^H + S^H}{N_{D_{onm}}^O + M^O + Q^O + 3^O + S^O} - 1 \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $N_{D_{onm}}$  - относительное число нормо-смен;  $M$  - материалоемкость, кг/га;  $Q$  - затраты топлива, кг/га;  $3$  - затраты труда, ч/га;  $S$  - прямые эксплуатационные затраты, у.е./га.

Индекс "н" обозначает нормирование, а индекс "о" - значение критерия идеального варианта из множества альтернативных вариантов (минимальное).

В результате моделирования поточных процессов из вариантов выходного множества альтернативных вариантов выбираем наиболее рациональный состав основных агрегатов  $N$ , режимы работы и их количество

в группе, и количество обслуживающих транспортных агрегатов в зависимости от природно-производственных условий использования техники в сельскохозяйственном предприятии.

Алгоритм выбора рационального состава и режимов работы МТА и комплексов машин реализован с помощью программных средств для ПЭВМ и предусматривает следующую последовательность решения задачи: формирование начального множества альтернативных вариантов, исходя из условий модельного или конкретного сельскохозяйственного предприятия; сужение начального множества до выходного множества альтернативных вариантов (ВМА), используя метод Парето [4] и ограничения: выполнение операции в наиболее целесообразные агротехнически обоснованные сроки; ограничение количества машин определенных марок их наличием на предприятии; сравнение вариантов из ВМА по величине относительного удаления от цели (4) и выбор рационального варианта, которому соответствует минимальное значение удаления  $\mu'$ .

По данной методике нами был произведен выбор рационального размера комплексов машин на комбайновой уборке картофеля с отвозкой клубней автомобильным транспортом на расстояние 5 км. Расчеты производились для картофелеуборочного комбайна Л-605 при наличии в одной группе (на одном поле) от одного до пяти уборочных МТА. В качестве транспортного агрегата предполагалось использовать автомобиль-самосвал ЗИЛ-ММЗ-554М. При этом приняли площадь поля 50 га, урожайность картофеля 25 т/га, агротехнический срок уборки 15 дней (с 1 по 15 сентября). Как отмечалось ранее функционирование основных агрегатов комплекса машин в начале времени смены практически не отличается от одиночной работы МТА, поэтому выбор рациональных параметров и режима работы картофелеуборочных комбайнов на данном этапе производился с учетом природно-производственных условий, а выбор рациональных размеров комплексов машин – с учетом типа поточного процесса. В результате исследований установлено, что работа картофелеуборочных комбайнов по четыре в группе, по сравнению с одиночным использованием, позволяет снизить показатель обобщенной оценки почти на 100% (с 0,282 до 0,002 при  $N'_K = 4$ ,  $N'_{TE} = 3$ ) при избытке или на 71,43% (с 0,119 до 0,034 при  $N''_K = 4$ ,  $N''_{TE} = 2$ ) при недостатке транспортных средств, что объясняется неполным использованием фонда времени транспортных агрегатов и значительным снижением их производительности. Так, например, производительность транспортного агрегата при обслуживании одного комбайна равна 0,073 га/ч, что составляет только 40,78% от максимально возможной его производительности, которой транспортный агрегат может достигнуть при обслуживании пяти уборочных МТА в группе. Как недостаток, так и избыток обслуживающих транспортных средств приводит к росту затрат на единицу выполненной работы, однако в подавляющем большинстве случаев округление количества транспортных единиц к ближайшему большему целому числу приводит к более низким ресурсозатратам, чем планирование недостатка транспорта путем округления к

ближайшему меньшему целому числу, так как это приводит к росту потерь рабочего времени уборочных агрегатов, что в стоимостном выражении значительно дороже простоя транспортных средств. Таким образом, выбор рациональных размеров комплексов машин позволяет получить экономию ресурсов при уборке единицы площади картофеля за счет более полного использования фонда времени уборочных и транспортных агрегатов и, следовательно, повышения их производительности.

Разработанные алгоритм и программа расчета на ПЭВМ положены нами в основу оптимизации машинно-тракторных агрегатов и комплексов машин в природно-производственных условиях Республики Беларусь и конкретных условиях сельскохозяйственных предприятий.

### ***Библиографический список***

1. Непарко, Т.А. Прогнозирование рационального состава машинно-тракторных агрегатов [Текст] / Т.А. Непарко // Агропанорама. – 2004. – № 2. – С. 30-36.

2. Непарко Т.А. Рациональное использование машинно-тракторных агрегатов [Текст] / Т.А. Непарко, А.В. Минич // Сб.: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Материалы Международной науч.-практ. конф. – Минск : БГАТУ. 2017. – С. 421-426.

3. Непарко, Т.А. Простой агрегатов: оценка и пути снижения [Текст] / Т.А. Непарко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, В.И. Жебрун // Сб. науч. статей Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 453-457.

4. Нагірний, Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – Київ.: Урожай, 1994.

5. Костенко, М.Ю. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины [Текст] / М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

6. Бойко, А.И. Уборка картофеля по интерактивной технологии [текст] / А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 66-й международной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2015. – С.38-40.

7. Бойко, А.И. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля [текст]/ А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы/ материалы 65-й международной науч.-практ. конф. (часть II) – Рязань: РГАТУ, 2014. – С.141 –142.

8. Семькин, В.А. Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства Курской области [Текст] / В.А. Семькин, И.Я. Пигорев // Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса: материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. – 2007. – С. 3-10.

9. Семькин, В.А. Проблемы современного растениеводства и пути их решения в условиях Курской области [Текст]/ В.А. Семькин, И.Я. Пигорев // Проблемы развития сельского хозяйства Центрального Черноземья: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курск: Изд-во КГСХА, 2005. – С. 3-7.

УДК 631.171

*Панфилова Т.И.,  
Богданчиков И.Ю., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ.*

### К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Производительность машинно-тракторных агрегатов (МТА) является основным показателем, который характеризует эффективность использования техники в хозяйстве. Высокая производительность агрегатов на сельскохозяйственных процессах позволяет, в конечном итоге, получить высокую производительность труда и снизить затраты на получение конечной продукции. Поэтому вопросы, направленные на увеличение производительности МТА являются актуальными.

На производительность МТА влияют ряд взаимосвязанных между собой факторов (Рисунок 1). Конструктивные особенности МТА включающие в себя особенность трактора, сцепных устройств, сельскохозяйственных орудий, правильное комплектование МТА. Технологические факторы включают в себя организацию работы МТА на рабочем участке, своевременное технологическое обслуживание, подготовительные операции и т.д. Природно-климатические факторы определяются условиями работы МТА, температурами окружающего воздуха, запылённостью, уклонами местности и т.д.

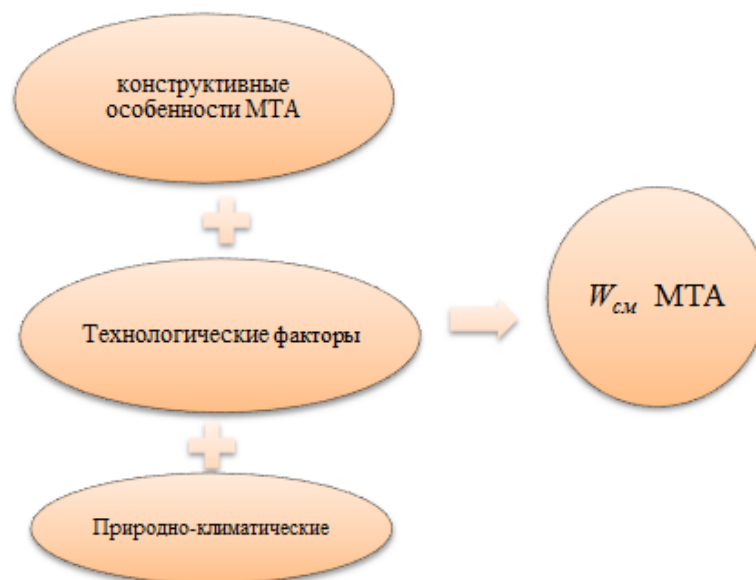


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на производительность МТА

Производительность агрегата можно определить по известному выражению [1]:

$$W_{см} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{см} \cdot \tau, \quad (1)$$

где  $W_{см}$  – сменная производительность агрегата, га/см;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$V_p$  – рабочая скорость агрегата, км/ч;

$T_{см}$  – продолжительность смены, ч;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены.

Как видно из выражения (1),  $B_p$  и  $V_p$  зависят от конструктивных особенностей МТА, но с другой стороны на рабочую скорость ( $V_p$ ) влияют природно-климатические факторы и технологические. Также из выражения (1), видим, что увеличить производительность какого-либо МТА, не внося изменений в конструкцию машины, возможно путем увеличения рабочих скоростей  $V_p$  и увеличением продолжительности смены  $T_{см}$ . Но рабочая скорость ограничена агротехническими требованиями и в случае превышения ухудшится качество выполняемой операции. Превышение времени смены скажется на усталости механизатора, что снизит его внимание и может стать причиной серьезных аварий. Поэтому наиболее перспективным является сокращение времени простоев агрегата, увеличив время его работы, т.е. повысить коэффициент использования времени смены [1] (технологический фактор):

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см}}, \quad (2)$$

где  $T_p$  – время работы агрегата, ч.

Рассмотрим варианты увеличения производительности МТА в агрегате с устройством для утилизации незерновой части урожая (УДУ НЧУ) [2]. Так, при полевых испытаниях модернизированного устройства машинно-тракторный агрегат МТЗ-82.1+УДУ НЧУ показал часовую производительность 5,04 га/ч (до модернизации 3,45 га/ч) [3]. Данный результат был, достигнут за счёт увеличения объёма технологической ёмкости на 80 литров (изменение конструкции), увеличения рабочей скорости на 1,4 км/ч и сокращения числа разворотов (за счёт оптимизации работы агрегата на поле), т.е. максимально увеличили коэффициент использования времени смены. Правильная организация работы агрегата на поле (Рисунок 2) позволила обеспечить длину гона в 1500 метров, при запасе рабочего хода по объёму технологической ёмкости 3000 метров (заправка была прогнозируема и осуществлялась на одной стороне поля).

На данном примере хорошо видно как конструктивные особенности машины взаимосвязаны с технологическими факторами и природно-климатическими, также видно, что при помощи организационных мероприятий возможно увеличить производительность МТА в среднем до 30%.



Рисунок 2 – Границы поля и трек одного прохода исследуемого МТА

Для эффективной организации работы МТА на поле необходимы высокоточные инструменты с возможностью ежесекундного измерения показаний: состояния техники, её положения в пространстве, уровень всех технологических емкостей, состояние механизаторов и т.д. Всё это возможно получить при использовании геоинформационных систем [4, 5, 6] и цифровых технологий.

Таким образом, установлена взаимосвязь факторов влияющих на производительность МТА, что позволяет сделать вывод о возможности влияния организационными методами (технологические факторы) на конструктивные особенности машин (например, увеличивая их ресурс). Также, на примере модернизации УДУ НЧУ определили, что значительный прирост производительности был, достигнут за счёт организационных мероприятий. Дальнейшее увеличение производительности МТА возможно за счёт использования цифровых технологий, что значительно упростит управление группой машин, работающих на одном поле.

### ***Библиографический список***

1. Богданчиков, И.Ю. Повышение производительности устройства для утилизации незерновой части урожая в составе машинно-тракторного агрегата [Текст] / И.Ю. Богданчиков, А.Н. Бачурин, Н.В. Бышов // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – №11 (часть 12). – С. 2580-2584.

2. Пат. 116007 Российская Федерация, МПК7 А 01 D 34/43, А 01 F 29/00. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Богданчиков И.Ю., Мартышов А.И.; заявитель и

патентообладатель ФГБОУ ВПО РГАТУ. - № 2011145324/13 ; заявл. 8.11.11 ; опубл. 20.05.12, Бюл. №14. – 1 с. : ил.

3. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин [и др.] / Сельский механизатор. – 2018 – №2 – С. 2-3.

4. Олейник, Д.О. Паспорт профессионального здоровья работника агропромышленного комплекса [Текст] / Д.О. Олейник, И.Б. Тришкин, В.С. Генералов // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2008. – №2. – С. 133-136.

5. Елистратов, В.В. Концепция развития региональной системы мониторинга и управления эксплуатацией объектов транспорта и механизации сельского хозяйства в интересах агропромышленного комплекса, перерабатывающей промышленности и лесного хозяйства с использованием платформы глонасс и автоматической идентификации (на примере рязанской области) [Текст] / В.В. Елистратов, Д.О. Олейник // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве // Сб. тр. Междунар. научн.-практ. Конф. – Оренбург : ФГБОУ ВПО ОГАУ, 2013. – С.121-126.

6. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности [Текст] / И.Ю. Богданчиков, А.Ю. Богданчикова // Материалы 68-й междунар. научн. практ. конф. «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» 26-27 апреля 2017 года: Сб. научн. тр. Часть 2. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – С. 38-42.

7. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие/ В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под общ.ред. О.И. Поливаева. – М.: КНОРУС, 2011. – 264 с. (ГРИФ УМО по агроинженерному образованию).

8. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский; под общ.ред. О.И. Поливаева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. – 429 с.

9. Семькин, В.А. Проблемы современного растениеводства и пути их решения в условиях Курской области [Текст]/ В.А. Семькин, И.Я. Пигорев // Проблемы развития сельского хозяйства Центрального Черноземья: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курск: Изд-во КГСХА, 2005. – С. 3-7.

10. Семькин, В.А. Актуальность и реальное состояние импортозамещения в растениеводстве Курской области [Текст] / В.А. Семькин, И.Я. Пигорев, В.М. Солошенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 7. – С. 47–52.

11. Латышёнок, М.Б. К проблеме истечения сыпучих материалов из бункеров для хранения сельскохозяйственной продукции [Текст] / М.Б.

Латышёнок, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков // Материалы науч.- практ. конф. РГАТУ. – Рязань, 2009. – С. 90-93.

12. Терентьев, В.В. Обоснование размеров выпускных отверстий бункеров [Текст] / В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, Е.М. Астахова // Материалы науч.- практ. конф. – Рязань, 2007. – С. 284-286.

**УДК 631.37:662.767**

*Корнюшин В.М.,  
Тимохин А.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАПРАВКИ С/Х ТЕХНИКИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТОПЛИВЕ**

На сегодняшний день сельское хозяйство использует более 40% всего дизельного топлива. Это звучит непривычно, но тем не менее можно смело сказать, что человека «кормит» дизельное топливо. Миллионы гектаров обрабатывают сотни тысяч единиц сельскохозяйственной техники, а работает вся эта техника на дизельном топливе. Отсюда большая часть стоимости продуктов состоит из затрат на топливо, что в цифрах примерно равно 50% от стоимости продукции. При этом с каждым годом цены за один литр дизельного топлива увеличиваются. Так же дизельное топливо не вполне соответствует требованиям экологии. В связи с этим перевод сельскохозяйственной техники для работы на более дешевое и экологически чистое топливо – природный газ метан – позволит снизить затраты на топливо, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу и повысить эффективность эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Так же актуальность применения газа в агропромышленном комплексе основана на том, что нефть является более ценным сырьем и ее запасы уменьшаются, а запасов природного газа в России хватит на 200 лет [1, с. 3-5].

Правительство РФ понимает проблемы использования дизельного топлива в сельском хозяйстве, поэтому оно намерено поддержать газомоторный рынок и содействовать в организации по переходу на газомоторное топливо в будущем. Принято распоряжение правительства РФ от 13 мая 2013 года № 767-р («О сфере регулирования отношений в сфере использования газового моторного топлива...»), ставящего задачу перевести на метан к 2020 году половину общественного автомобильного транспорта и транспорта дорожно-коммунальных служб [2].

На данный момент существует ряд причин, которые препятствуют переводу сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо (ГМТ), а именно:

- отсутствие автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) в сельской местности;



- существующие газовые заправки АГНКС находятся на автотрассах крупных городов;
- строительство новых АГНКС в сельской местности дорого и не окупаемо.

Вывод отсюда один: главная проблема перевода на ГМТ - это отсутствие в сельской местности газовых заправок (АГНКС).

Самое эффективное, что предлагается в настоящее время для решения этой проблемы это: мобильные заправщики (ПАГЗ), предназначенные для транспортировки и заправки сжатым газом с/х техники, и индивидуальные заправки импортного производства (мини-АГНКС) (рисунок 1). Первые имеют очень высокую цену и не окупаемы, а вторые серийно в России не выпускаются [3, 4, 5].



Рисунок 1 – Передвижной автомобильный газовый заправщик (ПАГЗ) и индивидуальные домашние заправки «COLTRI» и «Phill»

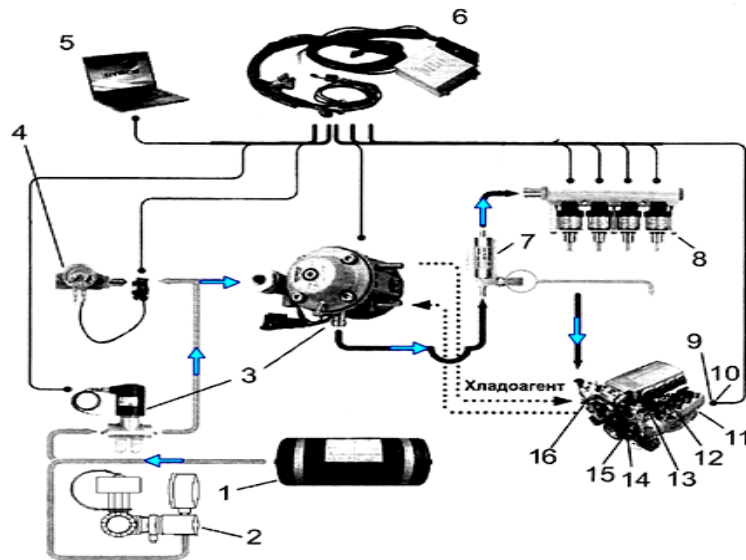
Из выше описанного следует, что на сегодняшний день заправка природным газом может осуществляться только от автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС), от передвижных автомобильных газозаправщиков (ПАГЗ) или от индивидуальных компрессоров с выходным давлением не менее 20 МПа.

Поэтому в СКБ РГАТУ задача заключалась в разработке технического решения по изменению газобаллонного оборудования тракторов, дающее возможность заправки от сети низкого давления без строительства АГНКС и без покупки мобильных и домашних заправщиков.

На данный момент ни одна из известных схем газобаллонного оборудования не дает возможности заправки от бытовой сети низкого давления (0,02 МПа), широко распространённой в сельской местности.

На рисунке 2 представлена схема газового оборудования серийного трактора «Агромаш 85ТК метан», которая лишена возможности заправки от бытовой сети низкого давления [1, с. 45-48].

В СКБ РГАТУ было разработано и запатентовано техническое решение данной проблемы. Подана заявка № 2017114759 от 26.04.2017 на полезную модель «Топливная система газового двигателя внутреннего сгорания».



1 – баллон, 2 – выносное заправочное устройство, 3 – редуктор газовой с клапаном, 4 – датчик высокого давления, 5 – компьютер для настройки и диагностики, 6 – электронный блок управления, 7 – фильтр тонкой очистки газа, 8 – газовая рампа с форсунками, 9 – датчик давления, 10 – датчик температуры, 11 – датчик кислорода, 12 – свеча зажигания (4 шт.), 13 – индивидуальная катушка зажигания (4 шт.), 14 – датчик частоты вращения для синхронизации, 15 – датчик частоты вращения, 16 – распределительный узел

Рисунок 2 - Схема газового оборудования трактора «Агромаш 85ТК метан»

На рисунке 3 представлена предлагаемая схема газобаллонного оборудования транспортного средства, которая содержит газовые баллоны высокого давления 1 с вентилями 2 и заправочным устройством высокого давления 12, газовый трубопровод 13 с установленным на нем газовым электромагнитным клапаном 14 и газовым редуктором 18, связанным трубопроводом с газовым баллоном 1 и двигателем 22, заправочный компрессор высокого давления 5 с приводом от электродвигателя 6, заправочное устройство низкого давления 3 с обратным клапаном 4, электронным блоком управления 7 с электроразъёмом 8 для переменного напряжения 220/380 В, причем электронный блок управления снабжён датчиком наполнения баллонов метаном 11.

Отличия предлагаемой топливной системы газового двигателя внутреннего сгорания заключаются в следующем:

- топливная система снабжена заправочным компрессором высокого давления с приводом от электродвигателя;
- топливная система снабжена заправочным устройством низкого давления, которое имеет обратный клапан;
- топливная система снабжена электронным блоком управления с электроразъёмом для переменного напряжения 220/380 В и датчиком наполнения баллонов газом.



Рисунок 3 - Схема газобаллонного оборудования транспортного средства

Эффект от предлагаемого конструктивного решения топливной системы газового двигателя внутреннего сгорания заключается в возможности заправки газобаллонного транспортного средства сжатым природным газом как от автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), от передвижных автомобильных газозаправщиков (ПАГЗ) или от индивидуальных компрессоров с выходным давлением не менее 20 МПа, так и от сети газопроводов низкого или среднего давления 0,015...0,5 МПа при отсутствии газонаполнительной станции.

Пример заправки трактора «Агромаш 85ТК метан» от бытовой сельской газовой сети низкого давления 0,02 МПа представлен на рисунке 4.

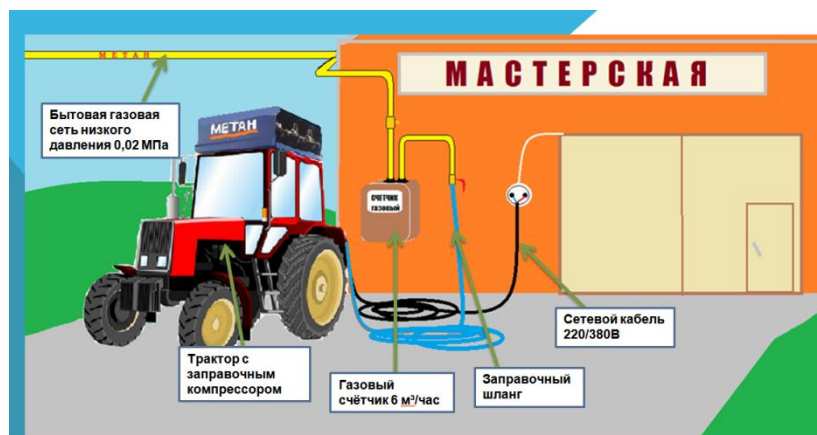


Рисунок 4 - Заправка трактора «Агромаш 85ТК метан» от бытовой сельской газовой сети низкого давления 0,02 МПа

Преимущества предлагаемого решения:

- низкая стоимость топлива (цена ГМТ от сети низкого давления будет составлять 5,6 руб./м<sup>3</sup> вместо дизтоплива по цене 39,6 руб./л);

- отпадает необходимость в строительстве большого нефтехозяйства в малом с/х предприятии (экономия составит до 1 млн. руб. на проектирование, строительство и монтаж оборудования нефтехозяйства);

- перевод техники на ГМТ даёт снижение затрат на компоненты системы GPS контроля за тракторами [3, 4].

Техническая и экономическая эффективность от использования разработки в с/х производстве:

- каждый час работы в поле трактора «Агромаш-85ТК метан» или «Belarus-920» с заправкой от газовой сети низкого давления приносит прибыль 289 руб., экономия на топливе за смену (8 ч) составит 2312 руб., а за сезон до 346 000 руб. Окупаемость – 10 месяцев, экономический эффект при наработке до капремонта составит 2 600 000 руб. [6, с. 99-112].

На основании выше изложенного следует, что:

- повышение эффективности эксплуатации тракторов, работающих на ГМТ, возможно за счет организации их заправки от газовых сетей низкого давления, имеющих в газифицированных населённых пунктах сельской местности;

- организация мест заправки не требует капитальных сооружений, а также больших затрат, сроков и согласований;

- наибольший забор газа из сетей будет происходить в весенне-летний период, когда расход на отопление минимален, что повышает равномерную загрузку газовых сетей;

- срок окупаемости затрат - 10 месяцев, а с учетом экономии на строительстве нефтехозяйства - 2 месяца;

- потенциальными потребителями данной конструкторской разработки являются предприятия автотранспорта, автотракторный транспорт промышленных предприятий, бюджетных организаций и коммунальных служб городов, а также все предприятия АПК, имеющие автотракторный транспорт и желающие перевести его на газомоторное топливо.

### ***Библиографический список***

1. Гольтыпин, В.Я. Перспективы применения газомоторного топлива в энергетических средствах сельскохозяйственного назначения [Текст] : науч. аналит. обзор / В.Я. Гольтыпин. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 88 с.

2. Евстигнеева, А. Минэнерго жмет на газ [Текст] / [о политике правительства РФ об увеличении выпуска газомоторных автомобилей] / Алина Евстигнеева // Известия. – 2017. – 11 декаб. – С. 4, 5.

3. Тимохин, А.А. Повышение эффективности использования в фермерских хозяйствах тракторов, работающих на газомоторном топливе [Текст] / А.А. Тимохин, В.М. Корнюшин // Вестник Совета молодых учёных

Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016.– №1(2). – С. 204-209.

4. Савельев, Г.С. Комплексный подход к обеспечению сельхозпроизводства газомоторным топливом [Текст] / Г.С. Савельев, М.Н. Кочетков, Е.В. Овчинников, И.М. Коклин // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 3. – С. 47–50.

5. Бачурин, А.Н. Способы обеспечения сельскохозяйственной техники газомоторным топливом [Текст] / А.Н. Бачурин, И.Ю. Коньков, В.М. Корнюшин // Сб. : Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 14 декабря 2017 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. – Часть 2. – С. 20-24.

6. Болтенков, А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела дипломного проекта по направлению «Агроинженерия» [Текст] / А.А. Болтенков, М.В. Жуков. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 155 с.

7. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2010. – №1. – С. 39-42.

*(По просьбе авторов статья представлена в авторском оформлении!)*

УДК 631.37

Оценка эффективности регенеративного фильтра.

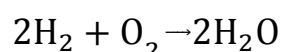
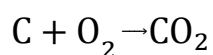
Н.В. Дмитриев, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО РГАТУ.

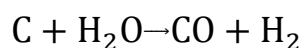
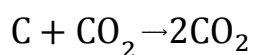
М.А. Трушин, студент ФГБОУ ВО РГАТУ.

Т.Н. Бегунков, студент ФГБОУ ВО РГАТУ.

Среди альтернативных возобновляемых источников энергии наибольшее распространение получило использование древесины. Одним из направлений такого применения можно назвать газогенераторы.

Газогенератор- это устройство, служащее для преобразования твердого топлива в горючий газ. В основном используются: дрова, древесный уголь, каменный уголь, кокс. Данный процесс происходит при горении с недостатком кислорода (пиролиз). При нем протекают реакции окисления и восстановления:





В состав получаемого газа входят следующие компоненты: водород, метан, оксид углерода, непредельные углеводороды, углекислый газ, азот, кислород и вода.

Основными направлениями использования генераторного газа являются получение тепловой и электрической энергии.

В качестве отопления для жилых домов применяются пиролизные котлы на твердом топливе. Это одна из разновидностей газогенератора, разница в том, что горючий материал сразу же из камеры сгорания дров попадает внутрь второй топки, где газы обогащаются кислородом и сжигаются.

Преимущества пиролизных котлов:

- КПД по сравнению с традиционными котлами выше на 4-7%,
- длительная работа на одной загрузке,
- экономичность,
- снижение вредных выбросов в атмосферу,
- простота чистки топочного пространства,
- позволяют точно регулировать температуру на выходе.

Недостатки пиролизных котлов:

- высокая стоимость (при этом экономия в процессе эксплуатации);
- важно, чтобы топливо не подвергалось воздействию влаги (снижается эффективность работы котла).[1]

Для выработки электроэнергии генераторный газ может направляться в двигатель внутреннего сгорания, который служит приводом генератора. Такой генератор, позволяет получать электроэнергию там, где нет линий электропередач, нет возможности проложить газопровод или же затруднен подвоз жидкого топлива.

При газификации древесины в получаемом генераторном газе содержится много паров воды, кислот, смол и других парообразных органических веществ. Для их очистки применяют механический, электрический и физико-химический способы очистки газов.

Механическую очистку газов производят под действием силы тяжести, центробежной силы, фильтрацией сквозь волокнистые материалы, промывкой газа водой.

Электрическая очистка газов основана на воздействии сил неоднородного электрического поля высокого напряжения (до 80 000 в)..При пропускании через такие фильтры загрязнённого газа происходит его ионизация, заряженные частицы увлекаются к осадительному электроду и осаждаются на нём.

Методы физико-химической очистки применяют для удаления газообразных примесей. К таким методам относятся промывка газов растворителями (абсорбция); промывка газов растворами реагентов, связывающих примеси химически (химическая абсорбция); поглощение примесей твёрдыми активными веществами (адсорбция); физическое разделение (например, конденсация компонентов), каталитическое превращение примесей в безвредные соединения.[2]

Главной проблемой использования генераторного газа в ДВС является очистка от смолистых отложений, которые при не достаточной очистке способны вывести из строя ДВС. Все известные системы очистки слишком сложны, занимают много места, и самое главное требуют постоянного обслуживания.

Нами предлагается способ решения с использованием регенеративного фильтра. Он представляет собой цилиндрическую емкость, внутри которой, по оси вращается спиралевидный шнек. (Рис 1.) Данная емкость наполнена пористым материалом (гидроксидом алюминия). Это вещество является хорошим адсорбентом, что и позволяет очистить газ от смол. Шнек способствует циркуляции адсорбента, тем самым превращая процесс очистки в непрерывный.

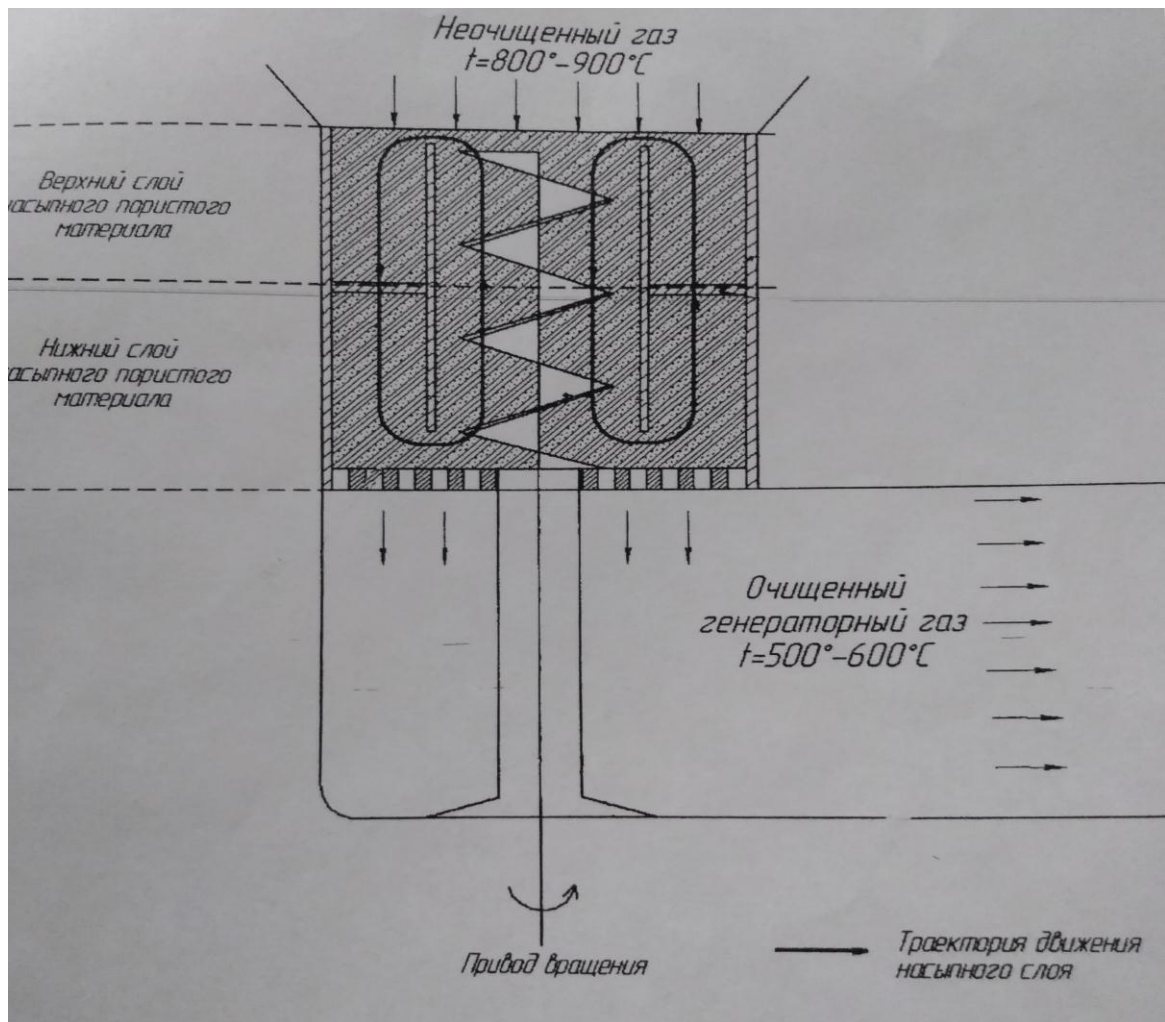


Рисунок 1. Регенеративный фильтр.

В корпус подается загрязненный газ, имеющий высокую температуру. В верхнем слое насыпного пористого материала происходит регенерация загрязненного смолами и мелкодисперсной пылью насыпного пористого материала прожигом. Нижний слой накапливает на своей поверхности и внутри пор смолы и мелкодисперсную пыль, тем самым очищая газ.[3]

Для проверки эффективности регенеративного фильтра на кафедре автотракторной техники и теплоэнергетики была собрана лабораторная установка. (Рис 2)

Порядок проведения лабораторных испытаний заключается в следующем: газ отбирается, через корпус с фильтрующим элементом (3), с помощью вакуумного насоса (4). Корпус охлаждается, за счет этого на его стенках конденсируются смолы. Охлаждается корпус, способом погружения его в лёд с солью. Газ отбирается в течение заданного времени. Для оценки загрязненности газа, определяется масса корпуса, до и после испытания. По разнице масс и



определяется степень загрязненности газа. Для предохранения вакуумного насоса, непосредственно перед ним, поставлен гидрозатвор (6).

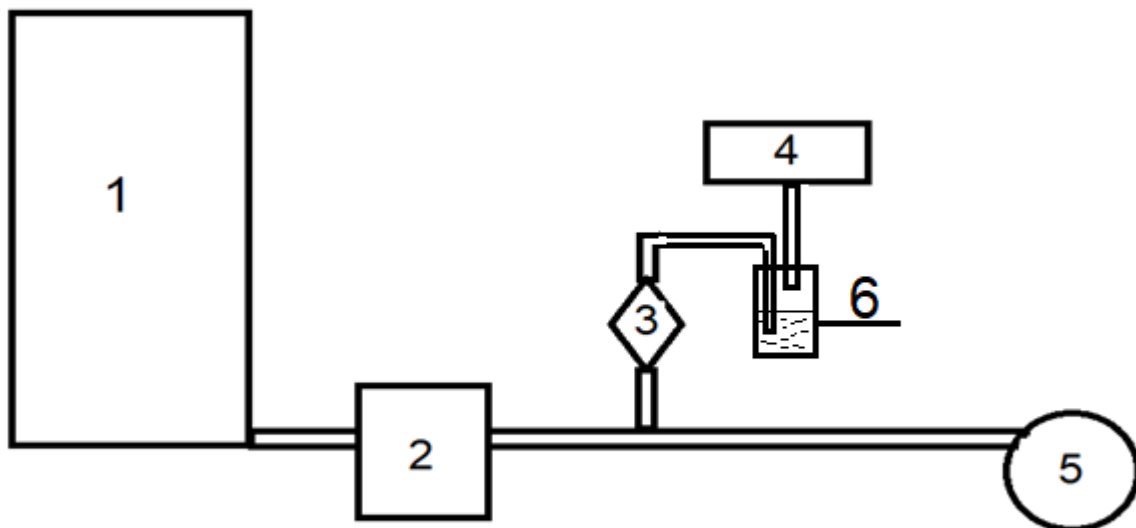


Рисунок 2. Установка для оценки эффективности очистки газа при помощи регенеративного фильтра.

- 1-Газогенератор
- 2-Фильтр(регенеративный)
- 3-Корпус с фильтрующим элементом
- 4-Вакуумный насос
- 5-Вентиль
- 6-Гидрозатвор

Оценка эффективности проводится в 3 этапа.

1 этап. Газ отбирается без фильтра. Этот этап позволяет определить общую загрязненность газа. Оценивается загрязненность газа.

2 этап. Газ отбирается с полностью снаряженным фильтром. Но шнек не вращается. Оценивается эффективность наполнителя.

3 этап. Газ отбирается с полностью снаряженным фильтром. Шнеку придается вращение. Оценивается эффективность наполнителя с его циркуляцией.

Далее экспериментальным путем планируется определить оптимальные параметры и режимы работы фильтра, при которых будут достигнуты минимальные показатели степени загрязненности газа.

#### Список использованной литературы

1. <http://terkont.ru/articles/kotly-tverdotoplivnye-dlitelnogo-goreniya-ili-piroliznye/>
2. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/77078/Газов>
3. Патент №2560385 Регенеративный фильтр для очистки газа.
4. Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых РГАТУ им. П.А. Костычева: Том 1: Материалы научно-практической конференции. Рязань 2009г.: Н.В. Дмитриев, С.Ю. Пронин – Использование регенеративного фильтра в газогенераторной установке.

УДК 631.34

Корнюшин В.М.,  
Кузьмичёв Е.О.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

## **ИННОВАЦИОННЫЙ МИНИКУЛЬТИВАТОР-ОПРЫСКИВАТЕЛЬ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ**

В Российской Федерации около 90% картофеля выращивается в малых формах аграрного производства. Как правило, здесь преобладает ручной труд. Между тем, исследования многих экспертов подтверждают, что основной контингент сельских жителей и дачников нашей страны - пожилые люди. А для них прополка, окучивание картофеля и уничтожение колорадского жука при уходе за картофелем являются наиболее сложными и трудоемкими операциями [1, с. 5].

Окучивая картофель, решаем сразу несколько задач: рыхлим почву; создаем дополнительный ее объем, в котором формируются клубни; подталкиваем растение к образованию столонов в нижней (засыпанной грунтом) части стеблей; улучшаем освещение растений, собирая их «в кучку» и не позволяя им затенять друг друга; избавляемся от сорняков.

Еще одна нелегкая операция - борьба с колорадским жуком. Повреждает колорадский жук не только посадки картофеля, но и баклажаны, помидоры, другие пасленовые культуры [1, с. 7-14].

В настоящее время в России имеются различные средства малой механизации для ухода за посаженным картофелем. Они предназначены для механизации сельскохозяйственных и других работ на приусадебных участках и небольших фермах, а также на заболоченных, холмистых землях и других участках, где применение другой техники невозможно или нецелесообразно. Существует этих средств малой механизации большое количество, и каждое из них имеет ряд достоинств и недостатков. Мы же рассмотрим сельскохозяйственные машины и приспособления, используемые для окучивания картофеля и для борьбы с колорадским жуком [2, с. 3].

Существует ряд навесных и прицепных опрыскивателей и культиваторов-окучников для минитракторов, обзор которых показан на рисунке 1.

Средняя цена на навесной опрыскиватель от 50 тыс. руб. Из плюсов представленных в обзоре конструкций можно отметить хорошую производительность и универсальность: опрыскивают картофель, свеклу, зерновые и т.д. А также с их помощью можно вносить комплексные жидкие удобрения. Но главный недостаток данных агрегатов - отсутствие на рынке

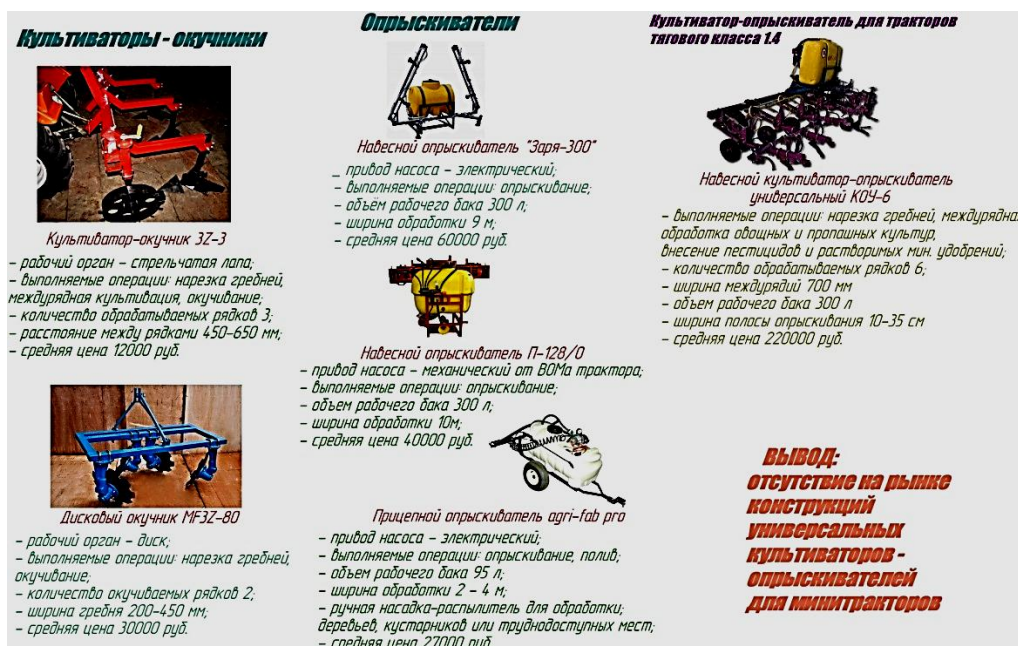


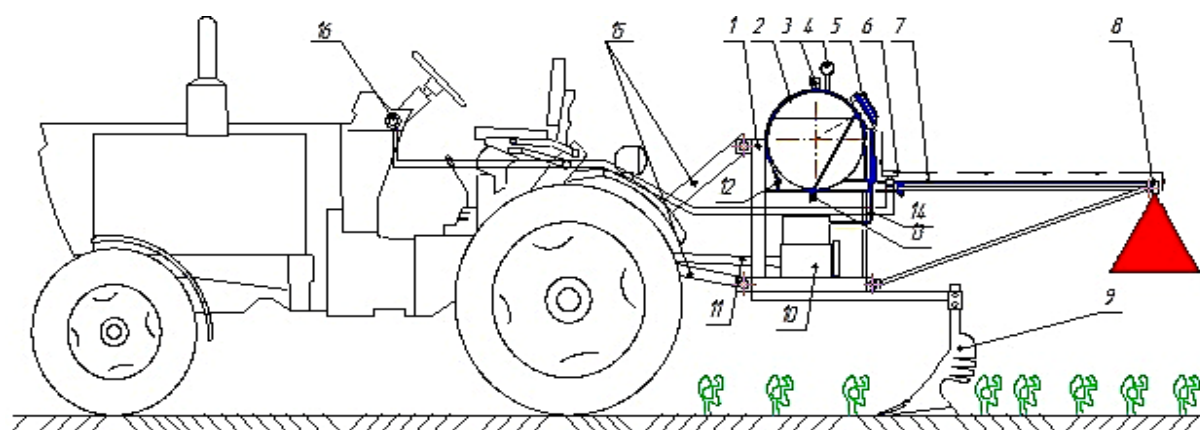
Рисунок 1 - Обзор конструкций миникультиваторов - окучников и опрыскивателей для минитракторов

В КФХ Кузьмичев О.Н. был создан комбинированный агрегат для минитрактора «Уралец 180», а именно культиватор – опрыскиватель Кузьмичёва КОК-1,8 для ухода за посадками картофеля (рисунок 2). Его достоинство - возможность выполнения нескольких операций: междурядная культивация с боронованием сетчатой бороной, окучивание и опрыскивание картофеля инсектицидами от колорадского жука. Также можно использовать для опрыскивания и окучивания одновременно, при условии, что эти операции совпадут по агротехническим срокам. Это экономит время и затраты на топливо.



Рисунок 2 - Общий вид трактора «Уралец 180» с культиватором-опрыскивателем КОК-1,8

Схема данного машинно-тракторного агрегата представлена на рисунке 3, а устройство и принцип его работы описаны ниже.



Условные обозначения: 1 - рама; 2 - резервуар - газовый баллон;  
 3 - вентиль заливной; 4 - манометр; 5 - мультиклапан;  
 6 - электромагнитный расходный клапан; 7 - трубка расходная;  
 8 - форсунка; 9 - окучник; 10 - компрессор "Зил 130-3509";  
 11 - карданный вал; 12 - хомут крепления; 13 - сливной вентиль;  
 14 - трубка для подачи воздуха в резервуар; 15 - навеска;  
 16 - тумблер включения-выключения ЭМК

Рисунок 3 - Схема машинно-тракторного агрегата в составе трактора «Уралец 180» с культиватором КОК-1,8

На данный агрегат был установлен герметичный резервуар - газовый баллон 2, в который заливается раствор через заливное отверстие 3, компрессор 10, который работает через клиноременную передачу от редуктора, соединенного с валом отбора мощности трактора через карданный вал 11, и накачивает воздух в резервуар, тем самым создавая там давление. Когда необходимое давление достигнуто (определяем по манометру 4), открывается электромагнитный расходный клапан (ЭМК) 6 путем включения тумблера ЭМК 16 и начинается подача рабочего раствора инсектицидов с резервуара по расходной трубке 7 на форсунки - распылители 8, начинается распыление. Компрессор можно включать как перед началом работы, так и во время. Работа машинно - тракторного агрегата в составе трактора «Уралец 180» с культиватором КОК-1,8 показана на рисунке 4 [4, с. 207].

Еще одна функция данного агрегата: путём замены окучников на стрельчатые лапы культиватора, а штанги с форсунками - на сетчатую борону получаем культиватор (рисунок 5), которым можно проводить "слепую обработку" картофеля, т.е. до всходов или когда всходы еще не достигли больших размеров. После проведения этой операции междурядья пропалывать вручную мотыгой не приходится, что значительно облегчает удаление сорняков и экономит время.



Рисунок 4 – Машинно-тракторный агрегат в составе трактора «Уралец 180» с культиватором КОК-1,8 на культивации с опрыскиванием



Рисунок 5 – Минитрактор «Уралец 180» с культиватором на «слепой обработке» картофеля от сорняков

Из проведённого нами расчета экономической эффективности внедрения конструкторской разработки следует:

- стоимость изготовления культиватора – опрыскивателя КОК-1,8 составляет 20254 руб.;
- производительность агрегата составляет 0,55 га/часили 55 соток/час;
- себестоимость окучивания картофеля с одновременным опрыскиванием инсектицидами равна 471 руб./га или 4,71 руб./сотка [5, с. 50-69].

Данный агрегат сможет значительно облегчить труд сельских жителей при уходе за посадками картофеля, ведь себестоимость обработки одного приусадебного участка невысокая. Кроме того, агрегат способен выполнять несколько операций одновременно, что значительно сократит время на обработку участка. Затраты на изготовление культиватора - опрыскивателя КОК-1,8 окупятся за один сезон из расчёта прибыли в 50 руб. за сотку выполненных работ.

### *Библиографический список*

1. Фатьянов, В.И. Картофель [Электронный ресурс] : В.И. Фатьянов. – учеб. пособие / - М. : Издательство Юрайт, 2014. – 185 с. – Режим доступа : <http://www.litmir.co/br/?b=97802>
2. Келлер, Н.Д. Механико-эргономическое обоснование средств малой механизации сельскохозяйственных работ: дис. в виде научного доклада на соискание учёной степени д-ра техн. наук [Текст] / Н.Д. Келлер. – Москва, 2000. – 66 с.
3. Корнюшин, В.М. Классификация средств малой механизации сельскохозяйственных работ [Текст] / Е.О. Кузьмичёв, Б.А. Нефёдов, М.Б. Угланов // Сб. : Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 14 декабря 2017 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. – Часть 2. – С. 96-101.
4. Тимохин, А.А. Повышение эффективности использования в фермерских хозяйствах тракторов, работающих на газомоторном топливе [Текст] / А.А. Тимохин, В.М. Корнюшин // Вестник Совета молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – №1(2). – С. 204-209.
5. Болтенков, А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела дипломного проекта по направлению «Агроинженерия» [Текст] / А.А. Болтенков, М.В. Жуков. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 155 с.
6. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин [и др.] / Сельский механизатор. – 2018 – №2 – С. 2-3.
7. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2010. – №1. – С. 39-42.
8. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности [Текст] / И.Ю. Богданчиков, А.Ю. Богданчикова // Материалы 68-й междунар. научн. практ. конф. «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» 26-27 апреля 2017 года: Сб. научн. тр. Часть 2. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – С. 38-42.
9. Бышов, Н.В. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – 2016. – №10. – С. 105-111.

10. Бойко, А.И. К вопросу соблюдения агротехнических требований при механизированной уборке картофеля [текст] / А.И. Бойко, Г.К.Рембалович, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, // Сб.: Совершенствование средств механизации и мобильной энергетики в сельском хозяйстве: Посвященный 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета. Министерство сельского хозяйства РФ; Рязанская Государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П. А. Костычева. – Рязань: РГСХА, – 2003. – С.67-68.

11. Костенко, М.Ю. Исследование топографии температурного поля облака генератора горячего тумана [Текст] / М.Ю. Костенко, И.Н. Горячкина, В.С. Мельников, М.В. Евсенина, Н.А. Костенко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – № 3 (27). – 2015. – С. 65-69.

12. Пигорев, И.Я. Технологические приемы возделывания картофеля [Текст]/ И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина // Аграрная наука. – 2005. – № 8. – С. 19–23.

13. Семькин, В.А. Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства Курской области [Текст]/ В.А. Семькин, И.Я. Пигорев // Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса: материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. – 2007. – С. 3-10.

14. Костин, Я.В. Агроэкологическая оценка систем удобрений под картофель в условиях колхоза имени Ленина касимовского района [Текст] / Я.В. Костин, Д.В. Виноградов, Г.Н. Фадькин, С.А. Пчелинцева // Сб. : Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: Материалы Международной научно-практической конференции - Рязань: РГАТУ, 2015. - С. 140-145.

**УДК 338.2**

*Ваулина О.А., к.э.н.,  
Петракова Е.С.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **К ВОПРОСАМ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЖИВОТНЫХ НА ВЫРАЩИВАНИИ И ОТКОРМЕ**

Статья посвящена анализу такой предметной области, как учет и контроль животных на выращивании и откорме, в частности вопросам автоматизации указанного участка учета.

Актуальность темы данной статьи определена в первую очередь объективно значительной ролью изучения формирования затрат по животным на выращивании и откорме в современной социально ориентированной рыночной экономике.



В литературе выделяют следующие основные задачи учета затрат в отрасли животноводства:

- 1) экономически обоснованное разграничение затрат по видам производств и группам скота;
- 2) точное разделение всех затрат по экономически однородным элементам и статьям, из которых складывается себестоимость производимой продукции;
- 3) своевременное, полное и точное отражение выхода продукции, получаемой от животноводства;
- 4) точное отражение затрат по подразделениям хозяйства;
- 5) экономически обоснованное определение себестоимости основной, сопряженной и побочной продукции [1, с. 272].

В настоящее время в полной мере реализуется возможность использовать комплекс автоматизированного рабочего места. АРМ бухгалтера позволяет обеспечить трудоемкие операции по обработке первичных документов, составлению накопительных ведомостей и других учетных регистров.

Компьютерный учет должен соответствовать единой методологической основе бухгалтерского учета и обеспечивать:

- ведение данных аналитического и синтетического учета;
- сплошное отражение автоматизированным способом хозяйственных операций на основании первичных учетных документов;
- сокращение трудозатрат на ведение учета;
- контроль достоверности вводимых данных, целостности учетной информации;
- формирование автоматизированным способом бухгалтерских и иных документов [3, с. 96].

В информационную систему АРМ по учету животных на выращивании и откорме входят следующие информационные массивы:

1. Массив бухгалтерских записей по группам животных,
2. Массив оборотов в разрезе корреспондирующих счетов с начала года,
3. Массив нормативно-справочных данных по счетам учета животных,
4. Вспомогательные массивы заготовок форм первичных документов,
5. справочные массивы классификаторов технико-экономической информации,
6. Другие массивы [5, с. 76].

Рассмотрим изучаемые вопросы на примере ЗАО «Московское».

ЗАО «Московское» расположено в северной части Рязанского района, в 20 км от районного центра Соколовка и в 12 км от областного центра г. Рязани. Это хозяйство с развитым мясомолочным животноводством. Растениеводческое направление развито для потребления животноводством.

Так как на предприятии отсутствует регистр, в котором обобщаются данные первичных документов о затратах и выходе продукции рекомендуется использовать разработанный документ – автоматизированная накопительная ведомость затрат по животным на выращивании и откорме. Ее целесообразнее

составлять по итогам данных за месяц из соответствующих первичных и сводных документов. Данный документ более детально отражает все произведенные затраты, отнесенные на животных на выращивании и откорме, т.е. все затраты разбиты по видам животных и их половозрастным группам.

Также он сократит затраты труда бухгалтеров на заполнение бумажных документов, так как он составляется автоматически при заполнении в базе данных произведенных затрат в разрезе следующих статей: заработная плата, отчисления на социальные нужды, корма, электроснабжение, прочие основные затраты.

Заработная плата и отчисления на социальные нужды начисляются в разработанном автоматизированном табеле учета рабочего времени. В данном табеле при вводе количества часов, отработанных работниками автоматически считаются суммы заработной платы и суммы отчислений, начисленных каждому работнику.

Корма обобщаются в разработанной автоматизированной ведомости расхода кормов. В ведомости показан расход кормов за день по всем видам животных и их половозрастным группам. В конце месяца данные автоматически суммируются и показывают расход кормов за месяц.

Затраты по электроснабжению обобщаются в разработанном автоматизированном отчете об использовании электроэнергии. В отчете при вводе в базу данных количества кВт-ч, потраченных на животных на выращивании и откорме, программа считает сумму затрат на электроэнергию.

Прочие основные затраты обобщаются в разработанной автоматизированной ведомости учета прочих затрат. В данной ведомости при заполнении сумм общепроизводственных и общехозяйственных расходов, расхода товара и готовой продукции, идущих на корм скоту, стоимости услуг, выполненных поставщиками и сумм недостач от порчи ценностей, программа автоматически считает общую сумму прочих затрат.

В конце месяца программа MicrosoftOffice Excel автоматически переносит суммы затрат из разработанных автоматизированных табеля учета рабочего времени, ведомости расхода кормов, отчета об использовании электроэнергии и ведомости учета прочих затрат в разработанную автоматизированную накопительную ведомость учета затрат по животным на выращивании и откорме.

На основании накопительной ведомости затрат по животным на выращивании и откорме программа рассчитывает себестоимость продукции животных на выращивании и откорме в разработанном автоматизированном расчете себестоимости продукции животных на выращивании и откорме.

В связи с тем, что процесс модернизации и автоматизации бухгалтерского учета не стоит на одном этапе, для ЗАО «Московское» предлагаемые мероприятия по совершенствованию автоматизации учета затрат по животным на выращивании и откорме помогут не только оптимизировать бухгалтерский учет, но и значительно сократить трудовые затраты. Расчет абсолютного снижения трудовых затрат ( $\Delta T$ ) в часах за год представлен ниже:

$\Delta T = T_0 - T_1 = 1500 - 600 = 900$  часов, где

$T_0$  – трудовые затраты в часах за год на обрабатываемую информацию по базовому варианту,

$T_1$  – трудовые затраты в часах за год на обрабатываемую информацию после внедрения автоматизированной накопительной ведомости затрат по животным на выращивании и откорме (проектный вариант).

$T_0 =$  Количество рабочих дней в году \* Количество часов в день, требуемое для ручной обработки =  $250 * 6 = 1500$  часов.

$T_1 =$  Количество рабочих дней в году \* Количество часов в день после внедрения автоматизированной накопительной ведомости затрат по животным на выращивании и откорме =  $250 * 2,4 = 600$  часов.

Расчет коэффициента относительного снижения трудовых затрат  $K_T$  представлен ниже:

$$K_T = \frac{\Delta T}{T_0} * 100\% = \frac{900}{1500} * 100\% = 60\%$$

Расчет индекса снижения трудовых затрат (повышения производительности труда)  $Y_T$  представлен ниже:

$$Y_T = \frac{T_0}{T_1} = \frac{1500}{600} = 2,5$$

Расчеты показателей эффективности от совершенствования автоматизации учета затрат по животным на выращивании и откорме обобщим в таблице 1.

Таблица 1 – Расчеты показателей эффективности от совершенствования автоматизации учета затрат по животным на выращивании и откорме

Показатели	Затраты времени		Абсолютное изменение затрат $\Delta T$ , ч.	Коэффициент относительного снижения затрат $K_T$ , %	Индекс изменения затрат $Y_T$
	Базовый вариант $T_0$ , ч.	Проектный вариант $T_1$ , ч.			
Трудоемкость	1500	600	900	60	2,5

По данным таблицы 1, можно сделать вывод о том, что при внедрении в хозяйство автоматизированной накопительной ведомости затрат по учету животных на выращивании и откорме трудовые затраты снизятся на 900 часов в год. Тем самым у работников бухгалтерии будет больше свободного времени на ведение бухгалтерского и управленческого учета.

Обобщая все вышесказанное, можно сказать, что автоматизация учета затрат животных на выращивании и откорме исключит появление случайных ошибок, обыкновенно присущих ручной обработке. Компьютерная система сможет осуществить множество процедур внутреннего контроля, которые в неавтоматизированных системах выполняют разные специалисты. Также автоматизация позволит потенциально усилить контроль со стороны администрации.

### **Библиографический список**

1. Ваулина, О.А. Рекомендации по организации системы бюджетирования

на предприятиях в современных условиях [Текст] / О.А. Ваулина, Т.А. Малышева // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России.- ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 271-274

2. Ваулина, О.А. Совершенствование специализации производства и интеграционных связей в молочном подкомплексе АПК (на примере агропромышленных формирований Рязанской области) [Текст] / О.А. Ваулина // диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Балашиха, 2000

3. Стишкова, Е.В. Обоснование затрат при совершенствовании кормовой базы в молочном животноводстве [Текст] /Е.В. Стишкова// Сб.: Инновационные технологии научного развития сборник статей международной научно-практической конференции: в 5 частях . – 2017. – С. 95-97.

4. Конкина, В.С. Формирование информационных потоков для прогнозирования затрат на сельскохозяйственных предприятиях [Текст] / В.С. Конкина // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса, ФГБОУ РГАТУ имени П.А. Костычева, – 2014. – С. 196-200

5. Конкина, В.С. Организация информационного обеспечения для эффективного управления затратами [Текст] / В.С. Конкина // Вестник РГАТУ – 2010. – № 2. – С. 75-77

6. Конкина, В.С. Особенности управления затратами в сельском хозяйстве [Текст] / В.С. Конкина // Вестник РГАТУ – 2012. – № 4 (16). – С. 101-105

7. Текучев, В.В. Системный анализ эффективности производства предприятий АПК [Текст] / Текучев, В.В., Черкашина Л.В.// Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА – Рязань, 2005. – С. 224-226

8. Крысанова, Л.В. Состояние организации системы внутреннего контроля на предприятиях АПК различных организационно-правовых форм в условиях модернизации экономики [Текст] / Л.В. Крысанова, И.В. Лучкова // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона. Материалы 66-й международной научно-практической конференции – 2015. – С. 116-121.

9. Бойко, А.И. Результаты хозяйственных испытаний экспериментальной картофелеуборочной машины [текст] / А.И. Бойко, С.Н. Бoryчев, Г.К.Рембалович //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – №7. – С.35-36.

10. Пат. РФ №2244396. Комкодавитель картофелеуборочной машины / Бoryчев С.Н., Бойко А.И., Успенский И.А.. – Оpubл. 21.04.2003; Бюл. № 2.

11. Откормочные качества чистопородных и помесных животных [Текст] / О.С. Николайченко, Н.А. Гончарова, Л.И. Кибкало, И.Я. Пигорев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – Т. 5. – №5. – С. 55–56.

*Дерр Е.С.,  
Крюнчакина А.Д.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ**

В России в 2009 году картофель выращивали на площади 2,2 млн. га, валовый сбор составил 31,1 млн.т., средняя урожайность составила 14,1т/га [1]. Культура картофель является одной из важных и ценных в сырьевом и продовольственном планах.

Из-за низкой урожайности и недостаточного уровня механизации уборочных работ картофель остается одной из самых трудоемких культур.

Повышение уровня механизации уборки картофеля возможно путем создания семейства картофелеуборочных машин, приспособленных к конкретным условиям уборки и зонам.

Уровень надежности картофелеуборочной техники не позволяет полностью механизировать процесс уборки картофеля. Задача повышения надежности в нашем случае может рассматриваться как задача повышения надежности одного из узлов – органа вторичной сепарации [2, 3, 4, 5].

Сепарирующие горки и их комбинации являются наиболее распространёнными среди устройств для вторичной сепарации. Сепарирующие горки предназначены для выделения из вороха корнеклубнеплодов растительных и почвенных примесей [6, 7, 8, 9, 10].

В настоящее время повышение уровня механизации уборки картофеля возможно только путем создания специализированных картофелеуборочных машин, которые будут приспособлены к конкретным условиям уборки и к зонам.

Известно, что качественные и количественные показатели работы современных картофелеуборочных машин не полной мере отвечают требованиям. Самой известной причиной является разница между возможным и фактическим использованием картофелеуборочных машин и несовершенство подкапывающих органов.

Анализ конструкций самоходных картофелеуборочных машин показал три основных направления в их компоновке: компоновка картофелеуборочного агрегата на самоходное шасси; компоновка агрегатов на тракторах; разработка самоходных картофелеуборочных комбайнов как самостоятельных специальных машин [8, 10].

Направления совершенствования машинной уборки картофеля заключается в качестве собираемого урожая с одновременным снижением затрат труда и энергии на единицу произведенной продукции. Также немаловажным фактором является выбор соответствующей данным почвенно -

климатическим условиям технологии возделывания картофеля с общим или специфическим набором машин.

На сегодняшнее время считается перспективным использование западноевропейских технологий. К ним относят [8, 10]:

1. Весенняя подготовка почвы: удаление камней и крупных комков в нарезанных бороздах или обработка почвы фрезерными машинами.
2. Обеспечение высокого качества семенного материала.
3. Формирование гребней оптимальных размеров фрезерными машинами за один проход.
4. Одно - двухкратная обработка посевов гербицидами.
5. Интегрированная система защиты растений от болезней и вредителей.
6. Создание благоприятных условий для высокопроизводительного использования картофелеуборочных машин [10].

Для решения проблемы механизированной уборки картофеля в стране необходимо учесть интересы всех производителей картофеля в стране, как это делается в западно-европейских странах, производящих широкую гамму картофелеуборочной техники. Поэтому наряду с совершенствованием серийных и созданием новых рабочих органов для картофелеуборочных комбайнов необходимо не забывать и о малогабаритных и энергосберегающих уборочных машин, которые способны работать в различных почвенно-климатических условиях страны и на разных по размерам плантациях картофеля.

В связи с этим создание, совершенствование и обоснование рабочих параметров подкапывающих органов, применяемых в картофелеуборочных комбайнах, и улучшение их энергетических характеристик является весьма актуальной народнохозяйственной задачей.

### ***Библиографический список***

1. Колошеин, Д.В. Методика расчета систем активной вентиляции на основе проведенного лабораторного эксперимента при высоте насыпи картофеля 6 метров [Электронный ресурс] / Д.В Колошеин, С.Н. Борычев, И.А. Успенский // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19246>
2. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Павлов В.А., Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Бышов Н.В., Паршков А.В., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 2454850, 2011.
3. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А. Патент № 2245011, 2003.
4. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 95960, 2010.
5. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины . РФ/ Рембалович Г.К., Волченков Д.А., Бышов Н.В., Паршков А.В., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 2464765, 2011.

6. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 95960, 2010.

7. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины. РФ/ Рязанов Н.А., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Юхин И.А., Кулик С.Н., Булатов Е.П. Патент № 2438289, 2009.

8. Бышов Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники/ Н.В.Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский -Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. -186 с.

9. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины. РФ/ Рязанов Н.А., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Юхин И.А., Кулик С.Н., Булатов Е.П. Патент № 2438289, 2009.

10. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов. РФ/ Безруков Д.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Пименов А.Б., Юхин И.А., Николотов И.Н. Патент № 96547 11.01.2010.

11. Лазуткина, Л.Н. Аппараты, сберегающие ресурсы [Текст] / Л.Н. Лазуткина, И.Ю. Богданчиков // Информационный бюллетень министерства сельского хозяйства Российской Федерации. – 2014. – №11. – С. 46-48.

**УДК 631.356**

*Дерр Е.С.,  
Крюнчакина А.Д.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **САМОХОДНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ**

Картофелеводство одна из крупнейших отраслей сельского хозяйства РФ [1]. В России в 2009 году картофель выращивали на площади 2,2 млн. га, валовый сбор составил 31,1 млн.т., средняя урожайность составила 14,1т/га [2].

В настоящее время известно два способа уборки картофеля: теребление ботвы с последующим подъемом картофельной грядки и подкапывание клубненосного пласта.

Анализ конструкции самоходных картофелеуборочных машин показал три основных направления в их компоновке [3]:

1. Разработка самоходных картофелеуборочных комбайнов как самостоятельных машин;
2. Компоновка картофелеуборочного агрегата на самоходное шасси;
3. Компоновка картофелеуборочного агрегата на самоходное шасси.

Примером компоновки картофелеуборочных агрегатов на самоходное шасси является двухрядный картофелеуборочный комбайн английской фирмы «Рут Харвестер ЛТД». У этой машины передние колеса ведущие, а задние

служат для управления. Привод передних колес осуществляется посредством гидравлики.

Английский комбайн «Стандарт» смонтирован на тракторе, с которого снята передняя ось с колесами. Крутящий момент от вала двигателя трактора передается только ходовой части, а для привода остальных узлов комбайн имеет автономный дизельный двигатель воздушного охлаждения.

У этой машины после сепарации [4, 5, 6, 7] на главном и каскадном элеваторах ворох поступает в вальцы для выделения мелкой фракции, а оставшаяся его часть подается на вращающийся переборочный стол с регулируемым наклоном, где вручную отбирают комки, после чего мелкие клубни смешиваются с крупными. Комья земли раздавливаются на поле. При использовании вращающегося стола габаритные размеры машины несколько меньше, чем при использовании переборочных транспортеров [8, 9].

Фирма «Инжиниринг» производила двухрядный самоходный картофелеуборочный комбайн с использованием силовых и ходовых агрегатов трактора. Это позволяло осуществлять уборку урожая без остановки. Регулирование глубины подкапывания осуществлялось с помощью пневматического колеса.

Фирма «Локвуд» выпускала двухрядный самоходный картофелеуборочный комбайн модели Р-660. Данная машина имела гидростатический привод ходовых колес, соединенный с трехскоростной коробкой передач. Комбайн оборудован независимым гидростатическим приводом всех транспортеров, усилителем руля. Сиденье комбайнера расположено впереди, что обеспечивает хороший обзор.

Фирма «Себеко» выпускала четырехрядный самоходный картофелеуборочный комбайн. У него все рабочие органы приводились в действие посредством гидростатики. Имея ширину захвата 3,1 м, при рабочей скорости 3,6 км/ч комбайн обеспечивал производительность до 1га/ч.

Фирма «Моро» специализировалась на производстве машин для уборки сахарной свеклы, также они освоили выпуск четырехрядных картофелеуборочных комбайнов-погрузчиков марки «Катри». Эта машина скашивала ботву, производила выкапывание одновременно четырех рядков картофеля, сепарировала почву и загружала картофель в рядом идущий транспорт.

В нашей стране разработан и внедрен в производство самоходный комбайн-погрузчик КСК-4-1. Наилучший результат от использования этой машины может быть получен при работе на полях с длиной гона более 500 метров и большегрузным транспортным прицепом.

### ***Библиографический список***

1. Борычев, С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и



комбайнов: дисс. докт. техн. наук. [Текст] / С.Н. Борычев - Рязань: РГСХА, 2008. - 29 с.

2. Колошеин, Д.В. Методика расчета систем активной вентиляции на основе проведенного лабораторного эксперимента при высоте насыпи картофеля 6 метров [Электронный ресурс] / Д.В Колошеин, С.Н. Борычев, И.А. Успенский // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19246>

3. Бышов Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский -Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. -186 с.

4. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 95960, 2010.

5. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины . РФ/ Рембалович Г.К., Волченков Д.А., Бышов Н.В., Паршков А.В., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 2464765, 2011.

6. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 95960, 2010.

7. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины. РФ/ Рязанов Н.А., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Юхин И.А., Кулик С.Н., Булатов Е.П. Патент № 2438289, 2009.

8. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Павлов В.А., Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Бышов Н.В., Паршков А.В., Успенский И.А., Борычев С.Н. Патент № 2454850, 2011.

9. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей. РФ/ Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А. Патент № 2245011, 2003.

10. Бойко, А.И. Результаты хозяйственных испытаний экспериментальной картофелеуборочной машины [текст] / А.И. Бойко, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович //Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2004. - №7. - С.35-36.

**УДК 537.67:551.1**

*Криволапов И.П., к.т.н.,*

*Щербаков С.Ю., к.т.н.,*

*Стукалова Е.В.*

*Петина И.И.*

*ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск-Наукоград, РФ.*

## **ФАКТОРЫ, ФОРМИРУЮЩИЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ**

С учетом анализа магнитного поля Земли проведено исследование его составляющих. Определено, что магнитное поле включает в себя совокупность различных полей, находящихся как внутри, как и вне Земли. Определен вклад

каждой составляющей в общий объем формируемого поля.

Магнитное поле Земли имеет важнейшее значение при проектировании и строительстве зданий как гражданского, так и специального назначения. Известно, что одним из ключевых параметров, характеризующих гипогеомагнитное поле [1] является коэффициент ослабления  $K_{осл}$ , представляющий собой отношение модуля вектора геомагнитного поля, измеренного в открытом пространстве ( $H_{внеш}$ ) к модулю вектора гипогеомагнитного поля, измеренного внутри экранированного объекта или на рабочем месте ( $H_{внутр}$ ) [1, 2]:

$$K_{осл} = \frac{H_{внеш}}{H_{внутр}} \leq 1,5 \quad (1)$$

В современном строительстве нередко используются материалы, особенно теплоизоляционные, которые обладают экранирующими свойствами (теплоизол, материалы с алюминиевой подложкой, в также материалы, имеющие металлизированную структуру и т.д.) Применение подобных материалов значительно увеличивает коэффициент ослабления, негативно влияет на работу организма человека и радиоэлектронных систем.

Для более полного представления о магнитном поле необходимо учитывать его неоднородность, которая обусловлена наличием постоянного и переменного полей.

Длительное изучение магнитного поля (МП) Земли позволило установить, что оно состоит из основной составляющей, формируемой постоянным МП, и нескольких небольших переменных составляющих, отличающихся амплитудами и частотами. В северном полушарии все магнитные силовые линии сходятся в точке, лежащей на  $70^{\circ}50'$  северной широты и  $96^{\circ}$  западной долготы. Эта точка называется южным магнитным полюсом Земли. В южном полушарии точка схождения силовых линий лежит на  $70^{\circ}10'$  южной широты и  $150^{\circ}45'$  восточной долготы и называется северным магнитным полюсом Земли. Магнитные полюсы Земли не совпадают с ее географическими полюсами. Магнитная ось Земли, т.е. прямая, проходящая через оба магнитных полюса Земли, не проходит через ее центр, именно эти составляющие магнитного поля Земли формируют так называемое геомагнитное поле (ГМП) [3].

Если рассматривать структуру или причины, лежащие в основе возникновения ГМП, то ГМП можно подразделить на поле однородного намагничивания, материковое поле, аномальное, внешнее и поле вариаций.

По классификации Б.М. Яновского, ГМП является суммой нескольких полей:

$$H_T = H_0 + H_m + H_e + H_a + \delta H \quad (1)$$

где  $H_0$ - поля, создаваемые однородной намагниченностью земного шара;  $H_m$ - поля, создаваемые неоднородностью глубоких слоев земного шара, материкового поля;  $H_a$ - поля, обусловленные различной намагниченностью верхних частей коры, аномального поля;  $H_e$ - поля, источник которого

находится вне Земли, внешнего поля;  $\delta H$ - поля вариаций, вызванные причинами, лежащими вне Земли.

Рассмотрим каждую составляющую отдельно.

Наибольший вклад в МП Земли вносят: поле основного диполя и мультипольные составляющие, источники которых расположены во внешнем ядре Земли.

Процессы, протекающие в ядре являются достаточно сложными и непостоянными, их можно рассматривать с позиции поля однородно намагниченного шара, которое эквивалентно полю помещенного в его центр «магнитного диполя» - двух равных по величине и противоположных по знаку очень близко расположенных магнитных полюсов, рис. 1.

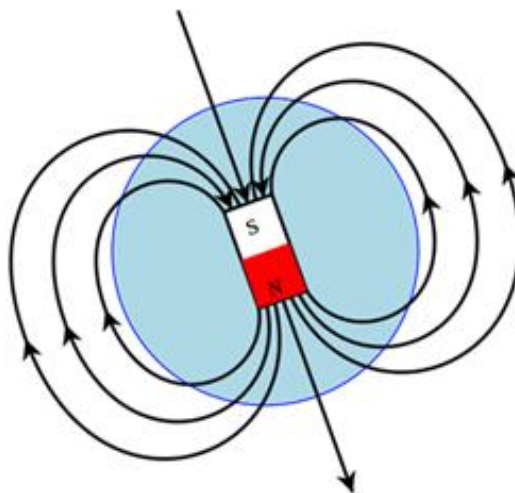


Рисунок 1 – Поле однородно намагниченного шара

Однако, подобное представление является не совсем точным, поскольку не отражает влияние источников магнитного поля, расположенного в различных слоях земной коры, причем расположенных неравномерно.

Так, недипольное материковое поле составляет до 30% дипольного поля и определяется по соответствующим магнитным картам мировых магнитных аномалий, рис. 2.

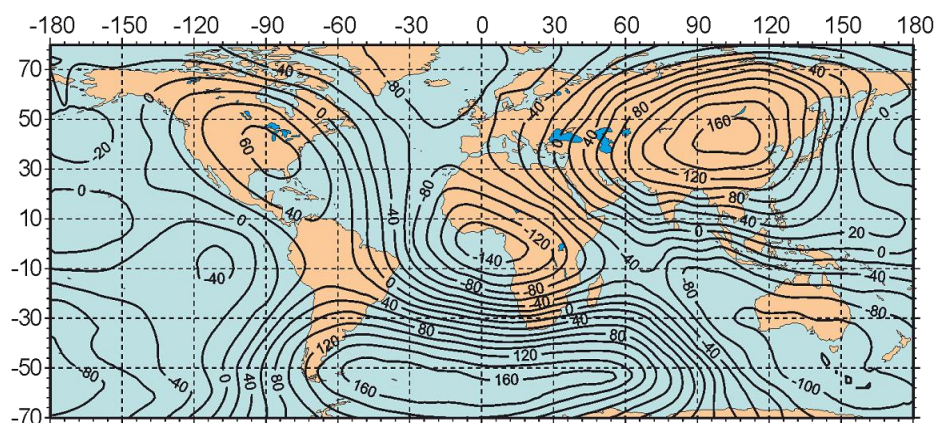


Рисунок 2 – Карта мировых магнитных аномалий (мкТл/год)

Поля, обусловленные различной намагниченностью верхних частей коры, аномального поля формируются неглубокими залежами железных руд, основными являются Курская, Сибирская, Бразильская, Канадская магнитные аномалии.

Внешнее воздействие включает в себя: постоянные и переменные составляющие. Первые обусловлены влиянием нормальных процессов, протекающих на солнце и в космическом пространстве, они составляют менее 1% от дипольного поля. Вторые возникают в процессе аномальной солнечной активности (магнитные бури, вспышки на солнце и т.д.), их значения сильно изменчивы и формируются в каждом случае с разным уровнем интенсивности.

Таким образом, с учетом выше изложенного можно сделать ряд выводов:

- магнитное поле Земли следует рассматривать с не только с теории постоянного магнита, но и учитывать внешнее воздействие и изменения, протекающие внутри структуры Земли;
- наиболее влияние оказывает магнитное поле, возникающее внутри планеты, за счет процессов, протекающих в ядре;
- правильная оценка магнитного поля Земли, определяет эффективность использования систем навигации, работу электронных систем поиска и радиоэлектронного позиционирования.

### ***Библиографический список***

1. Стукалова Е.В. Особенности измерения гипогеомагнитного поля на рабочих местах / Е.В. Стукалова, И.П. Криволапов // Актуальные проблемы молодежной науки: сб. науч. стат. / под ред. В.А. Солопова – Мичуринск, 2018. С.404-406
2. ГОСТ Р 51724-2001 Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам. М.: ФГУП «Стандартинформ» 2001-12 с.
3. Дьяченко И.А. Магнитные полюса Земли М.: Издательство Московского центра непрерывного математического образования. 2003. - 48с.
4. Полонский Н.Б. Конструирование электромагнитных экранов для РЭА.- М.: Сов. радио, 1979.- 216 с.
5. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности [Текст] / И.Ю. Богданчиков, А.Ю. Богданчикова // Материалы 68-й междунар. научн. практ. конф. «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» 26-27 апреля 2017 года: Сб. научн. тр. Часть 2. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – С. 38-42.
6. Богданчикова, А.Ю. Методика определения кривизны сельскохозяйственных полей [Текст] / А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков // Материалы 69-й научн. практ. конф. студентов и аспирантов: Сб. научн. тр. Часть 1. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2017. – С. 48-50

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРФА В СТРУКТУРЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА**

С учетом анализа физико-химических свойств торфа, определены его качественные характеристики и установлен тип торфа с целью его использования в качестве фильтрующего материала биологического фильтра.

Для очистки воздуха применяют различные методы: физические, химические и биологические. Среди физических методов распространены: абсорбция примесей на активированном угле и других поглотителях, абсорбция жидкостями. Наиболее распространенными химическими методами очистки воздуха являются: озонирование, прокаливание, каталитическое дожигание, хлорирование. Биологические методы очистки воздуха основаны на микробиологической активности ферментов и в настоящее время набирают все большую популярность [1, 2].

Биологический способ очистки воздуха имеет два существенных преимущества:

1. простоту конструкции;
2. низкую стоимость, что особенно важно для сельскохозяйственного производства.

Основная область применения устройств биологической фильтрации - это очистка воздуха от неприятного запаха. Микробиологический распад веществ, образующих неприятный запах, на углекислый газ и воду происходит при температуре окружающей среды, что значительно снижает энергозатраты., поэтому во многих областях промышленности биофильтрация становится неотъемлемой частью технического оснащения производства [1, 2].

Применять биофильтры можно во всех тех случаях, когда при эмиссии вредных веществ в воздухе выполняются следующие условия:

- а) удаляемые из отходящих газов вещества обладают способностью осаждаться на фильтрующем материале и биологически разлагаются;
- б) продукты разложения микроорганизмов не оказывают отрицательного воздействия на биологический процесс разложения, например, из-за сдвига значения рН [1, 4].

Для того чтобы гарантировать высокую микробную активность в фильтре, должны соблюдаться оптимальные условия для жизни микроорганизмов: уровень рН, влажность, температура и регулярное поступление питательного вещества. Практика показывает, что развивающиеся в биофильтрах микробные смешанные популяции очень выносливы, если

соблюдать вышеперечисленные условия [2, 4].

В настоящее время в качестве носителя для фильтрующего материала используют природные материалы:

- компост из отходов животноводства или мусора;
- торф;
- вереск, хворост или волокна кокосовой пальмы;
- бумажный гранулят.

Данные материалы содержат в своей структуре различные минеральные соли и компоненты, необходимые для развития микроорганизмов. В основном используется компост из отходов, торф, перегной и почва, а также инертные материалы.

Основными составляющими компоста являются:

- неорганический азот, входящий в органическую структуру компоста за счет скармливаемого корма, желудочного сока, зеленой ботвы растений и пищевых остатков;
- углерод, входящий в химическую структуру компоста в составе органических соединений подстилки, в первую очередь соломы, коры деревьев;
- вода, необходимая для развития биологической пленки.

В зависимости от вида используемого компостного фильтрующего материала существуют ограничения к очищаемым загрязнениям, которые могут им поглощаться. Обычно данным способом очищают газовые выбросы от фенольных соединений скотных дворов и свинарников, сероводорода, меркаптана, диметилсульфида и т.д. [1]

В качестве фильтрующего материала также используют торф, органическое вещество которого состоит из битумов, гуминовых веществ, углеводов, трудногидролизуемых веществ (или целлюлозы) и негидролизуемого остатка (лигнина).

Торф имеет сложный химический состав, который определяется условиями генезиса, химическим составом растений-торфообразователей и степенью разложения.

Элементный состав торфа: углерод 50...60%, водород 5...6,5%, кислород 30...40%, азот 1...3%, сера 0,1...1,5% на горючую массу. В компонентном составе органической массы содержание водорастворимых веществ 1...5%, битумов 2...10%, легкогидролизуемых соединений 20...40%, целлюлозы 4...10%, гуминовых кислот 15...50%, лигнина 5...20% [5-7].

В соответствии с составом исходного растительного материала, условиями его образования и физико-химическими свойствами торф относят к одному из 3 типов [7]:

1. верховому;
2. переходному;
3. низинному.

Торф верхового типа отлагается в условиях бедного минерального питания, весьма разнообразных по степени увлажнения. Разнообразие влажности отлагаемых торфов создает и значительные отклонения в степени

разложения торфа. Торф верхового типа характеризуются пониженной зольностью (2-4%) [5, 6].

Торф переходного типа отлагается в условиях несколько обедненного минерального питания, поэтому он характеризуется пониженной зольностью (4...6 %) и слабокислой реакцией. Видовой состав растительного волокна переходных торфов для групп и даже видов весьма постоянен и отличается для отдельных единиц только различным процентным соотношением основных торфообразователей [6, 7].

Торф низинного типа отлагается в условиях богатого минерального питания, в разнообразных условиях увлажнения. Большая амплитуда водно-минерального питания торфяных месторождений низинного типа дает большое разнообразие фитоценозов, а отсюда и разнообразие видов торфа используемых для фильтрации. Все они характеризуются повышенной зольностью (6...18%), нейтральной или щелочной реакцией среды и большим разнообразием других физико-химических свойств для отдельных групп и видов торфа.

Таблица 1 - Химический состав различных типов торфов, % [6, 7]

Типы торфов	Азот	Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Калий (K <sub>2</sub> O)	Известь (CaO)	Зольность
Верховые	0,2—1,6	0,06-0,12	0,1	до 0,5	до 5
Низинные	1,8-3,3	0,11-0,6	0,1—0,25	2,5—6 и более	8—15
Переходные	1,2—1,8	0,1	0,1	0,5 - 2,5	0,5 -0,8

Таблица 2 - Агрохимические характеристики различных типов торфа (по Пьявченко, Корниловой) [6]

Тип торфа	Содержание CaO+MgO, %	Степень насыщенности поглощенными основаниями, %	pH солевой
Верховой (олиготрофный)	<0,8	— <25	2,6—3,3
Верхово-перходный (олигомезотрофный)		26—35	3,2—3,5
Переходный (мезотрофный)	1—2	36—60	3,4—4,3
Переходно-низинный (мезоевтрофный)		61—70	4,2—4,6
Низинный (евтрофный)	>2	>70	>4,5

Важной характеристикой торфа, используемого в качестве фильтрующего материала, является показатель степени его разложения. Он изменяется в широком диапазоне – от 1..5% до 60...80%. С возрастанием степени разложения количество углеводов в торфе уменьшается, а гуминовых веществ увеличивается.

Степень разложения при определенном ботаническом составе оказывает большое влияние на влагоемкость торфа – по мере ее снижения влагоемкость возрастает. Со степенью разложения в той или иной мере связаны почти все другие свойства торфа, так поглощающая способность

низинного торфа по воде и аммиаку соответственно составляет 4,0-7,5 т/т и 8-18 г/кг, верхового торфа соответственно 9,0-18,0 и 15-30 г/кг [5, 7].

К важнейшей характеристике торфа, как к фильтрующему материалу, также относится элементный состав органического вещества торфа (углерод, кислород, водород, азот и сера). Этот показатель отражает характер изменения органической части торфа в процессе образования. При биохимическом разложении растений торфообразователей содержание углерода увеличивается в среднем от 50 до 64%, кислорода снижается с 50 до 27%, водорода несколько возрастает – от 5,7 до 6,2% [6].

Для развития микроорганизмов биопленки особое значение имеет содержание и формы азота в торфе и его доступные формы, таблица 3.

Таблица 3 – Формы азота в торфе различных типов, % от общего содержания (по данным «Геолторфразведки») [6]

Тип торфа	Легкоусвояемые формы азота					Белковый и гуминовый азот
	аммиачная	нитратная	амидная	аминная	итого	
Низинный	1,4	2,3	4,0	0,1	7,8	92,2
Переходный	4,5	1,6	1,7	0,3	8,1	91,9
Верховой	14,1	5,8	5,3	1,1	26,3	73,7

В различных видах торфа количество азота колеблется от 0,7 до 4,1% на органическое вещество. Наибольшее количество его содержится в низинном торфе, меньше – в верховом.

Важным свойством торфа является кислотность. Обычно торф имеет кислотную реакцию, что зависит от его химической природы – содержания органических кислот и присутствия подвижного алюминия. В низинном торфе эти кислоты в значительной степени нейтрализованы кальцием и другими катионами, поэтому он имеет более низкую кислотность, в верховом ввиду малого содержания кальция она наиболее высокая.

Значение pH торфов значительно зависит от состояния анализируемого образца и поэтому служит стабильным признаком типа торфа [6, 7]:

- для верхового pH (КС1) – 2,6-3,1
- переходного – 3,2-4,6
- низинного – 4,6-5,8.

Различные виды торфа обладают неодинаковыми водными свойствами – влагоемкостью и фильтрационной способностью.

Показатель влагоемкости торфа имеет важное значение при использовании торфа в качестве фильтрующего материала. Влагоемкость различных торфов зависит от ботанического состава, степени разложения, дисперсности органической части и других показателей и колеблется в широких пределах – 200-1200% абсолютной влажности. Торф верхового типа обладает более высокой влагоемкостью, чем переходный и особенно низинный. С увеличением степени разложения влагоемкость торфа уменьшается.



Фильтрационная способность торфа также колеблется в широких пределах – от 2-3 до 50-100 см/сут. С увеличением степени разложения и дисперсности торфа этот показатель снижается.

Для развития микроорганизмов биопленки необходимо наличие некоторых минеральных веществ: кальция, фосфора, калия и микроэлементов [4].

Содержание кальция в низинном торфе играет роль регулятора процесса распада, органического вещества в торфяном слое, нейтрализуя кислотность и интенсифицируя микробиологическую деятельность. С увеличением зольности низинного торфа содержание кальция, как правило, возрастает. Верховой торф содержит около 0,2-0,3% СаО.

Фосфор в торфе содержится в незначительном количестве – 0,01-0,3%. При этом на водорастворимую форму фосфора приходится около 1% от общего содержания; до 60% его входит в состав органических веществ. Остальное количество находится в малоподвижных минеральных (фосфаты алюминия, железа и кальция) и органоминеральных комплексных соединениях [5-7].

Калия в торфе находится еще меньше, чем фосфора. В высокозольных видах торфа обнаруживается некоторое количество калия в подвижной форме, в других случаях он малоподвижен. Взаимосвязи между содержанием калия и фосфора в торфе не обнаруживается.

Микроэлементы представлены алюминием, железом, серой, магнием. Железа в торфе содержится примерно столько же, сколько кальция. Количество его определяется больше типом торфа, чем видом. В верховом торфе железа содержится до 0,5%, переходном – до 1, низинном – до 3% на сухое вещество. При значительном количестве железа торф токсичен для микроорганизмов [6].

В торфе также обнаружены марганец, молибден, олово, цинк, никель, кобальт, медь, свинец, бор и др. Микроэлементы в основном аккумулируются гуминовой частью торфа. Наиболее богат микроэлементами низинный торф. В нем содержится 1,5-61 мг/кг меди, 2,5 - 42,1 цинка, 51-2100 марганца и 1-7 мг/кг бора.

Таким образом, с точки зрения возможности применения торфа как органического фильтрующего материала следует рассматривать торф низинного типа, имеющей в своей структуре широкий спектр различных минеральных компонентов так необходимых для развития и роста микробной популяции в биологической пленке.

#### ***Библиографический список***

1. Криволапов И.П. Методика и результаты оценки концентрации диоксида углерода при разложении соломоновозной смеси / А.О. Хромов, И.П. Криволапов, В.И. Горшенин, М.С. Колдин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2014, Ч.3. – С 55-58

2. Криволапов И.П. Перспективы применения систем биологической фильтрации воздуха при переработке отходов птицеводства / И.П. Криволапов,

М.С. Колдин, С.Ю. Щербаков // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : сборник науч. тр./под ред. Н.В. Бышова. – Вып. 12. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2016. с. 74-78

3. Криволапов И.П. Исследования эффективности очистки воздуха в животноводческих комплексах от аммиака и сероводорода / И.П. Криволапов, М.С. Колдин, С.Ю. Щербаков // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - Продукты здорового питания, №3 (11), 2016, Воронеж, с. 9-18

4. Криволапов И.П. Оценка гранулометрического, химического состава и рН фильтрующего материала для его использования в биологических фильтрах при переработке отходов АПК /С.Ю. Щербаков, К.А. Манаенков, М.С. Колдин // Теория и практика мировой науки : международный научно-практический журнал - Екатеринбург, ООО «Ира УТК», 2017, - с. 57-61

5. Качественная характеристика торфа и торфяных залежей. Русская торфяная земля. URL <http://ruspeatland.ds77.ru> (дата обращения: 22.02.2018)

6. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Тереньтьев А.А. Физика и химия торфа - М.: Недра, 1989. - 304 с.

7. Базин Е.Т., Копенкин В.Д., Косов В.И. Технический анализ торфа М.: Недра, 1992. - 431 с.

8. К вопросу об эффективном использовании соломы для сохранения почвенного плодородия [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : материалы науч.-практич. конф. 2012 г. – Рязань : РГАТУ, 2012. – С.59-63.

9. Изучение влагопоглощающих свойств соломы [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства : материалы Всероссийской науч.-прак. конф. молодых ученых. – Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2012. – С. 297-301.

10. Гаврикова, Е.И. Применение биофильтров для очистки воздуха на предприятиях агропромышленного комплекса [Текст] / Е.И. Гаврикова, К.С. Лактионов // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 9. – С. 43-45.

**УДК 338.2**

*Ваулина О.А., к.э.н.,  
Афонина Е.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

Статья посвящена вопросам организации управленческого учета на предприятии, в частности выделению центров ответственности на примере ООО «Орион».

Организация управленческого учета - внутреннее дело каждого

предприятия, так как государство законодательно не может обязать вести управленческий учет или предписать единые правила его ведения. Однако, определение управленческого учета как отдельного направления, имеющего теоретическую и практическую значимость, очень важно [1, с. 273].

Одно из направлений развития управленческого учета – учет по центрам ответственности, составление внутрифирменной отчетности.

Цель учета по центрам ответственности состоит в обобщении данных о затратах и результатах деятельности по каждому подразделению. Таким образом, центр ответственности – это часть организации, самостоятельный объект управления, выделяемый в учете для контроля за ее деятельностью.

Система учета по центрам ответственности может быть эффективным средством управления затратами и прибылью, если будут соблюдены следующие условия:

- 1) обоснованный выбор перечня центров ответственности;
- 2) сметы затрат по центрам должны быть хорошо обоснованы и стимулировать уменьшение затрат;
- 3) правильный выбор контролируемых расходов;
- 4) обоснованный выбор ответственных за расходы, доходы и прибыль;
- 5) обеспечение взаимосвязи отчетности центров ответственности различных уровней;
- 6) система учета по центрам ответственности должна функционировать параллельно с системой финансового учета [3, с. 275].

В данной статье остановимся на разработке рекомендаций по совершенствованию управленческого учета и отчетности по центрам ответственности в ООО «Орион».

Основным видом деятельности ООО «Орион» является растениеводство, дополнительными же являются овощеводство, животноводство, оптовая торговля зерном, семенами, кормами для сельскохозяйственных животных, фруктами, овощами, мясом и мясом птицы и молочными продуктами.

Суть рекомендаций заключается в разделении организации на центры ответственности, где во главе каждого центра будет стоять ответственное лицо, принимающее решения, а так же будет нести ответственность за процесс формирования этих показателей.

В качестве рекомендаций в ООО «Орион» предложим выделение следующих центров ответственности:

- центра затрат;
- центра дохода (центр продаж);
- центра прибыли.

Рассмотрим более подробно предложенные мероприятия, выберем более подходящие формы документации для контроля над деятельностью центров ответственности в ООО «Орион» на примере центра затрат.

По центрам затрат необходимо составить смету для каждого выделенного уровня. Смета для центра затрат представляет собой расчёт (план) предстоящих расходов для каждого уровня центра затрат. Определение центров затрат

начинают с низшего уровня управления затратами — отдельных исполнителей. После установления центров затрат первого уровня определяют центры затрат второго, третьего и последующих уровней. При этом центры затрат последующих уровней могут включать ответственность за затраты как данного уровня, так и за затраты центров предшествующих уровней [5, с. 76].

Для растениеводства было предложено следующее выделение уровней центров затрат:

1. первый уровень (группы):
  - зерновые;
  - зернобобовые;
2. второй уровень (цех растениеводства):
 

А для животноводства:

  1. первый уровень (фермы):
    - молочная;
    - мясо-молочная;
    - мясная;
  2. второй уровень (отделения):
    - скотоводство;
    - птицеводство;
  3. третий уровень (цех животноводства).

Составим сметы затрат для выделенных групп центра затрат для растениеводства на основании темпов развития ООО «Орион» за 2017 год.

Таблица 1– Затраты отрасли растениеводства за 2017 год в ООО «Орион»

№	Показатели	Сумма, тыс.руб. (за 2017 год)	Сумма, тыс.руб. (за месяц)
1	Оплата труда	4593	383
2	Отчисления на социальные нужды	1378	115
3	Семена и посадочный материал	7878	657
4	Затраты на удобрения	17242	1437
5	Затраты на нефтепродукты	15004	1250
6	Химические средства защиты растений	9029	752
7	Содержание основных средств	18318	1527
8	Итого	73442	6121

На основании уровня развития ООО «Орион» составим смету затрат позерновой и зернобобовой группам, представим в виде таблицы 2.

После выполнения работ по посеву, выращиванию и сбору сельскохозяйственных культур составляют отчет об исполнении сметы затрат различных уровней.

Таким образом, эффективное функционирование системы управленческого учета связано с учетом по центрам ответственности. Идея об учете по центрам ответственности возникла из необходимости улучшения внутрифирменного управления. Учет по центрам ответственности означает, что процедуры финансового контроля должны быть построены таким образом,

чтобы отражать структуру распределения ответственности между руководителями.

Таблица 2– Смета затрат по зерновой и зернобобовой группам за апрель 2018 года

№	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.		
		зерновые	зернобобовые	Итого
1	Оплата труда работников, занятых в посеве, выращивании и сборе зерновых культур (зернобобовых культур)	290	90	380
2	Отчисления на социальные нужды работников, занятых в посеве, выращивании и сборе зерновых культур (зернобобовых культур)	87	27	114
3	Затраты на семена и посадочный материал	450	150	600
4	Затраты на удобрения	970	380	1350
5	Затраты на средства защиты зерновых культур (зернобобовых)	540	190	730
6	Затраты на нефтепродукты	870	240	1110
7	Затраты на содержание основных средств, необходимых для посева, выращивания и сбора зерновых культур (зернобобовых культур)	930	470	1400
8	Итого затрат	4137	1547	5684

Также необходимо составить смету затрат по второму уровню – цеху растениеводства, рассмотрим эту форму отчетности в таблице 3.

Таблица 3– Смета затрат по цеху растениеводства за апрель 2018 года

№	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.
1	Содержание аппарата управления цеха растениеводства	52
2	Содержание прочего цехового персонала	43
3	Содержание текущего ремонта здания, сооружения, инвентаря	110
4	Прочие расходы цеха растениеводства	17
5	Расходы групп: -зерновых	4137
	-зернобобовых	1547
6	Итого затрат	5906

### ***Библиографический список***

1. Ваулина, О.А. Рекомендации по организации системы бюджетирования на предприятиях в современных условиях [Текст] / О.А. Ваулина, Т.А. Малышева // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. – ФГБОУ ВО РГАУ, 2016. – С. 271-274

2. Ваулина, О.А. Совершенствование специализации производства и

интеграционных связей в молочном подкомплексе АПК (на примере агропромышленных формирований Рязанской области) [Текст] / О.А. Ваулина // диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Балашиха, 2000

3. Бакулина, Г.Н. Система управленческого учета, подходы к ее созданию [Текст] / Г.Н. Бакулина // Сб.: Научное наследие профессора П.А. Костычева в теории и практике современной аграрной науки – 2005. – С. 273-276.

4. Конкина, В.С. Формирование информационных потоков для прогнозирования затрат на сельскохозяйственных предприятиях [Текст] / В.С. Конкина // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса, ФГБОУ РГАТУ имени П.А. Костычева – 2014. – С. 196-200

5. Конкина, В.С. Организация информационного обеспечения для эффективного управления затратами [Текст] / В.С. Конкина // Вестник РГАТУ – 2010. – № 2. – С. 75-77

6. Конкина, В.С. Особенности управления затратами в сельском хозяйстве [Текст] / В.С. Конкина // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 101-105

7. Текучев, В.В. Системный анализ эффективности производства предприятий АПК [Текст] / Текучев, В.В., Черкашина Л.В. // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА – Рязань, 2005. – С. 224-226

8. Текучев, В.В. Формирование внутренней управленческой отчетности для целей экономического анализа [Текст] / Текучев В.В., Черкашина Л.В. // Сб.: Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты. – Пермь, 2017. – С. 64-66

9. Лучкова, И.В. Проблемы современного регионального управления АПК Рязанской области [Текст] / И.В. Лучкова, Е.П. Поликарпова // Сб.: Тенденции развития современных информационных технологий, моделей экономических, правовых и управленческих систем VI Международная научно практическая конференция – 2011. – С. 151-153.

10. Экономическая эффективность энергосберегающего растениеводства [Текст] / И.Н. Шило, А.В. Кузьмицкий, А.В. Новиков, Т.А. Непарко // Сб.: Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК. Материалы Международной научно-технической конференции – Минск: БГАТУ, 2009. – С. 35-38

11. Техничко-экономические аспекты энергосберегающего растениеводства [Текст] / И.Н. Шило, А.В. Кузьмицкий, А.В. Новиков, Т.А. Непарко // Агропанорама. – Минск, 2010. – № 1. – С.35-40

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН**

Одним из перспективных направлений развития сельского хозяйства Российской Федерации является увеличение производства, повышение качества и уменьшение себестоимости возделывания картофеля. Уборка картофеля в настоящее время в основном механизирована. Основными средствами уборки являются картофелеуборочные комбайны.

Все картофелеуборочные машины подразделяют по следующим параметрам:

- по размеру обрабатываемого поля: комбайны для больших, больших и средних, средних и маленьких площадей;
- по емкости бункера: машины с двухтонным, трехтонным бункером;
- по конструкции: элеваторные и бункерные;
- по способу крепления: прицепные, полунавесные, навесные;
- по количеству одновременно обрабатываемых рядов: однорядные, двухрядные, четырехрядные комбайны;
- по способу подкопа почвы: комбайны центрального и бокового подкопа.

Стоит отметить, что при больших урожаях имеет место использования комбайнов элеваторного типа. В РФ наибольшее распространение получили DL-1500, GZ-1700 фирмы «Grimme», «Esprit» фирмы «AVR, Underhaug-2200 фирмы «Kverneland»».

Конструкцией картофелеуборочной машины были предусмотрены рабочие органы для выкапывания клубней картофеля, отделения их от почвы, удаления ботвы, растительных и других примесей, а так же устройство для выгрузки корнеклубнеплодов в рядом идущее транспортное средство.

Копатель погрузчик осуществляет непрерывную загрузку транспортного средства движущегося рядом с уборочным агрегатом без промежуточного накопления урожая на самом комбайне.

Явным преимуществом является понижение уровня повреждений продукции, что в свою очередь позволяет увеличить сроки хранения урожая, однако дает низкий уровень очистки конечного продукта из-за чего возникает необходимость в обязательной послеуборочной очистке, что повышает себестоимость конечного продукта. Кроме того сложность организации процесса взаимодействия комбайна с транспортным средством на практике зачастую приводит к простоям, что безусловно является значительным недостатком технологии.

Копатель–погрузчик «Kverneland» UN2212 имеет подкапывающая часть (катки, лемех и боковые отрезные диски), один или несколько сепарирующих элеваторов, один или несколько ботвоудалителей с ботвоподводящей гребенкой размещенной после основного и промежуточного элеваторов, отрывной валик, продольная горка который имеет в верхней части сбрасывающий щиток для предотвращения потерь клубней и выгрузной транспортер [1,3]. Для интенсификации процесса сепарации почвенных и растительных примесей оборудован – пассивными ворошителями, установленными над основным элеватором.

Копатель–погрузчик «Grimme» GZ-1700 DL аналогично с «Kverneland» UN2212 имеет классическую компоновку рабочих органов. Оригинальный «волновой» элеватор позволяет эффективно разрушать клубненосный пласт (разламывает на волновой поверхности).

Четкая технологическая дисциплина является отличительной особенностью работы копателей погрузчиков, кроме того следует отметить также применение средств автоматики в технологических процессах. Экономическая эффективность копателей-погрузчиков страдает из-за отсутствием специальных транспортных средств для перевозки картофеля, коротким периодом уборки, а также необходимостью дополнительной доработки картофеля до нужных кондиций.[5]

В настоящее время на смену копателям погрузчикам приходят картофелеуборочные машины, которые несмотря на большую стоимость и значительно более сложную конструкцию имеет ряд преимуществ.

Обеспечение высокой чистоты клубней при низких трудозатратах является одним из явных преимуществ картофелеуборочных машин перед копателями-погрузчиками. Данное преимущество достигается благодаря оборудованию комбайна бункером для временного хранения клубней и переборочным столом для ручной доочистки вороха от растительных и почвенных примесей, что позволяет вспомогательным рабочим следить за качественным выполнением технологического процесса, и делает комбайны более привлекательными для крупных хозяйств.

Не смотря на то, что количество выпускаемых комбайнов в настоящее время значительно уступает копателям- погрузчикам имеются тенденции изменения данной статистики.

Использование бункерных комбайнов является рациональным решением, если уборка проходит в сжатые сроки и необходимо обеспечить высокую производительность.

Классическая схема картофелеуборочного комбайна AVR 220 В включает в себя подкапывающую часть (катки, лемех и боковые вертикальные диски), два сепарирующих элеватора (основной и дополнительный), ботвоудалитель, продольная горка, транспортер для перемещения вороха на второй ярус, переборочный стол, бункер и выгрузной транспортер .

Благодаря модернизированной подкапывающей секции нового поколения, состоящей из пластиковых катков, больших подпружиненных



дисков и регулируемых лемехов, подкапывание клубней даже в самых сложных погодных условиях производится без потерь и повреждений в самые кратчайшие сроки.

Качественная очистка клубней достигается за счет большой сепарационной поверхности двух сепарирующих элеваторов, расположенных с малыми углами наклона и перепадами высот, а также благодаря наличию встряхивающей системы (на 1-м элеваторе) и мягкому резиновому покрытию. Для повышения долговечности привод транспортеров осуществляется звездочками с обрешиненной поверхностью зубьев большой ширины.

Пластиковые щитки которыми оснащен комбайн предотвращают контакт клубней с неподвижными частями рамы, что существенно снижает риск повреждения картофеля и вероятность заклинивания элеватора. Кроме того комбайн оборудован объемным бункером с подвижным обрешиненным дном который обеспечивает бесперебойную работу комбайна в автономном режиме без простоев в ожидании грузового транспорта.

Несмотря на огромное разнообразие современных картофелеуборочных машин стоит отметить что вариантов конструкций для выполнения основных технологических операций не так много, нередко приходится видеть ряд повторяющихся решений по компоновке рабочих органов и технологических схем, что не удивительно так как конструкции комбайнов в настоящее время образуются в результате сочетания в различных вариантах относительно небольшого количества подкапывающих, сепарирующих и вспомогательных органов.[4]

Исходя из этого актуальным является разработка новых и совершенствование существующих рабочих органов, а также разработка средств контроля и автоматизации технологического процесса.

Подъемно-поворотная схема встречается в машинах AVR Spirit; «Grimme»SE и других. Данная схема имеет ряд преимуществ, к примеру – наличие бокового подкопа позволяет лучше подкапывать клубеносный пласт, в том числе при повышенной влаге почвы. Но несмотря на преимущества, комбайны с подъемно- поворотной схемой агрегируются только с мощными тракторами- тяговый класс не ниже 2,0.

Семейство комбайнов Spirit оборудованы новой системой просеивающих, ботвоотводящих и подающих транспортеров с горизонтальным сортировочным столом, которая обеспечивает равномерный поток картофеля, высокое качество очистки и отделение земли и ботвы.

Несомненным плюсом работы данных комбайнов является возможность затаривания в контейнеры прямо из бункера. Влияние человеческого фактора на данных комбайнах значительно ниже из-за наличия автопилота, роторной гребенки отделения примесей и других усовершенствований.

Эргономический джойстик аналог узлов класса Spirit в совокупности с подкапывающей секцией 220BK Variant, позволили создать новый двухрядный бункерный комбайн AVR 220BK Variant.

Данный комбайн обеспечивает качественную очистку продукта, не требует предварительного удаления ботвы на столовых сортах картофеля. Стоит отметить возможность уборки других корнеплодов (свекла, лука).

Комбайн оборудован тремя широкими транспортерами, которые обладают малыми перепадами высот при большой площади сепарации, что благоприятно влияет на качество очистки, также этому способствует система встряхивателей и мягкого покрытия контактных поверхностей.

### ***Библиографический список***

1. Вейс, М.П. Повышение качества работы машин для уборки картофеля: Обзорная информация [Текст]/ М.П. Вейс, Г.Д. Петров. – М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1987. – 40 с.

2. Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом (по материалам международной выставки «Agritechnica 2003» г. Ганновер, Германия, 9-11 ноября). – М.: Росинформагротех, 2004.- 87с.

3. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины [Текст]/ Г.Д. Петров. - М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.

4. Кущев, И.Е. Разработка разветвляющейся технологии уборки картофеля с обоснованием параметров и режимов работы сепарирующих устройств. Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н. [Текст]/ И.Е. Кущев.– Рязань, 1999.- 36 с.

5. Картофелеуборочный комбайн Grimme DR 1500.[Электронный ресурс]// Завод сельскохозяйственных машин Grimme-Режим доступа: [www.grimme.com/de](http://www.grimme.com/de)

6. История развития техники для уборки картофеля [Текст] /С.Н. Борычев, И.Н. Кирюшин, И.А. Успенский, А.С. Колотов //Сельский механизатор. – 2013. – №5. - С. 4-5.

7. Бышов, Н.В., Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля [Текст] / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Рембалович Г.К. //Техника и оборудование для села. – 2013. – №8. – С. 22-24.

8. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства [Текст] /Н.В. Бышов, Н.Н. Колчин, И.А. Успенский, И.А. Юхин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012. – №4. – С. 84-87.

9. Бойко, А.И. Результаты хозяйственных испытаний экспериментальной картофелеуборочной машины [текст] / А.И. Бойко, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович //Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2004. - №7. - С.35-36.

10. Пигорев, И.Я. Технологические приемы возделывания картофеля [Текст] / И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина // Аграрная наука. – 2005. – № 8. – С. 19–23.

11. Костенко, М.Ю. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины [Текст] / М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

УДК 631.171; 631.173

*Рембалович Г. К., д.т.н.,  
Костенко М. Ю., д.т.н.,  
Старунский А. В.  
Исаев И. В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА-ДАТЧИКА**

Сельскохозяйственный транспорт – одна из важнейших отраслей хозяйства. Он гораздо превосходит остальные виды автотранспорта по гибкости и универсальности, качеству обслуживания. Это преимущество основано на условной легкости способа и доставки груза «от дверей до дверей» по каким угодно маршрутам, высокой скорости, хорошей проходимости, комфорте и надежности доставки, способности работать в различных географических и климатических условиях [3].

Главными задачами технической эксплуатации транспорта является обеспечение высокой технической готовности подвижного состава, своевременность выпуска автомобилей на линию и прием их, организация надлежащего хранения подвижного состава. Для выполнения поставленных задач необходимо шире применять диагностирование технического состояния, позволяющее получать не только информацию о неисправности механизмов и систем автомобиля, но и прогнозировать их работоспособность, оснащать производственные участки и посты технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) автомобилей современным оборудованием, обеспечивать требуемые безопасные и санитарно-гигиенические условия труда рабочих, совершенствовать технологию ТО и ТР [1].

Важнейшим агрегатом автомобиля является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). В процессе эксплуатации происходит износ деталей двигателя с выделением в масло механических примесей, которые частично задерживаются в масляном фильтре. Существует несколько способов контроля состояния масляного фильтра.

Способ контроля критической загрязненности масляного фильтра с основным фильтрующим элементом и фильтрующим элементом перепускного клапана включает установку фильтра на двигатель с последующей передачей информации при работающем двигателе о наличии давления в виде визуального сигнала, при критическом загрязнении масляного фильтра срабатывает звуковой и визуальный сигнал с последующим или одновременным переключением подачи масла в двигатель через аварийный

канал маслоснабжения. Недостатком данного устройства является невозможность проконтролировать текущее состояние загрязненности масляного фильтра для принятия решения об обслуживании двигателя [2,4].

Способ контроля при помощи центробежного масляного фильтра с катушкой индуктивности. Центробежный масляный фильтр содержит корпус, ось, на которой вращается ротор, сверху ротор закрыт колпаком, на оси под ротором неподвижно установлен тарельчатый держатель, на котором с нижней стороны жестко закреплена катушка индуктивности. Центробежный масляный фильтр обладает возможностью контролирования его работоспособности при работающем двигателе, достигаемого использованием катушки индуктивности, жестко закрепленной на неподвижном тарельчатом держателе, расположенном под ротором, и выступов ротора в качестве источника колебаний тока в обмотке катушки индуктивности. Такой контроль позволяет исключить неработоспособность центробежного масляного фильтра, образующуюся при пониженной частоте вращения ротора центробежного масляного фильтра, связанной с большими отложениями загрязнения в роторе, повышенным износом сопряжения «ось - остов ротора», тем самым предотвратить попадание загрязненного масла в систему смазки работающего двигателя, увеличить срок службы пар трения узлов двигателя, повысить межремонтную наработку двигателя. Недостатком данного центробежного масляного фильтра является низкая степень определения работоспособности фильтра [4].

Способ контроля при помощи центробежного масляного фильтра с емкостными датчиками. Может быть использован для очистки масла двигателей внутреннего сгорания. Результатом является повышение степени работоспособности фильтра, за счет определения предельного момента уровня загрязнений в роторе фильтра. Масляный центробежный фильтр, содержащий станину, внешний цилиндрический корпус, подшипники, полую ось, на которой вращается цилиндрический ротор, согласно полезной модели дополнительно установлены не менее четырех емкостных датчиков, которые установлены на стенках по высоте цилиндрического ротора, закреплены друг против друга минимум в двух местах, их выводы соединены через щеточные контакты полосы контакта с блоком питания, блоком регистрации и обработки сигналов и блоком вывода информации, причем при диэлектрической проницаемости менее 2,2 – фильтр работоспособен. Предлагаемый центробежный масляный фильтр позволяет повысить степень работоспособности фильтра на 25-30%, долговечность на 10% и оперативно сигнализировать о состоянии фильтра.

Способ контроля при помощи разницы давлений на входе и выходе масляного фильтра. Способ заключающийся в том, что датчиками давления производят постоянное измерение давления масла в двух точках, первое из давлений  $P_1$  измеряется на входе в масляный фильтр, второе давление  $P_2$  - на выходе из фильтра, данные измерений передаются на электронный блок, отличающийся тем, что производят серию не менее чем трех замеров давлений

масла на входе и выходе из фильтра на различных частотах вращения коленчатого вала двигателя [4].

Достоинством является простота реализации способа диагностирования за счет применения минимального количества датчиков. В тоже время требуется иметь зависимости минимального и максимально перепадов давления на фильтре во всем диапазоне рабочих частот вращения коленчатого вала двигателя и во всем диапазоне рабочих температур охлаждающей жидкости.

На основании анализа методов и средств диагностирования установлено, что одним из перспективных направлений является исследование и разработка встроенных (бортовых) средств диагностирования, направленных на оценку параметров технического состояния объекта в динамике. Это позволяет производить обслуживание с учетом технического состояния машины. Одним из встроенных средств технического диагностирования автомобиля является индикатор предельного состояния агрегатов автомобилей и автотракторной техники.

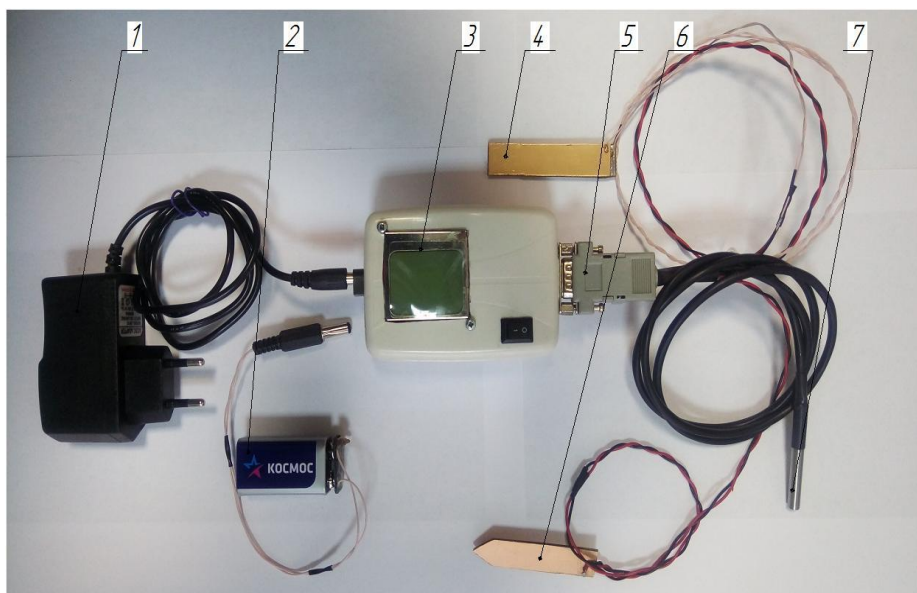
Масляный фильтр очищает масло от механических примесей и может наиболее точно контролировать состояние масла и наличие загрязнений и продуктов износа. Применение фильтра-датчика, позволит отслеживать состояние масла, фильтра, и двигателя в целом [5]. Сравнивая текущее значение показателя диэлектрической проницаемости с нормальным значением для чистого фильтрующего элемента можно определить:

- прогнозируемый остаточный ресурс фильтрующего элемента;
- необходимость проведения внеочередного технического обслуживания и корректировки сроков проведения очередного технического обслуживания;
- информирование водителя (или оператора) об оставшемся времени (пробеге) до наступления предельного состояния фильтрующего элемента;
- при резком изменении показателя диэлектрической проницаемости можно сделать вывод о наличии неисправности в агрегате.

Имея накопленные данные по состоянию фильтрующих элементов с предыдущих технических обслуживаний (с учетом наработки, и условий эксплуатации), можно спрогнозировать приблизительный остаточный ресурс агрегатов. Были проведены измерения емкостных параметров фильтров с различной степенью загрязнения, в результате которых мы получили отличающиеся показатели загрязненных фильтров по сравнению с чистым.

Нами было спроектировано и изготовлено устройство для исследования диэлектрической проницаемости и электропроводности масла, представленное на рисунке 1.

Для получения достоверных данных были проведены сравнительные испытания разработанного прибора с серийным портативным цифровым измерителем емкости МУ-6013А, которые показали высокую сходимость результатов. На основании проведенных исследований разработана установка для контроля состояния масляных фильтров.



1 – блок питания ; 2 – элемент питания для автономной работы; 3 – корпус; 4 – датчик диэлектрической проницаемости; 5 – адаптер; 6 – датчик электропроводности; 7 – датчик температуры

Рисунок 1 – Общий вид устройства для функционального диагностирования фильтрующих элементов.

Экономический эффект от внедрения перспективного способа составляет до 1200 руб. в расчете на каждое плановое техническое обслуживание. Это позволяет резко снижается вероятность внепланового капитального ремонта двигателей по причине износа пар трения, что может сэкономить владельцу до 45 000 рублей в расчете на 1 потенциальный отказ агрегата.

### ***Библиографический список***

1. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве / Акимов В.В., Фокин В.В., Безносок Р.В., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю., Старунский А.В. // Международный научный журнал. 2017. № 2. С. 129-130.
2. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов [и др.] // Международный научный журнал. 2017. № 2. С. 106–111.
3. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р. В. Безносок [и др.] // Международный научный журнал. 2017. № 2. С. 112–116.
4. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве / В. В. Акимов [и др.] // Международный научный журнал. 2017. № 2. С. 100–105.
5. Патент на изобретение № 2607852, кл. G01R 27/26, G01N 27/60, опубл. 20.01.2017, бюл. №2.

## **ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ КОМПАКТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ МОТОРНЫМ МЕТОДОМ**

Статья посвящается проблеме создания компактной моторной установки для определения октанового числа бензинового топлива.

На сегодняшний день в России и в мире широко используется бензиновая техника, что в свою очередь порождает проблему проверки качества топлива. Тысячи АЗС, как крупных компаний, так и мелких фирм продают около сорока миллионов тонн бензина в год по всей территории страны. В связи с этим возникает проблема проверки качества топлива в целом и определения его октанового числа в частности.

Октановое число - это показатель, характеризующий детонационную стойкость топлив для двигателей внутреннего сгорания. Число равно содержанию (в процентах по объёму) изооктана (триметилпентан) в его смеси с *n*-гептаном, при котором эта смесь эквивалентна по детонационной стойкости исследуемому топливу в стандартных условиях испытаний. Изооктан трудно окисляется даже при высоких степенях сжатия, и его детонационная стойкость условно принята за 100 единиц. Сгорание в двигателе *n*-гептана даже при невысоких степенях сжатия сопровождается детонацией, поэтому его детонационная стойкость принята за 0.

Существует множество методов определения октанового числа бензинового топлива, которые можно разделить на две группы: методы с применением моторных одноцилиндровых установок - исследовательский и моторный, и методы, определяющие октановое число по косвенным признакам.

Методы, определяющие октановое число по косвенным признакам широко используются на практике в силу своей относительной простоты, компактности оборудования, оперативности и малого времени проведения испытаний. Кафедра физики проводила научные изыскания в данной области, вследствие чего были разработаны и запатентованы оригинальные лабораторные установки, позволяющие определить октановое число бензина четырьмя методами.

1 Электромагнитный метод.

Теоретической основой предлагаемого способа определения октанового числа бензинов послужила известная взаимосвязь физических параметров веществ (в частности диэлектрической и магнитной проницаемости) с особенностями их структур и фаз. Таким образом, известно, что



диэлектрическая и магнитная проницаемости зависят от молекулярного строения вещества.

## 2 Высоковольтный метод.

Известно, что диэлектрическая проницаемость тесно связана с показателями проводимости и электрической прочности, т.е. прочности на пробой электрическим разрядом.

В данном случае было определена напряженность пробоя для различных бензинов, выявлена зависимость напряженности пробоя от октанового числа бензина, а также зависимость напряженности пробоя от температуры бензина.

## 3 Термодинамический метод, основанный на эффекте дросселирования пара.

Эффект дросселирования проявляется при взаимодействии потока реального газа или пара в канале с местным резким сужением проходного сечения. Резкое сужение канала называется местным сопротивлением, а в процессе дросселирования – дросселем. В результате дросселирования при адиабатном течении давление после дросселя становится меньше давления до него – происходит расширение без совершения технической (полезной) работы. При некоторых условиях в результате дросселирования снижается температура газа или пара.

## 4 Ультразвуковой метод.

В жидких средах скорость звука связана с видом межмолекулярных взаимодействий. Различные бензины имеют разный химический состав углеводородов (т.е. различаются на молекулярном уровне), то их можно идентифицировать по этому параметру.

Все эти, и ряд других методов, определяющих октановое число по косвенным признакам, имеют главный общий недостаток: они никак не связаны с явлением детонации напрямую, что в конечном итоге ведёт к большим погрешностям или даже ложным результатам при их использовании.

Исследовательский и моторный метод определения октанового числа бензина позволяют исключить ошибку при вычислении и дать точный результат, так как определяет непосредственно детонационную стойкость

Однако, оба этих метода имеют важный недостаток: они проводятся на моторных установках, таких как одноцилиндровые установки ИТ9-2М, ИТ9-6, УИТ- 65, УИТ-85 и УИТ-85М. Все вышеуказанные установки обладают большими габаритами, массой, ценой, они стационарны и не предназначены для перемещения в готовом к работе состоянии, весьма требовательны в эксплуатации, для работы с ними требуется персонал высокой квалификации. Для примера приведём технические характеристики установки УИТ-85М.

Установка УИТ-85М предназначена для определения октановых чисел бензинов и их компонентов по моторному и исследовательскому методам согласно ГОСТ 8226-82, ГОСТ 511-82, ГОСТ Р51105-97. Диапазон определения октановых чисел по обоим методам от 40 до 110. Для измерения интенсивности детонации при определении октановых чисел используется электронный детонатор с магнитострикционным датчиком и указателем детонации.

Двигатель: Одноцилиндровый, четырехтактный карбюраторный;  
Диаметр цилиндра, (мм): 85;  
Ход поршня, (мм): 115;  
Степень сжатия: от 4 до 10;  
Зажигание: Искровое;  
Смазка: Принудительная под давлением;  
Питание топливом: Карбюратора;  
Температура воздуха (исследовательский метод), °С  $52 \pm 0,5$   
Температура топливно-воздушной смеси (моторный метод), (°С):  $149 \pm 0,5$ ;  
Регулировка температуры воздуха, (°С):  $52 \pm 25$ ;  
Регулировка температуры смеси, (°С):  $149 \pm 25$ ;  
Проверка бензинов с низкой температурой кипения система СОТ-1;  
Влажность подаваемого воздуха: Система СОТ-1;  
Изменение степени сжатия: Мотор-редуктор;  
Габаритные размеры ДхШхВ, (мм): 1500х1700х1500;  
Масса установки, (кг): 1150;  
Требования к параметрам сети: напряжения сети переменного тока — 380v, частота сети переменного тока — 50 Гц;  
Гарантийный ресурс установки – 2000 моточасов;  
Цена 57000,00 рублей без НДС.

Наиболее логичным было бы появление более компактных и мобильных установок для определения детонационной стойкости бензина моторным методом. Однако, несмотря на актуальность проблемы и явную экономическую выгоду, этого до сих пор не произошло.

Исходя из этого персонал кафедры физики Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева поставил перед собой задачу провести исследования в области детонации для определения принципиальной возможности создания оригинальной модели установки для определения детонационной стойкости бензинового топлива, сочетающей в себе компактность простоту косвенных методов измерения октанового числа и непосредственное измерение детонационной стойкости бензинов.

Изученная научно техническая литература и проведённые на кафедре теоретические исследования позволяют нам предположить, что это связано с тем, что для возникновения явления детонации необходим некий минимальный объём, который является определяющим звеном данной проблемы.

Кратко рассмотрим явление детонации.

Детонация объясняется особенностями реакций сгорания и окисления углеводородов топлива. Во время всасывания и сжатия углеводороды топлива начинают вступать в реакцию окисления с кислородом воздуха, образуя перекиси. Перекиси распадаются с выделением свободных радикалов, которые реагируют с новыми молекулами углеводородов. Реакция приобретает цепной характер. После того как рабочая смесь воспламенится от искры, реакции окисления еще больше ускоряются, поскольку увеличивается температура и давление. В несгоревшей части смеси возрастает концентрация перекисей и

других активных частиц. Если достигается некоторая предельная концентрация этих частиц, то они реагируют со скоростью взрыва, несгоревшая часть топлива мгновенно самовоспламеняется и происходит детонационное сгорание.

Для возникновения детонации необходимы следующие условия: время, за которое произойдёт образование перекисей и их самовоспламенение; определённая скорость движения поршня; температура и концентрация воздуха в топливно-воздушной смеси.

Нами разработана гипотеза, согласно которой существует некий минимальный объём, необходимый для возникновения детонации и максимальный объём, при котором она возможна.

Проведённые нами на данный момент исследования показывают, что при условиях, схожих с условиями, возникающими при проведении испытания на установке УИТ-85 топлива моторным методом, детонация возникает при среднем минимальном расстоянии между молекулами топлива и кислорода равном приблизительно 1,87 нанометра.

Сейчас ведётся работа по определению существования минимального и/или максимального объёма, при котором возможно явление детонации.

Идея, предполагающая существование максимального объёма, при котором происходит детонация, заключается в следующем. В момент образования очага детонации начинает формироваться волна детонационного горения, которая движется с постоянной скоростью, получая энергию из химической реакции веществ, находящихся на границе соприкосновения детонационной волны и зоны уплотнения, находящейся перед ней. Для поддержания постоянной скорости детонационной волны необходимо постоянно питать её энергией, которой, по мере расширения детонационной волны, будет требоваться всё больше. Так как по мере разрастания детонационной волны и зоны уплотнения соотношение их объёмов будет стремиться к величине 1:1, мы предполагаем, что на определённом этапе образуется ситуация, при которой энергии, получаемой из химической реакции вещества из зоны уплотнения перестанет хватать для поддержания постоянной скорости детонационной волны, что приведёт к падению скорости её распространения и как следствие, прекращению детонационного горения и постепенному переходу его к нормальному горению.

Наша идея о существовании некоего минимального объёма, необходимого для возникновения детонации основана на следующем. При самовоспламенении горючей смеси, которое является условным началом процесса, ведущего к детонации, начинается формирование зоны горения. Далее не воспламенившаяся смесь горючего газа с воздухом сжимается непосредственно впереди зоны горения. Увеличение давления приводит к увеличению температуры, что в свою очередь увеличивает скорость реакции. Скорость фронта горения постоянно растёт, так как постоянно получает подпитку энергией химических реакций, происходящих на внешней границе зоны горения. Увеличение скорости реакции по мере продвижения фронта горения происходит до тех пор, пока не достигаются условия, известные под

названием фронта удара. Этот фронт удара или детонационная волна распространяется с высокой, но постоянной скоростью до тех пор, пока он поддерживается энергией, выделяющейся в результате химической реакции.

Мы считаем, что найдя ускорение, с которым движется внешняя граница фронта горения и рассчитав конечную скорость детонации, характерную для условий, характерных для топливно-воздушной смеси внутри цилиндра двигателя, мы найдём минимальное расстояние, которое должно располагаться между эпицентром детонации и стенкой цилиндра, чтобы детонационная волна успела сформироваться.

На данный момент теоретические расчёты поданному вопросу в общем и целом завершены. В дальнейшем кафедра физики планирует перейти к экспериментальному подтверждению полученных данных.

### ***Библиографический список***

1. Академик/ Словари и энциклопедии на Академике/Октановое число [текст]/ <https://dis.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/15178>
2. Диссертация Чуклов В. С./ «Оперативные методы определения октанового числа автомобильных бензинов»./ Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ./ Методы определения Физических параметров автомобильных бензинов [текст]. РГАТУ, 2011 г.
3. Справочник промышленного оборудования/ Одноцилиндровая универсальная установка УИТ-85М [текст]/ <http://www.8e.ru/print/10171.php>
4. АВТОПУЛЬСАР/ Что такое детонация двигателя? Причины возникновения детонации (ч. 1)[текст]/ <http://avtopulsar.ru/chto-takoe-detonaciya-dvigatelya-prichiny-vozniknoveniya-detonacii-ch-1/>
5. Корнюшин, В.М. Газ-топливо, ухудшающее экологию [Текст] / В.М. Корнюшин // Автомобильная промышленность. – 2007. – №9. – С. 11-12.
6. Королев, А.Е. Оценка качества обкатки двигателей [Текст] / А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – №2. – С. 56-60.

**УДК 629.113.004.53**

*Дорофеева К.А.  
Борычев С.Н., д.т.н.  
Кокорев Г.Д., д.т.н.  
Успенский И.А., д.т.н.  
Юхин И.А., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

Техническое диагностирование транспортного средства в настоящее время является составной частью технологического процесса технического обслуживания и ремонта автомобиля [15, 17, 18].

Для повышения сбережения ресурсов и энергозатрат при использовании техники, эффективности технического обслуживания и ремонта транспортного средства требуется индивидуальная информация о техническом состоянии автомобиля до и после его обслуживания или ремонта. При этом необходимо, чтобы получение указанной информации было доступным, не требовало бы разборки агрегатов и механизмов и больших затрат ресурсов. Средством получения данной информации является техническая диагностика автомобилей [1, 8, 9, 11, 13, 16].

В современных условиях увеличения значимости оперативного контроля экономичности и экологичности автомобилей актуальной становится проблема повышения эффективности системы ее технической эксплуатации с использованием теории создания объектов современной техники, моделирования систем, разработки программ технического обслуживания и ремонта во взаимосвязи со стратегией технического обслуживания и ремонта, создания современных технологий и высокотехнологичного оборудования для экспресс-контроля параметров работы автомобиля [2, 3, 4, 5, 6].

Техническое диагностирование – это такая отрасль практических и теоретических знаний, которая изучает основные признаки неисправности транспортного средства, определение его технического состояния, а так методы, способствующие их устранению. С помощью технического диагностирования автомобиля дается заключение о фактическом состоянии транспортного средства, т.е. ставится оценка о действующих неисправностях автомобиля и разрабатываются пути решения, которые направлены на устранения возникших проблем [1, 7, 8, 9, 10, 11].

Техническое состояние - это совокупность определенных свойств изменения происходящих в транспортном средстве, которые характеризуют текущие значение конструкционных параметр. Как правило, техническое состояние транспортного средства определяет степень повреждения элементов конструкции автомобиля в связи с изменениями процесса производства или непосредственно при эксплуатации [8, 9, 14].



Рисунок 1 – Процесс технического диагностирования автомобиля

Диагностированием транспортного средства называют работу направленную на проверку автомобиля, которая позволяет установить техническое состояние без фактического разбора деталей транспортного средства. Диагностика автомобиля является очень важным процессом, т.к. при её проведение выявляются такие методы как: скоростные и нагрузочные режимы; герметичность рабочих объектов; сколько тепла выделяется, при протекании процессов сгорания и сил трения; параметры колебательных процессов; оценка состояния агрегатов и узлов по физико-химическому составу, при отработавших эксплуатационных материалов; оценка зазоров, смещений, свободных ходов, т.е. геометрических параметров.

В настоящее время ведутся изучения и разработки новых методов для диагностирования транспортного средства в связи с усложняющимися конструкциями автомобиля, а так же изменению элементной базы микроэлектроники и микропроцессорной техники.

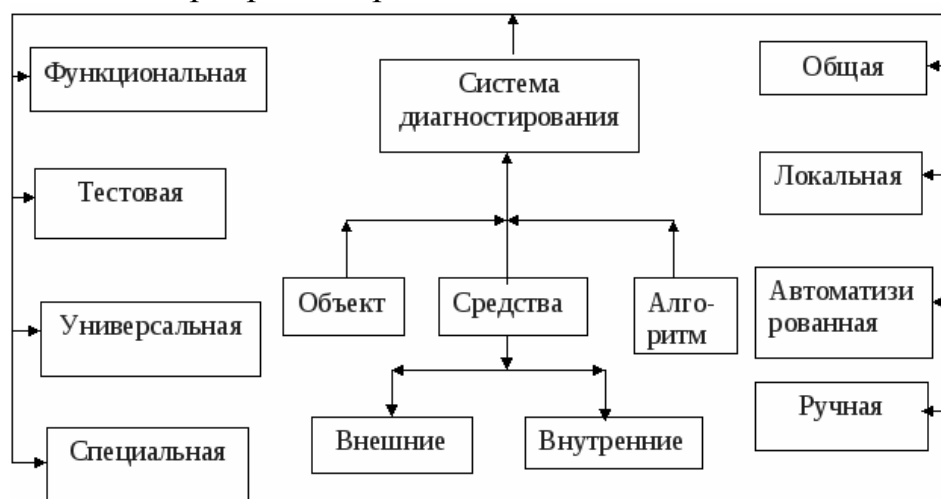


Рисунок 2 – Структура разновидностей систем диагностирования

Достоверность результатов определяется полнотой полученного технического состояния объекта диагностирования, которая зависит от параметров, положенных в основу метода испытаний. Полное описание состояния объекта диагностирования определяется совокупностью независимых между собой параметров, которые характеризуют отклонения структуры или функции этого механизма от структуры или функции его идеального прототипа.

В настоящее время принято выделять три основные группы методов, классифицированных по виду диагностических параметров [8].

Методы I группы базируются в основном на имитации скоростных и нагрузочных режимов работы транспортного средства. Они позволяют оценить основные эксплуатационные качества автомобиля:

- тормозные;
- мощностные;
- топливную экономичность;
- устойчивость и управляемость;

- надежность;
- удобство пользования.

Методы II группы базируются на объективной оценке геометрических параметров (зазор, люфт, свободный ход, смещение и т.д.).

Преимущества данной группы являются такие факторы как: точность определения диагноза, а так же простота средств измерения, но при этих преимуществах главным недостатком является большая трудоемкость и маленькая технологичность.

К III группе относятся методы, оценивающие параметры сопутствующих процессов.

К таким рабочим объемам можно отнести:

- камеру сгорания;
- герметичность которой зависит от состояния цилиндропоршневой группы и клапанов газораспределения;
- систему охлаждения;
- систему питания двигателя;
- шины;
- гидравлические и пневматические приборы и механизмы;



Рисунок 3 – показатели эксплуатационного качества машин

По интенсивности тепловыделения можно оценить работу трения сопряженных поверхностей деталей, качество процессов сгорания, однако такие методы пока не нашли широкого применения.

Виброакустические методы используются для измерения низко- и высокочастотных колебаний систем и элементов транспортных средств.

Одним из таких методов является диагностирование по периодически повторяющимся рабочим процессам или циклам. Суть данного метода заключается в следующем: рабочие процессы впуска, сжатия, сгорания и выпуска, изменение давления в топливных трубопроводах высокого давления, колебательные процессы в системе зажигания и другие часто повторяются.

Так как закономерности изменения параметров рабочих процессов во всех периодах идентичны, то для диагностирования достаточно изучить параметры одного цикла. Для этого с помощью специальных преобразователей параметры одного цикла задерживают, разворачивают во времени и выводят на регистрирующий или показывающий прибор.

Определенное место занимают методы, оценивающие по физико-химическому составу отработавших эксплуатационных материалов состояние узлов и агрегатов и отклонения от их нормального функционирования.

Диагностирование по составу масла производится путем анализа его проб, взятых из картера двигателя с целью определения количественного содержания продуктов износа деталей, а также наличия загрязнений и примесей. Концентрации железа, алюминия, кремния, хрома, меди, свинца, олова и других элементов в масле позволяют судить о скорости изнашивания деталей. По изменению концентрации железа в масле можно судить о скорости изнашивания гильзы цилиндров, шеек коленчатого вала, поршневых колец. По изменению концентрации алюминия судят о скорости изнашивания поршней и других деталей. Содержание почвенной пыли характеризует состояние воздушных фильтров и герметичность тракта подачи воздуха в цилиндр двигателя.

В настоящее время диагностирование является важным способом определения и предупреждения возникающих проблем в транспортном средстве не только при его эксплуатации, но и непосредственно при процессе производства автомобиля.

### *Библиографический список*

1. Бышов Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники / Н.В. Бышов, С.Н.Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. – 186 с.
2. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев// Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.
3. Кокорев Г.Д. Подход к формированию основ теории создания сложных технических систем на современном этапе /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 54–60.
4. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.
5. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.



6. Кокорев, Г.Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта[Текст]/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов//Вестник МГАУ. -2009 -№3. -С. 72-75.

7. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.

8. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования: монография. Бышов Н.В., Борячев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Жуков К.А., Гусаров С.Н.-Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013.-187 с.: ил., табл.-Библиогр.: с. 174-187 (161 назв.).-ISBN 978-5-98660-121-2. Шифр 13-4118

9. Кокорев, Г.Д. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники /Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский, Е. А. Карцев//Тракторы и сельхозмашины. -2010. -№12. -С. 32 -34.

10. Успенский И.А. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники /И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров//Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. Материалы XV Международной научно-практической конференции 20-22 ноября 2013 г., Владимир, под общ. ред. А.Г. Кириллова -Владимир: ВлГУ, 2013. -С. 110-114 (222 с.)

11. Кокорев Г. Д. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукцией: материалы междунар. науч.-практ. – Минск, 2013. – С. 197–200.

12. Кокорев Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Сборник статей II международной научно-производственной конференции «Перспективные направления развития автотранспортного комплекса», Пенза, 2009. -С. 135-138.

13. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки / Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., и др. - Заявл. 15.10.2010; опубл. 10.06.12 Бюл. №16.- бс.

14. Юхин, И.А. Надежность сельскохозяйственного транспорта при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных работ / Г.Д. Кокорев, С.Н. Кулик, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно-практической конференции. - Пенза : Изд-во ПГУАС, 2010. - С. 47-51

15. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №10(074). С. 596 – 606. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0428, IDA [article ID]: 0741110053. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>, 0,688 у.п.л.

16. Успенский, И.А. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники / И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. Материалы XV Международной научно-практической конференции 20-22 ноября 2013 г., Владимир, под общ. ред. А.Г. Кириллова - Владимир: ВлГУ, 2013. -С. 110-114 (222 с.).

17. Бышов, Н.В. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин. / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Кокорев Г.Д. и др. -Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. -102 с.

18. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 2060 – 2075. – IDA [article ID]: 1011407136. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>, 1 у.п.л.

19. Андреев, К.П. Применение дорожного энергопоглощающего ограждения для повышения безопасности движения [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. - 2018. - № 1. - С. 5-12.

**УДК 629.113.004.53**

*Савюк С.Д.  
Бышов Н.В., д.т.н.  
Кокорев Г.Д., д.т.н.  
Успенский И.А., д.т.н.  
Юхин И.А., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИМПУЛЬСНЫЙ ВПРЫСК. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Основная функция системы впрыска топлива – подать и отмерить правильное количество топлива в двигатель в пропорции к количеству воздуха для достижения оптимальной смеси. Любые проблемы с электрическими соединениями, измерением впускного потока или снабжением топливом приведут к падению мощности двигателя[1, 15, 16].

При проведении ТО и Р предлагается обосновать и выбрать стратегию ТО и Р, разработать программы ТО и Р, рассматривать техническую эксплуатацию как сложную техническую систему применяя к

ней весь арсенал методов исследования операций [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13].

Необходимо также определиться с периодичностью контроля технического состояния система впрыска топлива, предупреждая отказы и неисправности, прогнозировать остаточный ресурс, применять современные разработки в области технического диагностирования [10, 11, 14, 17].

Поиск неисправностей должен начинаться с простого осмотра электропроводки системы и целостности системы воздухозаборника. Надо начинать от простого к сложному. Вообще проблемы системы впрыска попадают в одну из четырех категорий: запуск из холодного состояния, работа холодного двигателя, работа разогретого двигателя и запуск из горячего состояния. Работа прогретого двигателя – основное состояние. Перед поиском неисправностей в любой другой категории надо убедиться, что система работает хорошо и должным образом отрегулирована для работы при прогревом двигателя. Чтобы упростить поиск неисправностей, особое внимание надо уделять датчикам и деталям, которые выполняют дозировку топлива для специфического состояния. Например, если двигатель не запускается из холодного состояния, наиболее вероятно повреждены детали, ответственные за обогащение запуска из холодного состояния, и их необходимо проверить в первую очередь.

Поиск неисправностей и обслуживание импульсных систем впрыска топлива приведем на примере системы впрыска топлива L-Jetronic.

*Потенциометр расходомера воздуха.* Отсоединив от расходомера трубопровод подвода воздуха, перемещают напорный диск потенциометра и измеряют сопротивление потенциометра, которое должно находиться в пределах 60-1000 Ом. Если результат измерения выходит за указанные пределы, расходомер воздуха заменяют. Датчик температуры воздуха на впуске. Датчик температуры встроен в расходомер воздуха. Для проверки исправности измеряют его сопротивление, которое зависит от температуры воздуха:  $-10^{\circ}\text{C}$  - в пределах 8- 10 кОм;  $+20^{\circ}\text{C}$  - 2-3 кОм;  $+80^{\circ}\text{C}$  - 0,30 - 0,37кОм.

*Пусковая форсунка.* Отсоединить колодку от пусковой форсунки, снимите пусковую форсунку, отвернув крепящие гайки. Подключите топливный насос к источнику питания. Проверить герметичность форсунки: при давлении топлива в системе  $3 \text{ кгс/см}^2$ . Из распылителя форсунки должно вытечь не более  $0,3 \text{ см}^3$  топлива за 1 мин. Закрепите пусковую форсунку над мензуркой и включите ее. Проверьте угол конуса распыления топлива и производительность форсунки, которые должны быть соответственно около  $80^{\circ}$  и  $93 \pm 11 \text{ см/мин}$  при давлении топлива в системе  $3,0 \text{ кгс/см}^2$  и  $85 \pm 10 \text{ см/мин}$  при давлении топлива  $2,5 \text{ кгс/см}^2$ . Сопротивление обмотки пусковой форсунки при  $20^{\circ}\text{C}$  — 3—5 Ом. Проверка рабочих форсунок. Отсоедините колодки от форсунок, включите зажигание, вольтметром проверьте напряжение на обоих контактах колодки. Электропроводка и электронный блок управления исправны, если вольтметр показывает одинаковое напряжение на всех

контактах. Проверку периодичности впрыска можно провести следующим образом. Снимите рабочие форсунки (провода, топливопроводы подсоединены). Заглушите топливопровод, идущий к пусковой форсунке. Отсоедините провод от распределителя зажигания. Включите стартер. Форсунки должны впрыскивать топливо через равные промежутки времени все одновременно. Проверку герметичности рабочих форсунок проводите так. Отсоедините распределительную магистраль (крепится двумя болтами) и приподнимите ее до выхода форсунок из гнезд во впускном коллекторе. Распределительная магистраль в сборе с форсунками и с регулятором давления топлива в системе закрепляется на капоте. Колодки подвода электропитания к форсункам при этом отсоединены. Напрямую, см. выше, включите топливный насос. При давлении топлива в системе  $2,5 \text{ кгс/см}^2$  из форсунок должно вытекать не более одной капли топлива в минуту.

Для проверки производительности рабочих форсунок поставить под форсунки мензурки и включить их напрямую. Проверьте угол конуса распыления и производительность форсунок, которые должны быть соответственно около  $30^\circ$  и  $176 \pm 5,3 \text{ см/мин}$  при давлении в системе  $2,5 \text{ кгс/см}^2$ . Все форсунки (пусковые и рабочие), как правило, неразборные и ремонту не подлежат. Регулировка холостого хода. Регулировка холостого хода осуществляется двумя винтами — количества 20 и качества 18 рабочей смеси. Регулировочным винтом количества смеси установите частоту вращения коленчатого вала двигателя в пределах  $900 \pm 50 \text{ об/мин}$  (при повороте винта по часовой стрелке частота вращения снижается). На холостом ходу содержание окиси углерода (СО) в отработавших газах при системе впрыска "L-Jetronic" должно быть  $0,5 \pm 0,2\%$  (при системах "KE-Jetronic" порядка  $0,1—1,1\%$ ). Если оно меньше, то это может быть вызвано следующими причинами:

- негерметичен впускной тракт двигателя (после измерителя расхода воздуха);
  - неисправен клапан дополнительной подачи воздуха;
  - неисправен регулятор давления топлива;
  - частичное засорение топливного фильтра;
  - несоответствие давления нагнетания насоса номинальному значению;
  - неисправен электронный блок управления;
  - нарушения в работе электронных устройств системы впрыска топлива. Причинами повышенного содержания СО могут быть:
    - двигатель не прогрет или длительно работал на холостом ходу (более 5 мин);
    - подсос воздуха через отверстие масломерного щупа;
    - повышенный уровень масла в картере;
    - повышенный прорыв отработавших газов в картер;
    - негерметичность впускных или выпускных клапанов;
    - неисправность измерителя расхода воздуха;
    - не выключение пусковой форсунки;

- нарушения в работе электронных устройств системы впрыска топлива;
- негерметичность рабочих форсунок. При регулировке холостого хода обычно используются тахометр и газоанализатор. На автомобилях с лямбда-зондированием отработавших газов с использованием датчиков концентрации кислорода содержание CO может проверяться при помощи прибора BOSCH5280.

Прибор подключается к колодке диагностики и имеет светодиод. Если светодиод мигает, то содержание CO нормально. Если светодиод горит постоянно, то содержание CO завышено, а если не загорается, то содержание CO низко.

Возможные неисправности системы впрыска "L-Jetronic" с указаниями, что именно необходимо проверить и при неисправности заменить даны в таблице 1.

Таблица 1 - Возможные неисправности системы впрыска "L-Jetronic"

Неисправность и ее признаки	Основная причина	Способы устранения
1	2	3
<b>1. Двигатель не запускается</b>		
1.1. Нарушение подачи бензина	а) отсутствие топлива в баке б) засорен фильтр в) не исправен редукционный клапан г) недостаточное давление топлива д) не работает ЭБН е) загрязнение форсунок ж) негерметичность впускного трубопровода з) неисправен ДПКВ и) неисправен регулятор добавочного воздуха	а) залить топливо в бак б) заменить фильтр в) заменить редукционный клапан г) проверить напряжение питания ЭБН д) проверить целостность предохранителя, исправность и надежность разъемов ЭБН, пускового реле и реле ЭБН. При включении должен быть слышен характерный звук в течение 2-3 с работы ЭБН. Проверить датчик и проводку е) очистить форсунки ж) определить место и устранить подсос воздуха з) проверить датчик ДПКВ и) проверить регулятор добавочного воздуха
1.2. Нарушение в системе зажигания	а) отсутствует контакт в электрической цепи катушек зажигания или блока управления б) неисправна катушка зажигания в) неисправна цепь ДТОЖ г) отсутствует или слабый сигнал от датчика частоты вращения КВ д) отсутствует искра на свечах или на центральном электроде е) недостаточная энергия искры ж) не исправные или загрязненные свечи з) отсутствие или несинхронность сигнала от датчика положения распредвала	а) проверить соединения и устранить неисправность разъемов. После каждой проверочной операции разъема выполнить пробный пуск двигателя б) заменить неисправную катушку зажигания в) проверить датчик и его проводку г) проверить наличие и параметры сигнала д) проверить наличие искры е) проверить величину энергии искры ж) проверить состояние свечей зажигания з) проверить наличие и синхронность сигнала

продолжение таблицы 1.

<b>2. Двигатель работает не устойчиво</b>		
	а) подсос воздуха через неплотности впускной системы, системы вентиляции картера и РХХ б) неисправности системы ХХ в) попадание воды в топливный бак д) неисправность в цепи ДТОЖ е) момент искрообразования хаотически изменяется	а) проверить соединения, устранить неплотности б) проверить работу клапана регулятора ХХ и работоспособность системы управления ХХ в) слить отстой из топливного бака д) проверить датчик и его цепь е) проверить стабильность работы механизма газораспределения и надежность его крепления
2.1. Перебои или отказ в работе одного из цилиндров	а) отсутствие контакта в разьеме форсунки или неисправность форсунки б) не работает свеча зажигания в) нагар на тепловом конусе свечи г) пробой наконечника свечи зажигания д) попадание масла в колодец свечи зажигания	а) проверить разъем на форсунке или заменить форсунку б) заменить свечу зажигания в) очистить нагар г) заменить наконечник свечи д) заменить уплотнитель крышки клапанов
2.2. Перебои или отказ в работе двух цилиндров	а) неисправна двухвыводная катушка зажигания	а) заменить катушку зажигания

Таким образом, своевременная и качественная диагностика позволит предотвратить серьезные отказы, минимизировать затраты на ремонт и поддерживать технику в готовности к использованию по назначению.

### ***Библиографический список***

1. Бышов, Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники / Н.В. Бышов, С.Н.Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. – 186 с.

2. Кокорев, Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев// Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.

3. Кокорев, Г.Д. Подход к формированию основ теории создания сложных технических систем на современном этапе /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 54–60.

4. Кокорев Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. (Статья)// Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. С. 60–70.

5. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники /Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.

6. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев// Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.

7. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 128–131.

8. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 133–136.

9. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Г.Д. Кокорев// Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2004. С. 136–139.

10. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №02(086). С. 585 – 596. – IDA [article ID]: 0861302041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf>

11. Кокорев, Г.Д. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники / Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский, Е. А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. -2010. -№12. -С. 32 -34.

12. Бышов, Н.В. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др.//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. -Краснодар: КубГАУ, 2012. -№07(081). С. 480 -490. -IDA [article ID]: 0811207036. -Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>

13. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутривозвратных перевозках / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)[Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 519 – 529. –IDA [article ID]: 0881304035. – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/35.pdf>

14. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования: монография. Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А.,

Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Жуков К.А., Гусаров С.Н.-Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013.-187 с.: ил., табл.-Библиогр.: с. 174-187 (161 назв.).-ISBN 978-5-98660-121-2. Шифр 13-4118

15. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)[Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 2062 – 2077.– IDA [article ID]: 1011407136. – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>

17. Бышов, Н.В. Основные требования к техническому уровню тракторов, транспортных средств и прицепов на долгосрочную перспективу / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И. А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Аникин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков / Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: доклады Международной научно-практической конференции 21 – 22 марта 2013г. – Минск : Изд-во БГАТУ, 2013. – С. 200-202.

17. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания: учебное пособие. / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Юхин И.А. Лунин Е.В., Голиков А.А., Безносок Р.В., Жуков К.А., Колупаев С.В., Ванцов В.И. - Рязань: Изд. РГАТУ, 2012. -162 с.

**УДК 62-233.3/9**

*Жбанов Н.С., аспирант  
Игумнов А.А., аспирант  
Мещеряков К.С. магистрант  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Для защиты элементов машин от воздействия перегрузок используются предохранительные муфты. В общем понимании муфты предназначены для соединения валов с расположенными на них деталями, передача вращающего момента без изменения его модуля и направления является основной задачей данных устройств.

Значение вращающего момента, является основной паспортной характеристикой муфты. Стоит отметить, что данными функциями муфты не ограничиваются они так же могут: предохранять механизм от перегрузок, разъединять или соединять валы во время работы компенсировать несоосность валов, и др.



По принципу действия муфты могут принято классифицировать на: механические, гидравлические, электрические и др. По характеру соединения валов муфты подразделяют на неуправляемые (постоянные), управляемые и самоуправляемые. К самоуправляемым относят: предохранительные, обгонные, центробежные.

Для плавного пуска приводов грузоподъемных машин конвейеров используют пусковые (центробежные) муфты. Они позволяют электродвигателю легко разогнаться и по достижении им определенной скорости начать плавный разгон рабочего органа. Одновременно пусковым муфтам свойственны и предохранительные функции.

Передачи вращающего момента только в одном направлении характерна обгонным муфтам (муфты свободного хода). Достоинством этих муфт является бесшумность, компактность, кроме того они способны работать при высокой частоте вращения.

В настоящее время повсеместное распространение получили колодочные и дисковые центробежные фрикционные муфты. Центробежные муфты устанавливают на вал электродвигателя. При наличии ременной передачи от электродвигателя к рабочему органу наружную ведомую часть муфты конструируют в виде шкива.

Предохранительные муфты срабатывают при возрастании крутящего момента выше допустимого значения разъединяют валы. Главной задачей предохранительных устройств является ограничение наибольшего допускаемого крутящего момента.

Срабатывание предохранительных муфт может определяться: разрушением определенных деталей (срезные штифты, шпонки); силами упругости пружин (шариковые, роликовые, кулачковые); силами трения (фрикционные). Требования, предъявляемые к предохранительным муфтам:

-способность автоматически восстанавливать свою работоспособность после срабатывания.

-точность срабатывания, характеризуемая способностью разъединять кинематическую цепь всегда при одном и том заданном крутящем моменте;

-возможность регулирования величины предельного крутящего момента;

Для муфты с разрушающимися элементами характерна работа на срез, выполняются они в форме цилиндрических штифтов или призматических шпонок и применяются в машинах с редкими случайными перегрузками. Простота конструкций является отличительной чертой данного типа муфт, но имеют ряд недостатков.

Невысокая точность срабатывания является одним из наиважнейших недостатков муфт с разрушающимися элементами, что нередко приводит к поломкам и уменьшению производительности.

Постепенное снижение прочности предохранительного элемента так же не благотворно сказывается на работе картофелеуборочного комбайна (данная тенденция обусловлена накоплением усталостных повреждений), а после срабатывания муфты предохранительный элемент подлежит замене, что

приводит к дополнительным расходам. Кроме того стоит отметить, что при наличии одного предохранительного элемента возникает дополнительная нагрузка на валы и опоры.

Пружинно кулачковые муфты данного типа сконструированы по одному принципу - их кулачки замыкаются с помощью пружин поставленных с предварительным натяжением. Данная конструкция обеспечивает достаточно высокую точность и надежность и применяются при небольших скоростях незначительных крутящих моментах и маховых массах соединяемых частей муфты.

Прошелкивание при возникновении перегрузок является основным принципом работы пружинно – кулачковых муфт. Прошелкивание сигнализирует о перегрузках, но связано со значительным изнашиванием кулачков. Сцепление автоматически восстанавливается после прекращения действия перегрузок и поворота полумуфт на целое число угловых шагов кулачков. На высоких скоростях муфты не применимы в связи с возникновением значительных перегрузок во время работы.

При снабжении подвижной полумуфты защелкивающимся механизмом, муфта получает возможность работы в условиях перегрузок, однако в этом случаи муфта должна быть отнесена к числу предохранительных муфт с ручным восстановлением сцепления.

Муфта состоит из двух полумуфт, имеющие торцовые кулачки, пружины сжатия стакана, упорного подшипника и винта, все это монтируется на одном валу.

На одной полумуфте устанавливается зубчатое колесо на шпонке, с валом же оно соединяется через торцовые кулачки, вторую полумуфту и шлицы. Вторая полумуфта имеет возможность свободного перемещения вдоль вала, кроме того не исключена возможность поджатия к первой полумуфте пружиной с силой, регулируемой винтом.

Рабочие поверхности кулачков должны обладать достаточной твердостью, износостойкостью и способностью сопротивляться ударным нагрузкам. Кулачки изготавливают из стали 20Х или 40Х с последующей цементацией и закалкой. Число кулачков рекомендуется делать нечетным, это позволяет упростить процесс изготовления и повысить точность. Прочность и долговечность кулачков по контактным напряжениям и изгибу являются главными критериями работоспособности кулачковых муфт.

Пружинно - шариковые муфты являются разновидностью пружинно-кулачковых муфт. Большая точность срабатывания характерна в начальный период эксплуатации, это обусловлено тем, что в их конструкции трение скольжения на кулачках частично заменено трением качения на шариках, следствием чего служит значительное уменьшение износа. Благодаря простоте в изготовлении и еще некоторым преимуществам в технологическом отношении муфты получили широкое применение

Однако износ каналов в местах соприкосновения их с шариками и невысокая точность срабатывания из-за постепенного снижения прочности

предохранительного штифта вследствие накопления усталостных повреждений оставляет возможность применения данных муфт лишь в легких приводах. Процесс выключения шариков муфт протекает различно в зависимости от вида сопряжений.

При нагрузках ударного типа и при частых кратковременных перегрузках применяются фрикционные муфты. Усилие пружины фрикционных предохранительных муфт определяется по максимальному моменту передаваемому муфтой. Точность срабатывания муфт в значительной мере зависит от стабилизации коэффициента трения.

Муфты предохранительные фрикционные при срабатывании поглощают энергию, преобразуя ее в тепловую. При срабатывании они продолжают передавать момент, но обычно меньший: коэффициент трения скольжения для большинства материалов меньше коэффициента трения покоя.

В конструкции муфт со стопорами крутящий момент передается силами, возникающими на рабочих поверхностях призм и рычажков. Призмы имеют скошенные грани, которые воздействуют на рычажки со стремлением сбросить головку рычажка с призмы. Рычажок удерживается на призме благодаря пружинному стопору.

Таким образом, муфта сработает, когда сила сталкивающая рычажок с призмы, будет достаточной для того чтобы преодолев силу сопротивления стопора вытолкнуть его стаканчики из конических гнезд. После устранения причин перегрузок стопоры вновь вводятся вручную в гнезда через окно в муфте.

### ***Библиографический список***

1. Леденева, Н.Ф. Механика. Детали Машин: учеб. пособие [Текст]/ Н.Ф. Леденева. - Ульяновск: УВАУ ГА.2005.-128с.
2. Поляков, В.С. Муфты. Конструкции и расчет. Изд.4, переработ. и доп. [Текст]/ В.С. Поляков, И.Д. Барабаш. – Л.: Машиностроение, 1973.- 336с.
3. Справочник машиностроителя. Предохранители от перегрузки[Текст]/. – М.: Машгиз, 1955.- 851с.
4. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2010. – №1. – С. 39-42.
5. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства [Текст] /Н.В. Бышов, Н.Н. Колчин, И.А. Успенский, И.А. Юхин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012. – №4. – С. 84 -87.

*Рязанцев А.И., д.т.н., профессор,*

*Антипов А.О., к.т.н.,*

*Ахтямов А.А.*

*Государственное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области «Государственный социально-гуманитарный  
университет» г. Коломна, РФ.*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛИВА УЧАСТКОВ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ МАШИНОЙ «ФРЕГАТ».**

Орошение – подвод воды на поля, испытывающие недостаток влаги. В России, где 80% площадей находятся в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения, экономике агропромышленного комплекса невозможно придать необходимую для нормальной работы стабильность без дождевальной техники.

Значительная часть пахотных земель России располагается на полях со сложным рельефом с коэффициентом уклона поверхности  $i > 0,5$ . Традиционные способы орошения не могут быть применены, так как большая часть осадков стекает по склону, приводя к эрозии почв. Это сводит на нет эффективность орошения.

Для орошения участков со сложным рельефом применяют уклонные модификации дождевальных машин и установок, работающих от закрытых водозаборов.

Наиболее востребованной дождевальной машиной для указанных условий является дождевальная машина (ДМ) «Фрегат» с гидроприводом.

Машина «Фрегат» обеспечивает высокую степень равномерности распределения дождя, что достигается применением особой конструкции дождевальных аппаратов, их настройкой и поливом в движении по кругу, а также в модификации с насадками-распылителями, обеспечивающими мелкодисперсность и равномерность полива. Возможность эксплуатации на сложном рельефе делают данную ДМ самой распространенной в странах СНГ.

Она предназначена для полива различных сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные с клиренсом до 2,2 м, а также многолетних пастбищ.

Существующая технология полива машиной предусматривает равномерное распределение слоя искусственного дождя по всему орошаемому сектору. Однако, это оказывает пагубное влияние при дождевании на сложном рельефе, так как на участках склона с более высокой предполивной влажностью происходит обильное увлажнение почвы и проявление ирригационной эрозии, когда на участках с более низкой предполивной влажностью происходит недостаточное увлажнение.

Предлагаемая технология полива на склоновых землях включает корректировку поливной нормы в процессе перемещения машины по уклону

таким образом, чтобы варьирование слоя дождя выравнивало влажность почвы по склону.

Основой для определения элементов предлагаемой технологии полива являются данные, отражающие изменчивость предполивной влажности почвы по склону. По этим данным орошаемый участок условно делится на зоны с относительно одинаковой предполивной влажностью почвы.

Важной частью предложенной технологии дождевания склоновых земель машиной «Фрегат» является подготовка участка к поливу.

Разбивка орошаемого участка на зоны производится с помощью теодолита. По краям орошаемого круга размещают постоянные вехи высотой 0,8...1,5 м.

Для полива на склоне широкозахватную дождевальную машину размещают поперек склона, затем по мере передвижения ее по склону через каждую заданную часть орошаемого круга с относительно одинаковой предполивной влажностью осуществляют корректировку поливной нормы в соответствии с графиком варьирования предполивной влажности. Посредством корректировки поливной нормы в процессе передвижения машины по склону обеспечивается подача меньшего слоя осадков на участки, имеющие высокую предполивную влажность, и увеличение слоя осадков на участках с низкой предполивной влажностью.

Такая технология позволяет не только снизить опасность проявления ирригационной эрозии почв, но и сэкономить значительное количество поливной воды, а также оптимизировать использование почвенной влаги.

Среднюю скорость движения тележек поддерживает система автоматического регулирования скорости движения. Для предотвращения самопроизвольного движения тележки вперед во время работы на склонах существует механический тормоз. При большом прогибе водопроводящего трубопровода срабатывает система механической защиты.

Общим задатчиком скорости является скорость последней тележки, на которой располагается кран-задатчик скорости. Для изменения скорости ДМ необходимо вручную переключать кран-задатчик на заданную величину, что является недостатком, так как необходимо постоянное нахождение рабочего для переключения скорости движения.

Для автоматического управления скорости ДМ «Фрегат» известно решение с использованием испаромера ГГИ-3000. Система состоит из шкафа управления, датчиков контроля положения машины и контроля давления в гидрозщите, испарителя ГГИ-3000, снабженного электронным уровнемером и приемным устройством специальной конструкции.

В автоматическом режиме при снижении уровня воды в испаромере ниже заданного, однозначно взаимосвязанного с влагозапасом воды в почве, электронным уровнемером вырабатывается сигнал на включение машины.

Машина начинает двигаться и поливать. При отходе машины от исходного положения срабатывает датчик контроля ее положения. Он блокирует показания испаромера, держит задвижку открытой до тех пор, пока

машина, вращаясь и поливая, не достигнет вновь исходного положения. При подходе машины к исходному положению снимается блокировка и анализируется уровень воды в испаромере.

Существенный недостаток системы – невозможность дискретного изменения скорости движения машины и, следовательно, величины слоя осадков по секторам орошаемого поля.

В Саратовском госагроуниверситете имени Н.И. Вавилова была сделана попытка создания устройства автоматического регулирования скорости движения машины «Фрегат» посредством установки на последнюю тележку, вместо крана-задатчика скорости движения, регулирующего клапана, управляемого по импульсным трубкам от кулачкового механизма на неподвижной опоре машины.

Указанное техническое решение по автоматическому регулированию скорости движения машины «Фрегат» сложно по конструкции и ненадежно в работе.

Исходя из отмеченного, нами поставлена цель исследования, которая состоит в повышении эффективности технологии процесса полива ДМ «Фрегат» на сложном рельефе посредством разработки простого и надежного по конструкции технического решения по регулированию скорости движения в указанных условиях.

Задачи исследования:

1. Усовершенствовать технологии полива ДМКД «Фрегат» на сложном рельефе.
2. Разработать конструктивно-компоновочную схему устройства для управления скоростью движения ДМКД «Фрегат».
3. Провести оптимизацию параметров устройства для автоматизированного изменения скорости движения ДМКД «Фрегат» в условиях сложного рельефа.
4. Выявить экономическую эффективность предложенного устройства для автоматизированного изменения скорости ДМ «Фрегат».

#### ***Библиографический список***

1. Гаврилица А.О., Пеньков М.С., Мангул И.Д., Рязанцев А.И. Рекомендации по обоснованию рациональной технологии полива склоновых земель машиной «Фрегат». – Кишинев, Картя Молдовеняскэ, - 1990 – 34 с.
2. Слюсаренко В.В., Марьин М.П. Обеспечение равномерного полива дождевальной машиной «Фрегат» реверсивного передвижения – Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова – 2011 - №1 – с. 51-53.
3. Богданчикова, А.Ю. Методика определения кривизны сельскохозяйственных полей [Текст] / А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков // Материалы 69-й научн. практ. конф. студентов и аспирантов: Сб. научн. тр. Часть 1. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2017. – С. 48-50.
4. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной

местности [Текст] / И.Ю. Богданчиков, А.Ю. Богданчикова // Материалы 68-й междунар. научн. практ. конф. «Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» 26-27 апреля 2017 года: Сб. научн. тр. Часть 2. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – С. 38-42.

5. Гулевский, В.А. Современные направления совершенствования конструкций дождевальных машин кругового действия [Текст] / В. А. Гулевский, А.В. Чернышов // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2017. – С. 226-229.

6. Захарова, О.А. Гидрогеологические условия агроландшафта осушенных торфяников [Текст] / О.А. Захарова, К.Н. Евсенкин // Сб. : Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ: Материалы международной научно-практической конференции, 2018. - С. 321-325.

**УДК 618.15-009.7**

*Шейкина Д.А.  
Полункин А.А., к.т.н., доцент  
Академия ФСИИ России, г. Рязань, РФ.*

## **ВИДЫ ПОТЕРЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ЕЕ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ В СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ УЧРЕЖДЕНИЙ УИС**

Естественная убыль – это уменьшение массы продуктов при их транспортировании, хранении и реализации за счет естественных причин. Основными причинами уменьшения массы продуктов являются усушка (испарение влаги и летучих веществ), распыл или раструска (при перевозке и хранении сыпучих продуктов), утечка и розлив (при розливе и транспортировании жидких продуктов, размораживании твердых продуктов), раскрошка (образование мелких частей при рубке и резке продуктов, особенно мороженых). В биологических объектах (зерне, плодах, овощах, грибах, скоте и птице) основной причиной потери массы является расходование питательных веществ на дыхание. В плодах, овощах и грибах наряду с дыханием происходит испарение влаги. Величина убыли их массы зависит от качественного состояния продукта, наличия механических повреждений, вида упаковки, температуры и способа хранения.

К естественной убыли не относят потери, возникающие при неправильном транспортировании и хранении продуктов, повреждении тары, а также нормируемые отходы, образующиеся при подготовке к реализации товаров, отходы плодоовощной продукции.

С учетом перечисленных факторов разработаны и утверждены нормы естественной убыли. Они являются предельными и применяются в случаях

недостачи, выявленной при инвентаризации продуктов на складе. Естественную убыль списывают по фактическим размерам, но не свыше установленных норм.

Нормы естественной убыли разрабатываются статистическими методами на основе специально поставленных опытов и утверждаются соответствующими ведомствами. Нормы убыли не реже одного раза в пять лет пересматриваются с учетом внедрения прогрессивных способов хранения и транспортирования, новых видов тары. Нормы установлены дифференцированно в зависимости от вида товара, места его хранения, способа упаковки, зоны (I - увлажненная, II - сухая), времени года (холодный или теплый период), продолжительности хранения (в месяцах).

Наибольшее влияние на размер естественной убыли оказывает физико-химическая природа самого продукта. Для продуктов, содержащих много воды, норма убыли выше, чем для сухих, при одних и тех же условиях хранения. На размеры естественной убыли существенно влияют тип складского помещения, режим хранения, способ упаковки, вид транспорта, продолжительность транспортирования, период года.

Усушка – самый распространенный вид потерь, возникающий вследствие испарения влаги и улетучивания веществ. Усушке не подвержены продовольственные товары, упакованные в герметичную тару. Значительны потери влаги при хранении свежих плодов и овощей. Применение полиэтиленовой пленки и вставок из пленки «Сигма» способствует сохранению влаги в свежих плодах и овощах. Для предотвращения усушки охлажденного или мороженого мяса разработано пищевое покрытие в виде эмульсии молочно-белого цвета из животных жиров, крахмала и воды, которое наносится на туши перед охлаждением и замораживанием. Соответствующие упаковочные материалы, оптимальные условия хранения и транспортирования снижают размеры усушки.

Неликвидные потери возникают при удалении несъедобных частей продукта или упаковочных материалов. Это шпагат, скрепки, концы оболочек, оберточные материалы колбасных изделий, кожа, плавники, жучки осетровых рыб.

Нормы предреализационных потерь, отходов не являются постоянными и могут пересматриваться.

Потери качества, как правило, не нормируются и возникают при небрежном обращении с товаром, неправильном хранении и транспортировании, нарушении условий и сроков реализации.

Такие потери оформляют актами, в которых указывают размеры и виды потерь, их характеристики, причины и дают различные предписания, куда направить товар: на промыш-

ленную переработку, на пищевые или технические цели, на корм скоту или на уничтожение.



Некоторые потери качества могут частично компенсироваться. Так, макаронный лом, печенье-лом, нестандартные овощи могут быть реализованы по сниженным ценам.

Активированию в большинстве случаев предшествует оценка качества товаров компетентными лицами. Стоимость недоброкачественных товаров взыскивается с предприятия или конкретных лиц.

### ***Библиографический список***

1. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров /основы квалиметрии/. — М.: Экономика, 1982. — 256 с

2. Горфинкель В. Я. Экономика фирмы (организации, предприятия): Учебник / В.Я. Горфинкель, Т.Г. Попадюк; Под ред. Б.Н. Чернышева, В.Я. Горфинкеля. - 2-е изд. -М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014.-296 с.с.

3. Егорова Е.Ю., Обрезкова М.В. Плодоовощная продукция. Оценка качества, технология хранения и переработки. Книга. 1. Свежие плоды и овощи. Колосс 2015.

4. Полункин А.А., Филюшин О.В., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Юхин И.А. Снижение травмируемости сельскохозяйственной продукции при перевозке транспортными средствами с самосвальными кузовами // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф. Х. Бурумкулова "Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы". Институт механики и энергетики; Ответственный за выпуск: Столяров А. В., 2016 г. (с. 373-379) - ОАО "Типография "Рузаевский печатник", 2016. - 670 с.

5. Юхин И.А., Успенский И.А., Полункин А.А.: В книге: Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений уголовно-исполнительной системы Сборник материалов Всероссийского научно-практического круглого стола. Академия ФСИН России ; Под общей редакцией Р. В. Фокина. 2017. С. 269-276.

6. Виноградов, Д.В. Исследование технологических свойств зерна пшеницы с признаками прорастания и изучение качества муки, выработанной из такого зерна, в процессе хранения [Текст] / Д.В. Виноградов, Н.Н. Седова // Международный технико-экономический журнал. - № 3. - 2014. - С. 79-84.

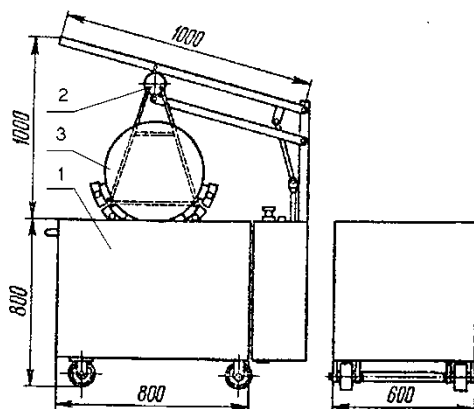
Лузгин Н.Е., к.т.н.,  
Лузгина Е.С., аспирант,  
Назаров А.В., студент,  
Аникин А.С., студент,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Байдов А.В., к.т.н.  
РИ(Ф) ФГБОУ ВО МПУ, г. Рязань, РФ

## АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПОКРЫТИЯ ОБОЛОЧКАМИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ПОДКОРМОК ДЛЯ ПЧЕЛ

Для парафинирования сыров применяют специальное оборудование - парафинеры, состоящие из резервуаров, в которых расплавляют и содержат в жидком состоянии парафиновый сплав, а также устройств для погружения сыров в расплав.

Резервуары парафинеров обогревают теплоэлектрическими нагревателями (ТЭН) высокой температуры. Схемы автоматики с термометрами сопротивления и контактными регистрирующими приборами позволяют постоянно поддерживать заданную температуру сплава.

Погружение сыров в расплав осуществляют при помощи различных приспособлений. На небольших промышленных предприятиях используют передвижные парафинеры с устройствами для ручной установки сыров и погружения в расплав ручным и ножным педальным приводами (Рисунок 1) [1]. Для этого их оснащают различными устройствами, конструкция которых обеспечивает надежное удержание головки сыра при наименьшем количестве точек соприкосновения. В конце погружения сыр оставляют на внутренней неподвижной раме для того, чтобы парафин покрыл опорные точки. При движении вверх поддерживающего устройства сыр снимается с неподвижной рамы и выносится из расплава.



1 – ванна; 2 – держатель головки сыра; 3 - головка сыра.

Рисунок 1 – Передвижной парафинер с держателем для ручного погружения цилиндрических сыров в расплав

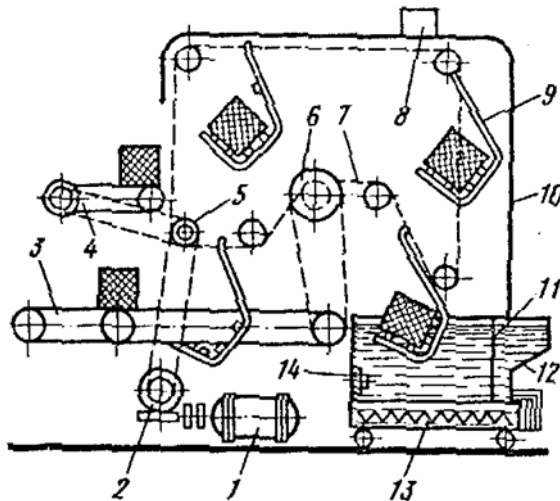
Для застывания расплава и образования на поверхности сыра защитной парафиновой пленки требуется некоторое время, поэтому парафинеры оснащаются двойными держателями, которые работают поочередно.

В сыродельной промышленности использовали полуавтоматические парафинеры ПС (конструкции ЛТИХП) и ПС-300 (конструкции ВНИИМС) (Рисунок 2) [1]. На этих парафинерах оператор вручную укладывает сыры на держатель и нажимает на пульте управления кнопку электропривода, который опускает сыры в расплав, выдерживает некоторое время в нижнем положении и выносит их в первоначальное положение.

В работе вышеуказанных машин используется ручной труд операторов, что снижает производительность установки и требует дополнительных затрат денежных средств на оплату труда работников.

Для промышленных предприятий с большой производственной программой в разное время разработаны автоматические парафинеры и агрегаты.

Так, П. П. Цыганок [1] разработал парафинер с цепным транспортером (Рисунок 2). В камере размещены ванна с парафиновым сплавом и цепной транспортер, на котором подвешены держатели для сыров.



1,2 – электроприводы транспортера; 3 – выносной транспортер; 4 – подающий транспортер; 5,6 – приводные валы транспортера; 7 – цепной конвейер; 8 – канал для отводов паров парафина; 9 – держатели сыров; 10 – камера аппарата; 11 – перегородка; 12 – ванна для расплава; 13 – электронагреватели; 14 – терморегулятор.

Рисунок 2 – Схема автоматического парафинера конструкции П.П. Цыганка

Сыр поступает в камеру 10 по ленточному транспортеру 4, где подхватывается держателями 9 и переносится транспортером в расплав, а затем после выдержки для застывания парафиновой пленки передается на выносной транспортер 3. Траектория движения цепи транспортера определяется

положением направляющих и огибающих звездочек. Все транспортеры работают от единого привода, состоящего из электродвигателя, редуктора, приводных и передаточных звездочек. Сплав нагревается электронагревателями 13, термодатчики контролируют температуру. Рабочая камера для расплава разделена перегородкой, что дает возможность дополнительно загружать парафин с наружной части камеры. Парафиновые пары удаляются из камеры вентилятором.

Недостатками данных устройств для нанесения защитного покрытия являются:

- незащищенные поверхности в местах контакта с держателями;
- большая энергоемкость;
- сложная конструкция.

Ряд зарубежных фирм («Джинова» - Дания, «Бринкман» - Нидерланды и др.) [1] выпускают парафинеры линейного и карусельного типов с вакуумными держателями для сыров. Один из таких линейных парафинеров, изготавливаемых фирмой «Белтикс» (Дания), предназначен для сыров различной величины и размеров: низкого цилиндра, брусков различной величины.

Парафинер состоит из двойной ванны для парафинового расплава, манипуляторов, размещенных над ванной, подводящего и отводящего роликовых транспортеров.

Сыры поступают на подводящий транспортер установки потоком в один или два ряда, где они останавливаются поперечной перегородкой — петлей, которая автоматически поднимается после того, как сыры будут расположены параллельно. После этого они попадают на небольшой встроенный транспортер, который поднимается на угол  $45^\circ$ . Сыры в это время удерживаются специальным поддерживателем до тех пор, пока их не захватит вакуумный держатель-головка, который потом вместе с сырами возвращается в горизонтальное положение и погружает сыры более чем на половину в расплавленный парафин. Он протекает под погруженным в него сыром, что предотвращает образование воздушных пузырьков.

Затем головка поднимает и поворачивает сыр так, чтобы избыточный парафин стек с одного из его углов, и удерживает в таком положении. После отека и застывания парафиновой пленки вакуумная головка поворачивает сыр и передает его другому вакуумному держателю, который смонтирован над второй ванной. Этот держатель повторяет цикл, погружая в расплав вторую половину головок сыров. После отека и застывания парафина держатель передает их на разгрузочный транспортер, который отправляет мелкие сыры двумя параллельными потоками.

Для парафинирования круглых сыров, масса головок которых составляет 2,0—2,5 кг, на крупных предприятиях применяют карусельные парафинеры с вакуумными захватами. По гравитационному желобчатому транспортеру сыры поступают к загрузочному месту, где они по одному захватываются вакуумными держателями, укрепленными на вращающейся карусели.

Держатель, совершая сложное вращательное движение, опускает головку на 3/4 ее высоты в расплав, извлекает и выдерживает ее, а затем передает ее другому вакуумному захвату. В два приема на головке образуется тонкая, прочная и эластичная пленка парафина. Применение данного устройства не исключает перерасхода защитного покрытия вследствие того, что на отдельных участках сырной головки образуется двойное покрытие. Кроме того, при воздействии вакуумных захватов на поверхность продукта, покрытую парафином, возможно его повреждение и, следовательно, нарушение герметичности защитной оболочки.

Для упаковки сыров в пакеты из термопластичных (термосвариваемых) газо- и паронепроницаемых полимерных пленок служат вакуум-упаковочные машины [1, 2].

На основе исследований ВНИИМСа разработана серия вакуум-упаковочных машин марок ВУМ-2, ВУМ-3, ВУМ-4 и ВУМ-5, предназначенных для разных условий эксплуатации [1,2].

Для крупных сыродельных заводов скомплектована технологическая линия М6-ОЛА для упаковки сыров в полимерные пленки на период созревания производительностью 120-160 сыров в час [2].

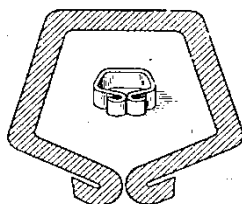
В состав линии М6-ОЛА входят следующие агрегаты: машина М6-ОЛА-1 для обсушки сыров, приемный стол для сыров, полуавтомат М6-АП-3С для изготовления пакетов из листовой полимерной пленки, две вакуум-упаковочные машины ВУМ-5 или ВУМ-4 и ленточный транспортер М6-ОЛА-2 для переноса упакованных сыров.

Технику для механизированной упаковки в термоуседающие пленки разработала и запатентовала американская фирма «Крайовэк» [2]. Это оборудование получило распространение и в нашей стране.

Процесс и технические приемы при упаковке по методу «Крайовэк» следующие.

Головку сыра помещают в пакет и упаковывают на специальной машине. Она выполнена в виде невысокого шкафа, на верхней крышке которого расположены рабочие органы. На этой машине пакет вакуумируется и его свободный конец закручивается плотным жгутом.

После плотного закручивания горловины пакета на жгут накладывается алюминиевая или полимерная скоба оригинальной формы (Рисунок 3) и зажимается клещами. Следующая операция — кратковременный нагрев материала пакета - обеспечивает усадку пленки, в результате чего почти все складки вытягиваются и головка сыра оказывается плотно охваченной упаковочным материалом. Для проведения этой операции используют два вида оборудования: термоусадочные тоннели или резервуары с горячей водой.



### Рисунок 3 – Форма алюминиевой скобы для запечатывания пакета

Пребывание упаковки в зоне высоких температур должно быть непродолжительным, но достаточным для прогревания пленки.

После усадки пленка очень плотно обтягивает упакованную головку сыра, не оставляя свободных полостей.

Метод «Крайовэк» предусматривает использование весьма дорогой термоусадочной пленки, сложного и громоздкого зарубежного оборудования, обслуживать которое должен высококвалифицированный обслуживающий персонал. Пленка запечатанного пакета довольно плотно облегает головку сыра, однако в некоторых местах имеются складки, поскольку размеры пакета больше размеров предмета упаковки. В эти складки может диффундировать воздух, и поверхность сыра покроется плесенью.

Поэтому в последние годы изыскиваются материалы и оборудование для формирования газо- и влагоплотного полимерного пленочного покрытия непосредственно на головке сыра. Такие работы проводятся как в нашей стране, так и в зарубежных странах.

Одновременно с разработкой пленочных покрытий проводились работы по созданию специализированного оборудования для нанесения дисперсии и создания условий для образования покрытия на сырах [2].

В состав этого оборудования входят два аппарата для нанесения латекса, по своему устройству напоминающие парафинер, и две установки для обсушки сыров типа М6-ОЛА-1.

Основным отличием аппарата для нанесения латекса от парафинера является то, что он оснащен низкотемпературными электронагревателями, поскольку температура дисперсии не должна превышать 25° С. Держатели погружают сыр в латекс не более чем на 2/3 его высоты. После этого сыр сухой стороной устанавливают на транспортер первой машины для обсушки. За время прохода тоннеля происходит процесс образования пленки, потом сыр переворачивают и на следующем аппарате погружают в латекс другую сторону и направляют в следующую машину для обсушки, где завершается пленкообразование замыкающего слоя. Таким образом, сыр получает замкнутую полимерную пленочную оболочку.

К недостаткам данного устройства можно отнести следующее. Так как головка сыра дважды погружается в латекс и каждый раз на более чем на 2/3 его высоты, то на большей части продукта образуется двойное покрытие, а на остальной поверхности – один слой покрытия. То есть покрытие получается неравномерным по толщине и происходит его перерасход, что экономически не целесообразно. Кроме того, время цикла по сравнению с другими устройствами увеличивается почти вдвое.

В Алтайском филиале ВНИИМС предложен способ «Алосек-Углич» нанесения и формирования латексных покрытий на сырах, позволяющий интенсифицировать процесс и снизить его трудоемкость в 2 раза [1]. Нанесение покрытий осуществляют методом пневматического напыления, а

формирование – в потоке теплого воздуха.

В состав комплекта модулей «Алосек-Углич» входит основное и вспомогательное оборудование. К основному отнесены модули для нанесения и формирования покрытия. К вспомогательному отнесены рольганги-накопители, промежуточные рольганги и конвейеры. Установка позволяет в широких пределах менять производительность, осуществлять предварительную обсушку сыров, получать покрытия любой требуемой толщины. Покрытие одновременно наносят на всю поверхность сыра, и его сплошность не нарушается во время сушки.

Однако применение данного устройства также не исключает того, что на поверхности сыра останутся незащищенные участки в местах контакта сырной головки с держателями.

Все вышеописанные устройства могут быть использованы для создания защитной оболочки на подкормке для пчел.

Однако в их конструкции имеются недостатки в линиях подачи и удаления продукта. В результате на поверхности продукта остаются незащищенные поверхности в местах контакта с держателями. Кроме того, они сложны по конструкции и имеют большую энергоемкость.

В НИИ пчеловодства была разработана технологическая линия приготовления тестообразных кормов [3]. На линии производится подкормка для пчел необходимой консистенции, запаивая в защитную пленку. Технологическая линия включает в себя линию сухих компонентов, линию жидких компонентов, линию смешивания и линию запечатывания продукта. В пакеты упаковывают подкормку порциями по 0.5-0.8 кг. Полученная подкормка в защитной оболочке может долго храниться, но в процессе скармливания нередко засыхает. Кроме того, линия очень энергоемкая и содержит помимо стандартного оборудования ряд устройств оригинальной конструкции, не выпускаемых серийно отечественной промышленностью.

В Рязанском ГАТУ были разработаны и запатентованы способ приготовления тестообразной подкормки для пчёл из сахаро-медовой смеси в виде гранул шаровидной формы, покрытых восковой оболочкой и устройство для его осуществления [4, 5, 6, 7]

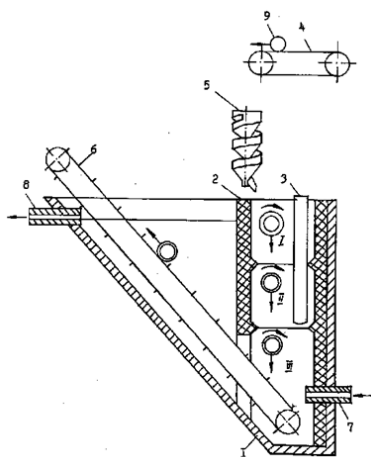
Суть этого способа заключается в том, что шаровидные гранулы подкормки пропускаются свободным падением через слой расплавленного воска, слой горячей воды и слой холодной воды. При этом на гранулы наносится слой воска, часть которого смывается в горячей воде, а затвердевание покрытия происходит в холодной воде.

Установка для реализации способа капсулирования подкормок (рисунок 4) содержит ванну 1, камеру 2 из материала с низкой теплопроводностью, установленную внутри ванны, нагревательные элементы 3, загрузочное устройство (питатель) в виде спирального спуска 5, подающий 4 и выгрузной 6 транспортёры. Транспортёры приводятся в движение с помощью электропривода (не показан). Ванна имеет подводящий 7 и сливной 8 патрубки, причём подводящий патрубок проходит через стенку ванны и камеры. Камера

на внутренней поверхности имеет два кольцевых выступа, разделяющих её на технологические зоны: зона расплавленного воска I, зона горячей воды II, зона холодной воды III. Со стороны выгрузного транспортёра в нижней части камеры сделан П-образный вырез. Нагревательные элементы расположены внутри камеры в зонах I и II.

Установка для нанесения защитного покрытия на гранулы подкормки для пчёл работает следующим образом. Ванна 1 заполняется из водопровода через патрубок 7 холодной водой, которая снизу поступает в зоны II и III камеры 2. Зону I этой камеры сверху заполняют защитным составом (воском). Уровень воды в ванне и камере определяется положением сливного патрубка 8. После включения в электрическую сеть нагревательных элементов 3 воск в камере расплавляется, а слой воды в зоне II нагревается до температуры выше температуры плавления воска, поддерживаемой системой автоматического регулирования (не показана).

Нанесение защитного покрытия на подкормку для пчёл в виде гранул происходит следующим образом. Подкормка 9 в виде гранул с подающего транспортёра 4 попадает в устройство типа спирального спуска 5, по которому под действием силы тяжести она скатывается в камеру 2. В камере гранулы подкормки проходят, вращаясь вокруг собственного центра тяжести, слой расплавленного воска (зона I), в котором на поверхности гранул подкормки образуется защитное покрытие, затем - слой горячей воды (зона II), где с их поверхности удаляются излишки воска. Далее гранулы подкормки попадают в слой холодной воды (зона III), где происходит уплотнение защитного покрытия за счёт отвердевания воска. После этого гранулы подкормки с защитным покрытием попадают на выгрузной транспортёр 6 и удаляются из ванны 1.



1 – ванна; 2 – камера; 3 – ТЭН; 4 – подающий транспортер; 5 – спиральный спуск; 6 – выгрузной транспортер; 7 – подающий патрубок; 8 – сливной патрубок; 9 – гранула подкормки.

Рисунок 4 – Устройство для нанесения защитного покрытия на гранулы подкормки для пчел

В ванну 1 из водопровода через патрубок 7 постоянно поступает



холодная вода, а вода, подогретая за счёт теплообмена между I, II и III технологическими зонами, через верхнюю часть П-образного выреза поднимается в камере вверх и сливается через патрубок 8.

Толщина нанесенной на гранулы восковой оболочки и ее качество зависят от температуры и толщины слоев расплавленного воска и горячей воды, от высоты, с которой гранула подкормки скатывается по спиральному спуску, а также от температуры самой гранулы.

Данные способ и устройство позволяют получать качественное защитное покрытие на поверхности сыра или тестообразной подкормки без перерасхода защитного состава.

### ***Библиографический список***

1. Роздов, И.А. Защитные покрытия в сыроделии / И.А. Роздов // «Молочная промышленность». -1997. - №2.

2. Мешалкин, А.В. Хранение сыров в полимерных пленках / А.В. Мешалкин // «Сыроделие и маслоделие». 2002. - № 3.

3. Технологические линии приготовления тестообразных подкормок для пчел / С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин, Н.А. Грунин, А.Е. Исаев // Сб.: Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам "Эксплуатация машинно-тракторного парка", "Технология металлов и ремонт машин", "Сельскохозяйственные, дорожные и специальные машины, 50 лет кафедре "Механизация животноводства"). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. - С. 150-153.

4. Некрашевич, В.Ф. Способы нанесения защитных оболочек на пищевые продукты и тестообразные подкормки для пчел / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, М.И. Чагин // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерно-экономического института. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2009. - С. 88-94.

5. Патент на изобретение RUS 2174748 С1. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел и устройство для его осуществления / Некрашевич В.Ф., Бронников В.И., Лузгин Н.Е., Корнилов С.В. // 20.10.2001.

6. Анализ способов защиты поверхности пищевых продуктов и тестообразных подкормок для пчел от засыхания / Н.Е. Лузгин, Ар.А. Акимов, Ан.А. Акимов, Н.А. Грунин // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию института механики и энергетики. – Саранск: ФГБОУ ВПО МГУ, 2012. - С. 102-106.

7. Лузгин, Н.Е. Способы нанесения защитных покрытий на сыры и тестообразные подкормки для пчел / Н.Е. Лузгин, Н.А. Грунин, А.Е. Исаев // Сб.: Аграрная наука - сельскому хозяйству сборник статей: в 3 книгах. 2014. С. 149-150.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ОТ КОРРОЗИИ**

Характерная особенность использования машин сельскохозяйственного назначения при производстве растениеводческой продукции состоит в сравнительно коротком периоде эксплуатации. В остальное время техника находится на хранении в основном на открытых площадках в условиях постоянно изменяющихся температурного и влажностного режимов окружающей среды [1,2]. Данные обстоятельства негативно сказываются на обеспечении сохранности сельскохозяйственной техники, так как нередко являются причинами развития коррозионных процессов металлических конструкций. Потерей металла в результате коррозии обусловлено ослабление прочностных характеристик конструктивных элементов машин, что приводит к преждевременному выходу техники из строя [4,6]. Для уменьшения отрицательного влияния атмосферных факторов на эксплуатационные показатели инженерной службой предприятий агропромышленного комплекса должен проводиться комплекс мероприятий, обязательно включающий консервацию машин различными композиционными материалами при длительном хранении [8,9]. Вопросы защиты машин при хранении рассматривались в работах авторов: Борычева С.Н. [3], Десятова Ю.В. [5], Латышёнка М.Б. [7], Терентьева В.В. [10], Шемякина А.В. [13-16] и других.

В нашей статье представим анализ наиболее распространенных консервационных материалов, но сначала определимся с основными требованиями, предъявляемыми к ним. Консервационные составы должны:

1. гарантировать высокую степень защиты от коррозии в течение длительного времени в условиях открытого хранения;
2. обеспечивать возможность использования для их нанесения высокопроизводительного оборудования;
3. исключать процесс расконсервации при снятии техники с хранения;
4. не требовать смешивания компонентов и разогрева перед процессом их нанесения и в ходе самого процесса;
5. быть безопасными к применению, доступными по стоимости.

Для предотвращения коррозионного разрушения металлических элементов машин, используемых в сельскохозяйственном производстве, широкое применение нашли такие композиционные материалы как консервационные масла и смазки, защитные восковые дисперсии,

пленкообразующие ингибированные нефтяные составы, маслорастворимые ингибиторы и противокоррозионные присадки.

Жидкие консервационные масла содержат маслорастворимые ингибиторы коррозии, отличительной особенностью которых является способность вытеснять воду с защищаемой поверхности, а также создавать на металлической поверхности хемосорбционные и адсорбционные пленки. В настоящее время для предупреждения развития коррозии на металлических конструкциях ООО «НПП ХимКомпозит» г. Москва выпускает высокоэффективное масло Маякор, которое состоит из трансформаторного и нитрованного масел с добавлением загустителя, аминов, окисленных углеводородов и сульфонатных присадок. Применение в качестве консерванта для сельскохозяйственной техники масла Маякор позволяет исключить необходимость тщательной очистки обрабатываемой поверхности от загрязнений. Длительность защитного эффекта (времени до начала процесса коррозии) согласно декларируемых производителем показателей составляет не менее 200 суток, что позволяет обеспечить сохранность техники при хранении в течение всего межсезонного периода.

Защитные восковые дисперсии представляют собой смесь твердых углеводов с водой или органическим растворителем. Восковые составы на водной основе безвредны для окружающей среды, и пожаробезопасны. ООО «Алькор 91» г. Москва выпускается состав водно-восковой защитный «Герон», который представляет собой дисперсию церезина в воде с добавками ПАВ и ингибиторов коррозии металла. Данный состав позволяет обеспечивать длительную защиту обработанной поверхности от коррозионного разрушения. К дополнительным преимуществам водно-восковых консервационных составов можно отнести отсутствие отрицательного влияния на лакокрасочные и другие неметаллические конструкционные материалы.

Для противокоррозионной обработки техники могут быть применены пленкообразующие ингибированные составы, например, защитный смазочный материал Оремин (ООО «НПП ХимКомпозит»), который представляет собой дисперсию в органическом растворителе нефтяных пленкообразующих компонентов, загустителей и маслорастворимых ингибиторов коррозии. Состав предназначен для антикоррозионной обработки автомобилей и сельскохозяйственной техники. Преимуществом данного материала является его высокие адгезионные свойства, что позволяет ему схватываться на вертикальных поверхностях металлических изделий в течение нескольких минут.

Для защиты машин в качестве консервационного материала также могут быть использованы отработанные масла. С этой целью в состав отработанных масел добавляются маслорастворимые ингибиторы коррозии или противокоррозионные присадки. Для придания защитным композициям на основе отработанных масел нужной консистенции необходимо применять ингибиторы коррозии, обеспечивающие процесс их загущения. Это необходимо для того, чтобы при нанесении состава на основе отработанных масел на

защищаемой поверхности создать требуемую толщину покрытия с целью повышения эффекта герметизации от проникновения влаги. Наиболее часто в качестве противокоррозионных присадок, содержащих ингибиторы коррозии и загустители, используются следующие составы - смазка ПВК, присадки ТВК-1, Эмульгин, КО-ЖК, Техновит.

Широкий ассортимент антикоррозионных составов с различными физико-химическими характеристиками, выпускаемых отечественной промышленностью, позволяет обеспечить высокую степень защиты сельскохозяйственной техники при хранении, что положительно отразится на сроке технической эксплуатации машин.

### ***Библиографический список.***

1. Бышов, Н.В. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.В. Гайдуков, К.П. Андреев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 112 с.

2. Бышов, Н.В. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.В. Гайдуков, К.П. Андреев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.

3. Бoryчев, С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии [Текст] / С.Н. Бoryчев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90-94.

4. Будылкин, А.А. Роль наполнителя в составе жидкого консерванта для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования [Текст] / А.А. Будылкин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб. : Вавиловские чтения: материалы Международной научно-практической конференции.– Саратов, 2010.– Т.3 – С. 281-282.

5. Десятов, Ю.В. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении [Текст] / Ю.В. Десятов, В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. -Рязань, 1998. -С. 184-185.

6. Зарубин, И.В. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования [Текст] / 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.

7. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин [Текст] / М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически

устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов. – Рязань, 1999. – С.98-101.

8. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники [Текст] / 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 [Текст] / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 36-38.

10. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники [Текст] / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 185-186.

11. Непарко, Т.А. Простои агрегатов: оценка и пути снижения [Текст] / Т.А. Непарко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, В.И. Жебрун // Сб. науч. статей Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 453-457.

12. Непарко, Т.А. Исследование потерь от простоев техники [Текст] / Т.А. Непарко, А.В. Новиков // Сб.: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 253-256.

13. Шемякин, А.В. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники [Текст] / А.В.Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 4 – С. 93-97.

14. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники [Текст] / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2017. – № 1. – С. 50-56.

15. Шемякин, А.В. Улучшение условий труда при подготовке сельскохозяйственной техники к хранению [Текст] / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2017. – № 1 (22). – С. 58-63.

16. Шемякин, А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами [Текст] / А.В.Шемякин, Латышенок М.Б., В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2016. – № 2. – С. 87-91.

**УДК 631.3.004**

*Киселев В.А., студент 3 курса,  
Андреев К.П., к.т.н., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ**

Проблема защиты сельскохозяйственной техники от агрессивного влияния негативных параметров окружающей среды в процессе длительного хранения на открытых площадках является весьма актуальной для технической службы предприятий агропромышленного комплекса [1,2]. Самым эффективным способом, позволяющим полностью исключить воздействие атмосферных условий на технику при хранении, является ее размещение в закрытых помещениях, но данный способ также требует и самых больших затрат. Экономическое положение большинства производителей сельскохозяйственной продукции не позволяет обеспечить весь машинно-тракторный парк хозяйств помещениями для хранения техники и она, как и раньше, хранится на открытых площадках. В современной практике для предупреждения развития коррозионных процессов на металлических конструкциях машин наиболее часто используются различные противокоррозионные составы, но, к сожалению, большинство из этих составов имеют крайне низкую эффективность при использовании в труднодоступных местах, например, в сварных и стыковых соединениях деталей машин [3]. Исследованиями Пучина Е.А., Северного А.Э. установлено, что потери металла в результате коррозионного разрушения в стыковых и сварных соединениях составляют 340...350 г/м<sup>2</sup> в год, т.е. превышают более чем в 1,7 раза потери основного металла [4,5].

Обследование, находящихся в эксплуатации машин показало, что уже в начале второго сезона работы наблюдаются изменение геометрических параметров рамы, разрушение резьбовых и сварных соединений. Это вызвано, не только тяжелыми условиями эксплуатации, но нередко конструктивными и технологическими недостатками. Анализ дефектов, выявленных при испытаниях на машинно-испытательных станциях показал, что наибольшее количество дефектов обусловлено следующими причинами: отступлением от чертежных размеров (22,7%), дефектами сборки (22,1%) и дефектами сварки (12,3%) [6,7].

Как показали исследования по определению влияния коррозионных процессов на конструктивные элементы комбайнов практически во всех металлических конструкциях машин в ходе эксплуатации и хранения появляются коррозионные трещины от нескольких миллиметров до десятков миллиметров [8-10], которые образуются из-за ослабления резьбовых соединений деталей. При хранении в этих местах начинает скапливаться влага и грязь, что приводит к образованию в соединениях очагов коррозионного поражения [11,12].

Причины разрушения сварочных швов обусловлены рядом особенностей, характерных сварным соединениям, а также и специфическими условиями эксплуатации машин в сельском хозяйстве.

Известно, что в соединении в процессе сварки возникают структурная, химическая и механическая неоднородности. Наличие этих видов неоднородностей в сварных соединениях углеродистых сталей является причиной коррозионного разрушения сварного шва и околошовной зоны, т.е. в

зонах, наиболее подверженных теплофизическому и химико-металлургическому воздействию процесса сварки, в отличие от основного металла сварного соединения, не подверженного такому воздействию. Кроме этого в результате сварки образуются остаточные сварочные напряжения, возникают концентраторы напряжений в местах перехода сварного шва к основному металлу, что способствует снижению статической и динамической прочности сварных соединений [13].

К эксплуатационным причинам, оказывающим разрушительное воздействие на сварочные соединения, можно отнести:

- разнообразный рельеф полевых дорог, по которым комбайнам приходится перемещаться при различных переездах в ходе уборки;
- сезонность, когда комбайнам приходится работать в условиях осенней распутицы;
- сжатые сроки уборки, вынуждающие осуществлять работу на форсированных режимах.

Возникновение коррозионно-усталостных трещин в процессе эксплуатации техники объясняется тем, что на протяжении длительного времени хранения машины подвержены атмосферной коррозии в сочетании с действующими статистическими нагрузками и остаточными сварочными напряжениями, и только в течение непродолжительного временного отрезка (около 10 % календарного времени) на элементы машин, прокорродировавшие в процессе хранения, оказывают действие рабочие нагрузки [16].

Исследования ухудшения состояния техники при хранении позволяют сделать вывод, что наиболее интенсивному коррозионному воздействию в при нахождении машин на открытых площадках подвергаются стыковые и сварные соединения и по этой причине происходит до 80% отказов техники, связанных с коррозионно-усталостным разрушением узлов [17].

С целью повышения эффективности системы антикоррозионной обработки сельскохозяйственной техники необходима разработка консервационного состава, применение которого позволило бы обеспечить надежную изоляцию различных соединений конструктивных элементов машин от влияния внешних негативных факторов в период продолжительного хранения на открытых площадках. Использование существующих консервационных материалов для защиты соединений не позволяет исключить коррозионный процесс, протекающий в самих соединениях, так как консервант наносится только на их наружные поверхности. Следовательно, определенно разрабатываемый состав должен обладать кроме высокой изоляционной способности возможностью проникать в узкие щели и зазоры.

#### ***Библиографический список.***

1. Бышов, Н.В. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств [Текст] / 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.В. Гайдуков, К.П. Андреев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 112 с.

2. Бышов, Н.В. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве [Текст] / 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.В. Гайдуков, К.П. Андреев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.

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

4. Десятков, Ю.В. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении [Текст] / Ю.В. Десятков, В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. -Рязань, 1998. -С. 184-185.

5. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин [Текст] / М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов. – Рязань, 1999. – С.98-101.

6. Пучин Е.А. Противокоррозионная защита сварных конструкций зерноуборочных комбайнов при эксплуатации: дис. канд. техн. наук [Текст] // Е.А. Пучин. – Москва, 1988. – 176 с.

7. Терентьев В.В. Разработка установки для двухслойной консервации сельскохозяйственной техники и обоснование режимов ее работы: дис. ... канд. техн. наук [Текст] // В.В. Терентьев. – Рязань, 1999. – 173 с.

8. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники [Текст] / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятков, М.Б. Латышенок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 185-186.

9. Терентьев, В.В. Анализ ухудшения сельскохозяйственной техники в период хранения [Текст] / В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок // Сб. Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК. Материалы науч.-практ. конф., посвященной 165-летию со дня рождения П.А. Костычева. – Рязань, 2010. – С. 23-26.

10. Морозова, Н.М. Методика оценки технологии хранения сельскохозяйственных машин [Текст] / 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.

11. Шемякин, А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами [Текст] / А.В.Шемякин, Латышенок М.Б., В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2016. – № 2. – С. 87-91.

12. Шемякин, А.В. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники [Текст] /



А.В.Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 4 – С. 93-97.

13. Морозова, Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов [Текст] / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования». – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2013. – С. 355-358.

14. Непарко, Т.А. Простой агрегатов: оценка и пути снижения [Текст] / Т.А. Непарко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, В.И. Жебрун // Сб. науч. статей Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 453-457.

15. Непарко, Т.А. Исследование потерь от простоев техники [Текст] / Т.А. Непарко, А.В. Новиков // Сб.: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 253-256.

16. Терентьев, В.В. Проблемы подготовки сельскохозяйственных машин к длительному хранению в условиях малых и фермерских хозяйств [Текст] / В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, А.В. Кирилин // В сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. Материалы 68-ой межд. науч.-практ. конф. – Рязань, 2017. – С. 325-328.

17. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники [Текст] / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнков, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2017. – № 1. – С. 50-56.

18. Патент РФ № 123734, МПК7 В60J 11/00. Чехол для хранения транспортных средств / Гаврикова Е.И., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. - № 2012128731; заявл. 09.07.2012; опубл. 10.01.2013. Бюл. №1.

**УДК 621.311.62**

*Глазунов Д.С.,  
Кулешова О.А.,  
Пустовалов А.П., д.б.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

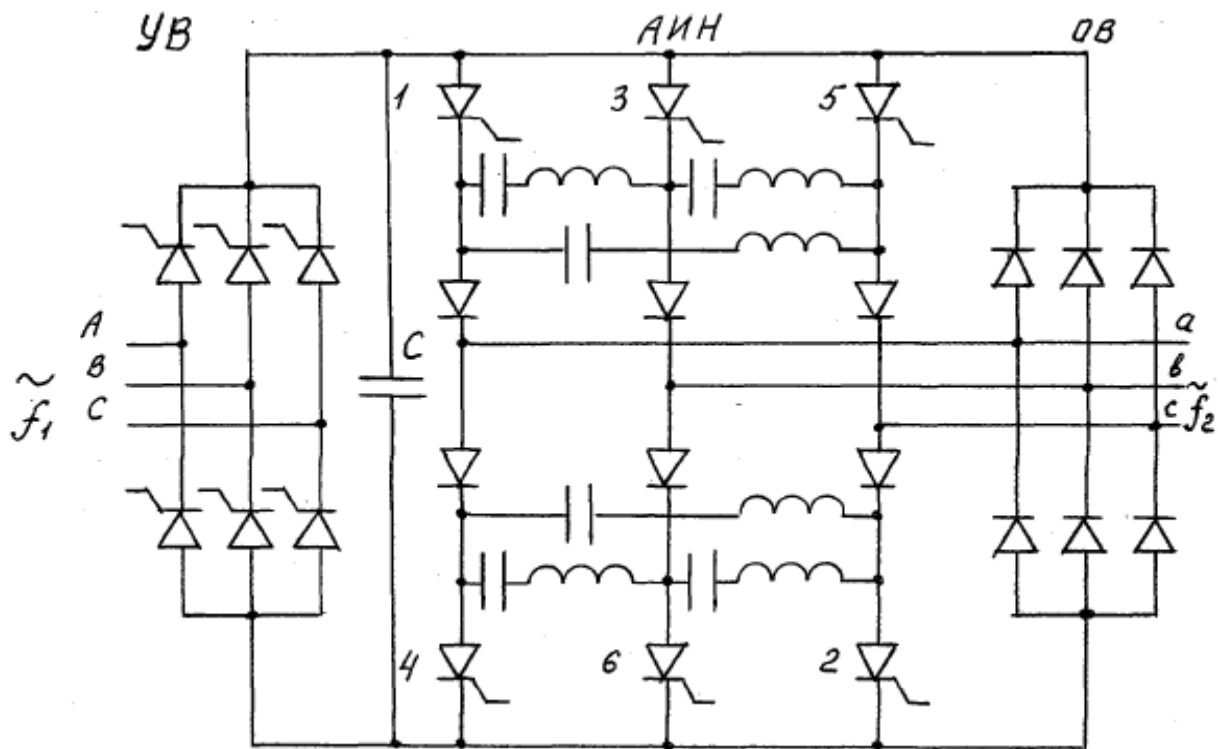
## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ РЕГУЛИРУЕМОЙ ЧАСТОТЫ**

При сравнении методов нагрева трансформаторов, ранее, нами был предложен способ короткого замыкания на частотах до 1 Гц. При этом достигается равномерное прогревание обмоток, что даёт возможность без дополнительного утепления нагревать трансформаторы. При прогреве трансформаторов на месте их установки всё это представляется значимым. В этой связи у источников невысокой частоты желательно должны быть по возможности уменьшенные масса и геометрические размеры.

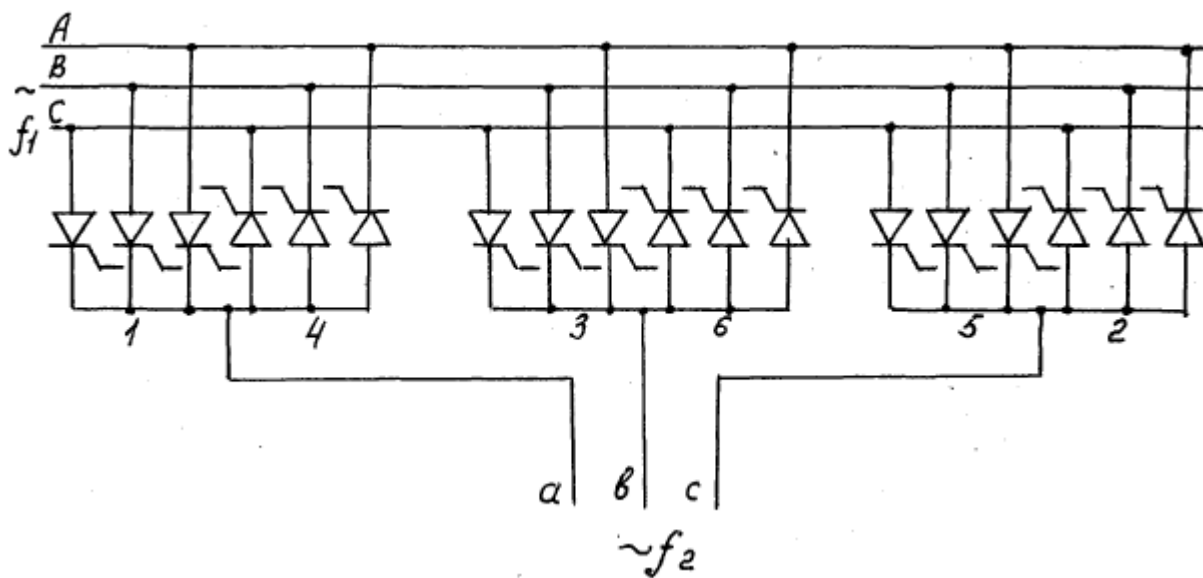
Целью нашей работы явилось исследование функционирования источников питания регулируемой частоты.

При помощи статических и вращающихся и преобразователей представляется возможным получить электроэнергию частотой, отличающую от частоты электрической сети 50 Гц. Как правило, электрическими машинами в виде асинхронных или синхронных двигателей получают вращающиеся преобразователи частоты. У таких преобразователей частоты при номинальном токе и при уменьшении частоты пропорционально её уменьшению уменьшается полная электромагнитная мощность. Однако при ухудшении процесса охлаждения по сравнению с функционированием на номинальной частоте, в большей степени, к сожалению, снижается полная электромагнитная мощность. При прогреве мощных трансформаторов названным методом частота источника питания, как представлено нами выше, от номинального значения составляет от десятых долей до нескольких процентов.

При принятии для оценки значение относительной частоты 1% машинный преобразователь будет иметь электромагнитную мощность от номинальной не более 1 %, но такой мощности для покрытия потерь в самом машинном преобразователе уже будет недостаточной. В этой связи для частот от нескольких герц и менее применять такие машинные преобразователи не желательно.



а)



б)

Рисунок 1 – Тиристорные преобразователи частоты (ТПЧ):

- а) с промежуточным звеном постоянного тока;  
 б) с непосредственной связью

Для генерирования электроэнергии частотой нескольких герц и менее эффективнее использовать тиристорные преобразователи частоты (ТПЧ). Такие преобразователи классифицируют обычно по трем признакам [1]:

- 1) с промежуточным звеном постоянного тока;

- 2) с непосредственной связью (или без звена постоянного тока);
- 3) с промежуточным звеном переменного тока повышенной частоты.

Последний тип для повышения выходной частоты фактически является преобразователем с непосредственной связью. А два первые названные вида представляют интерес для нагрева при достаточно низкой частоте.

Проанализируем функционирование трехфазного тиристорного преобразователя частоты. Такой преобразователь частоты со звеном постоянного тока представлен, например, рис.1а и состоит: источник постоянного тока, который представлен по схеме трехфазного мостового выпрямителя на выходе которого подключена конденсаторная батарея электроёмкостью «С»; автономный инвертор, преобразующий постоянный ток в переменный трехфазный ток заданной частоты  $f_2$ ; для обмена реактивной мощностью нагрузки и источника тока использован так называемый обратный выпрямитель. Автономный инвертор выполнен с междуфазной коммутацией и за счет последовательного включения так называемых «отсекающих» диодов с тиристорами, может иметь незначительное количество тиристоров и ограниченную ёмкость [4]. В таком инверторе при включении последующего тиристора происходит отключение тиристоров. Здесь с фиксированными интервалами  $\theta = \frac{2}{3}\pi$  подаются на тиристоры управляющие сигналы. В результате длительность работы каждого из тиристоров за период работы составляет не более  $\frac{2}{3}\pi$  радиан. В каждой функционирующей группе используется по два тиристора.

Одним из положительных факторов представленного преобразователя частоты является то, что его выходная частота  $f_2$  не зависит от частоты электросети  $f_1$  [1]. Такой тиристорный преобразователь частоты относится к преобразователям частоты с автономными инверторами напряжения. В этих преобразователях очерёдность переключения тиристоров определяет вид выходного напряжения, а от нагрузки зависит форма тока. Обмен реактивной мощностью между источником постоянного тока и нагрузкой выполняется за счёт подключения конденсаторной батареи значительной электроёмкости «С» параллельно входу автономного инвертора напряжения. Такая конденсаторная батарея обменивается через обратный выпрямитель реактивной мощностью с активно-индуктивной нагрузкой.

Тиристорный преобразователь частоты со звеном постоянного тока может функционировать и с автономным инвертором тока. Названный инвертор тока представляется возможным получить путём подключения конденсаторной батареи на выход инвертора (рисунок 1а), а на входе инвертора последовательно с выпрямителем включить сглаживающий реактор высокой индуктивностью. Таким способом источник питания будет представлен источником тока [1]. Вид выходного тока автономного инвертора тока зависит от очерёдности переключения тиристоров, а форма выходного напряжения определяется характером нагрузки. Так как схема автономного инвертора тока не содержит обратных выпрямителей, то она существенно упрощается. Однако

у автономных инверторов тока при работе на активно-индуктивную нагрузку присутствуют свои проблемы [4]. Кроме того, усложняется его запуск особенно при подключении к нему различных нагрузок. Поэтому тиристорные преобразователи частоты с автономными инверторами тока рекомендуют применять при постоянной или известной нагрузкой, например, при работе на асинхронный двигатель.

Активно-индуктивной нагрузкой является в частности короткозамкнутый трансформатор, а трансформаторы, различные по мощности, создают значительный диапазон нагрузок тиристорным преобразователям частоты. Обычно рекомендуют выбирать тиристорные преобразователи частоты с автономными инверторами [5].

Следующий тип трехфазного тиристорного преобразователя частоты может быть представлен в виде непосредственного преобразователя частоты, что показано рисунком 1б. Такой преобразователь выполнен на основе более простой схемы, чем предыдущий и содержит включенные попарно встречно-параллельно шесть групп тиристоров. Как правило, соединяется пара встречно-параллельных групп используется при совместном управлении или при использовании отдельного способа управления группами [1]. В последнем названном способе не присутствуют моменты времени одновременной подачи импульсов управления на какую-либо пару, соединенную встречно-параллельно. Более того, при этом у предусматривается промежуток времени без подачи импульсов на эту пару групп после выключения группы из работы. В результате этой пары исключаются уравнительные токи и исключается необходимость и в реакторе, предназначенного для ограничения уравнительных токов [6]. Очередность включения группы при этом формирует выходное напряжение. При постоянном угле включения тиристоров в группе и **следовании** сигналов **управления**  $\theta = \frac{2}{3}\pi$  радиан **форма** **выходного** напряжения подобна тиристорному преобразователю частоты с автономным инвертором (рисунок 1а).

В непосредственном преобразователе частоты, как правило, предусматривается работа групп в инверторном и выпрямительном режимах. Однако, система управления будет представлена достаточно просто при условии отсутствия последнего режима. При таком режиме работы у отключенной фазы реактивная мощность передается через остающийся в работе один вентиль в сеть до тех пор, пока ток вентиля уменьшится до нуля и полностью выключится группа. При естественной коммутации вентиля непосредственные преобразователи частоты могут давать выходную частоту только менее частоты электросети. В тиристорных преобразователях частоты с автономным инвертором имеется двукратное преобразование энергии, в то время как в непосредственных преобразователях частоты - только однократное. Таким образом, непосредственный преобразователь частоты имеет уменьшенные потери с более высоким коэффициентом полезного действия, чем тиристорный преобразователь частоты с автономным инвертором. Следует также заметить, что при функционировании вентиля автономного

инвертора с небольшой частотой предельный ток вентиля инвертора снижается [2]. Следовательно, их требуется выбирать на больший средний ток, что приводит к увеличению массы и габаритов автономного инвертора.

Результаты проведенного нами исследования позволяют предлагать в качестве источника питания использовать непосредственные преобразователи частоты с раздельным программным управлением. Систему управления непосредственным преобразователем частоты можно существенно упростить с учетом того, что при нагреве отсутствует режим инвертирования, а вид выходного напряжения может быть прямоугольным.

### ***Библиографический список***

1. А.Я. Бернштейн, Ю.М.Гусяцкий, А.В.Кудрявец, Р.С.Сарбатов. Тиристорные преобразователи частоты в электроприводе. - М.: Энергия, 1980. – 328
2. М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский, А.Г. Возмилов, Б.Ю. Сидоренко. Преобразовательная техника. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с.
3. Джуджи Л., Пелли Б. Силовые полупроводниковые преобразователи частоты. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 400 с.
4. Кулик, В.Д. Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи/ СПб.: Изд-во СПбГТУРП, 2010.- 90 с.
5. Филатов В.Д. Двух- и трехуровневые инверторы на IGBT. Перспективные решения// Силовая Электроника. 2012 г, №4. С. 124–129.
6. Козярук А.Е. Проектирование электротехнических устройств/ А.Е. Козярук, В.А. Новиков, М.П. Белов, Н.И. Татаринцев.- СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015.- 330 с.
7. Фатьянов, С.О. Априорное гарантирующее оценивание параметров при проектировании алгоритмов управления механическими объектами [Текст] / С.О. Фатьянов, К.В. Миронова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2014. – №3. – С. 52-56.
8. Макаров, А.Ю. Регулирование реактивной мощности в сетях электроснабжения сельского хозяйства [Текст] / А.Ю. Макаров, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – №2. – С. 157-161.

*Красников А.С. д.т.н.,  
Гобелев С.Н. к.т.н.,  
Нагаев Н.Б. к.т.н.,  
Калмыков А.А.  
Яшков А.В  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ**

Электрическая система – это условно выделенная часть электроэнергетической системы, в которой осуществляется выработка, преобразование, передача и потребление электрической энергии. В результате различных воздействий в системе возникают переходные процессы, в течение которых происходит переход от одного режима работы к другому [1].

Переходные процессы возникают при действии различного рода коммутационной аппаратуры, например ключей, переключателей для включения или отключения источника или приемника энергии, при обрывах в электрической цепи, при коротких замыканиях отдельных участков цепи и различных аварийных ситуациях.

Отметим, что физической причиной возникновения переходных процессов в цепях является наличие в них катушек индуктивности и конденсаторов, т.е. индуктивных и емкостных элементов в соответствующих схемах замещения. Объясняется это тем, что энергия магнитного и электрических полей этих элементов не может изменяться скачком при коммутации в цепи.

Переходный процесс в цепи описывается дифференциальным уравнением- неоднородным или однородным, если ее схема замещения содержит или не содержит источники ЭДС и тока. Заметим, что переходный процесс в линейной цепи описывается линейными дифференциальными уравнениями, а в нелинейной - нелинейными. В дальнейшем ограничимся расчетом переходных процессов в линейных цепях, содержащих элементы с постоянными параметрами. Для решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными параметрами в настоящее время разработаны различные аналитические методы: классический, операторных, метод интеграла Фурье, которые применяются для расчета переходных процессов. Ограничимся применением классического метода, который обладает физической наглядностью и удобен для расчета простых цепей.

Название метода «классический» отражает использование в нем решений дифференциальных уравнений с постоянными параметрами методами высшей математики. Расчет переходного процесса в цепи классическим методом содержит следующие этапы.

1. Прежде всего необходимо составить систему уравнений на основе

законов Кирхгофа, Ома, электромагнитной индукции, описывающих состояние цепи после коммутации, и исключения переменных получить одно дифференциальное уравнение, в общем случае неоднородное относительно искомого тока  $i$  или напряжения  $u$ . Для простых цепей получается дифференциальное уравнение первого или второго порядка, в котором в качестве искомой величины выбирают либо ток в индуктивном элементе, либо напряжение на емкостном элементе.

2. Затем составляется общее решение полученного неоднородного дифференциального уравнения цепи в виде суммы частного решения неоднородного дифференциального уравнения и общего решения соответствующего однородного дифференциального уравнения.

Применительно к электрическим цепям в качестве частного решения неоднородного дифференциального уравнения выбирают установившийся режим в рассматриваемой цепи (если он существует), т.е. постоянные токи и напряжения, если в цепи действуют источники постоянных ЭДС и токов, или синусоидальные напряжения и токи при действии источников синусоидальных ЭДС и токов. Токи и напряжения установившегося режима обозначают  $i_y$  и  $u_y$  и называют **установившимися**.

Общее решение однородного дифференциального уравнения описывает процесс в цепи без источников ЭДС и токов, который поэтому называют **свободным процессом**, а их выражения должны содержать постоянные интегрирования, число которых равно порядку однородного дифференциального уравнения.

Свободный процесс вызывается несоответствием между энергией, сосредоточенной в электрическом и магнитном полях емкостных и индуктивных элементов в момент времени, непосредственно

предшествовавший коммутации, и энергией этих элементов при новом установившемся режиме в момент времени, непосредственно следующий за коммутацией, энергия элементов не может измениться скачком, и ее постепенное изменение обуславливает **переходный процесс**.

1. В общем решении  $i = i_y + i_{св}$ ,  $u = u_y + u_{св}$  следует найти постоянные интегрирования. Постоянные интегрирования определяют из **начальных условий**, т.е. условий в цепи в начальный момент времени после коммутации. Будем считать коммутационные ключи идеальными, т.е. что коммутация в заданный момент времени  $t$  происходит мгновенно. При таких коммутациях ток в индуктивном элементе и напряжение на емкостном элементе в начальный момент времени после коммутации  $t_+$  такие же как в момент времени, непосредственно предшествовавший коммутации  $t_-$ . Эти условия получаются из законов коммутации.

Законы коммутации утверждают, что ток в индуктивном элементе и напряжение на емкостном элементе не могут изменяться скачком. Докажем сначала закон коммутации для индуктивного элемента. Предположим, что в течение интервала времени от момента  $t_1$  до момента  $t_2$  ток в индуктивном элементе изменяется от значения  $i_L(t_1)$  до значения  $i_L(t_2)$  При этом средняя



мощность изменения энергии магнитного поля индуктивного элемента будет равна  $\frac{\Delta W_M}{\Delta t} = \frac{Li_L^2(t_2) - i_L^2(t_1)}{t_2 - t_1}$

Если интервал времени  $\Delta t = t_2 - t_1$ , в течение которого происходит изменение тока в индуктивном элементе, стремится к нулю и  $i_L(t_2) \neq i_L(t_1)$  то средняя мощность изменения энергии магнитного поля стремится к бесконечности.

Так как цепей бесконечно большой мощности не существует, то *изменение тока в индуктивном элементе скачком невозможно*. Этот вывод и является законом коммутации для индуктивного элемента, который можно записать в следующем виде:

$$i_L(t_-) = i_L(t_+) \quad (1)$$

где  $t$  - момент времени, в который произошла коммутация в цепи.

Закон коммутации для емкостного элемента легко получить по аналогии с доказанным законом коммутации для индуктивного элемента. Действительно, сравнивая выражения для энергии магнитного поля индуктивного элемента  $W_M = \frac{Li_L^2}{2}$  и энергии электрического поля емкостного элемента  $W_E = \frac{Cu_C^2}{2}$ , **видим**, что относительно тока  $i_L$  и напряжения  $u_C$  они аналогичны. Следовательно, анализ энергетических процессов в емкостном элементе приведет к выводу: *изменение напряжения на емкостном элементе скачком невозможно*, т.е.

$$u_C(t_-) = u_C(t_+) \quad (2)$$

где  $t$  - момент времени, в который произошла коммутация в цепи.

Те же законы коммутации следуют из соотношении  $u_L = L \frac{di_L}{dt}$  и  $i_C = C \frac{du_C}{dt}$

$i_C = C$ , так как при изменении скачком тока  $i_L$  и напряжения  $u_C$  получаются бесконечно большие значения напряжения  $u_L$  и тока  $i_C$ , что нарушает выполнение законов Кирхгофа/

Токи в индуктивных элементах  $i_L(t)$  и напряжения на емкостных элементах  $u_C(t)$  и напряжения на емкостных элементах  $u_C(t)$  непосредственно перед коммутацией называются **начальными условиями**. Если токи в индуктивных элементах и напряжения на емкостных элементах цепи в момент времени  $t$  равно нулю, т.е.  $i_L(t_-) = 0$ ;  $u_C(t_-) = 0$  то эти условия

называются нулевыми **начальными условиями**. В противном случае получаются **ненулевые начальные условия** [2].

В настоящей работе изучается цепь с двумя накопителями энергии - индуктивностью и емкостью. Такие электрические цепи называют цепями второго порядка. Такая RLC - цепь изображена на рис. 1.

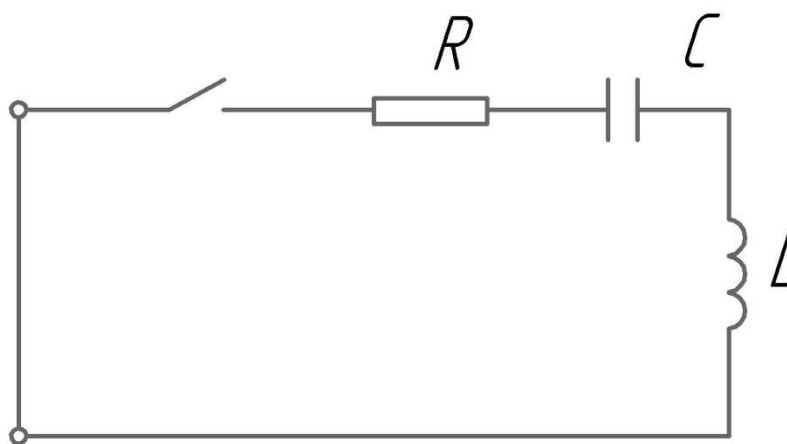


Рисунок 1 – Цепь RLC

Согласно закону напряжений Кирхгофа сумма падений напряжений на элементах цепи равна напряжению внешнего сигнала:  $u_l + u_R + u_C = u$ .

Справедливы также формулы  $u_R = iR$ ,  $u_L = L \frac{di}{dt}$ ,  $u_C = \frac{q_C}{C} = \frac{1}{C} \int idt$ ,  $i = C \frac{du_C}{dt}$ . В качестве независимой переменной выберем напряжение на конденсаторе  $u_C$

$$L \frac{d^2 u_C}{dt^2} + R \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{C} u_C = u \quad (3)$$

Полученное уравнение является линейным неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами (параметрами),

Дифференциальное уравнение – это уравнение относительно искомой переменной и её производных:

$$\frac{d^n x(t)}{dt^n} + \frac{d^{n-1} x(t)}{dt^{n-1}} + \dots + \frac{dx(t)}{dt} = y(t) \quad (4)$$

где  $x(t)$  - искомая переменная, представляющая собой решение дифференциального уравнения;

$y(t)$  - вынуждающая, определяемая наличием в цепи источников электрической энергии [3].

Как известно из теории дифференциальных уравнений его решение находится как сумма двух составляющих:  $u_C = u_{C_{CB}} + u_{C_{пр}}$ . Где первая составляющая  $u_{C_{CB}}$  представляет собой общее решение соответствующего однородного уравнения.

$$L \frac{d^2 u_{C_{CB}}}{dt^2} + R \frac{du_{C_{CB}}}{dt} + \frac{1}{C} u_{C_{CB}} = 0 \quad (5)$$

Эта составляющая определяет свободные процессы, которые протекают в цепи без участия источника  $u(t)$  (отсюда индекс «св»). Вторая составляющая  $u_{C_{пр}}$  есть частное решение уравнения (5), определяет принудительный процесс (отсюда индекс «пр»), который протекает под влиянием источника  $u(t)$ . Обычно  $u_{C_{пр}}$  проще найти для установившегося

режима цепи.

Для определения свободной составляющей  $u_{CB}$  решают характеристическое уравнение

$$Lp^2 + Rp + \frac{1}{C}p = 0 \quad (6)$$

Для активно - индуктивных цепей  $P = \frac{R}{L}$

Для активно - ёмкостных цепей  $P = -\frac{1}{RC}$

На исследуемую схему периодически подаются импульсы, и цепь непрерывно находится в режиме переключения. Частота выбирается таким образом, чтобы за время одного импульса переходный процесс успел закончиться. В результате цепь находится в переходном режиме с ненулевыми начальными условиями.

Если цепь  $r, L, C$  присоединяется к источнику синусоидальной э.д.с  $E_m \sin(\omega t + \psi)$ , то установившийся ток равен:  $i_y = I_m \sin(\omega t + \psi - \varphi)$  и переходный ток согласно равен:

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi - \varphi) + A_0 e^{P_1 t} + A_1 e^{P_2 t}$$

Кривые установившегося, свободного и переходного токов при апериодическом и колебательном процессах показаны в виде примера на рис. 2.

Частота установившегося тока равна частоте источника синусоидального напряжения, свободный же ток при  $\delta < \omega_0$  изменяется с собственной частотой цепи  $\omega_{CB}$ . Частота  $\omega_{CB}$  может быть в зависимости от параметров  $r, L$  и  $C$  меньше, больше или равна частоте  $\omega$ .

Свободные колебания тока накладываются на установившийся ток и затухают пропорционально множителю  $e^{-\delta t}$ , По мере затухания свободного тока кривая переходного тока приближается к кривой установившегося тока.

Для выполнения эксперимента необходимо собрать схему для исследования переходных процессов в цепи  $RLC$  (рис. 3). Для питания схемы используется генератор ГЗ-111, выход которого замкнут на постоянный резистор сопротивлением 100 Ом. В качестве переменного сопротивления применяется магазин сопротивлений измерительный Р 33. Значит, активное сопротивление цепи  $K$  равно показаниям на магазине сопротивлений плюс 100 Ом. Установить на магазине максимальное сопротивление 99999,9 Ом, подготовить осциллограф к работе.

По полученным экспериментальным данным определить частоту собственных колебаний контура  $\omega_{CB} = \frac{2\pi}{T}$  По известной величине сопротивления  $R$  вычислить  $\omega_0, L$  и  $C$  цепи, используя выражение

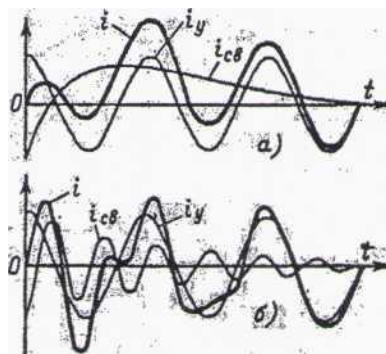


Рисунок 2 – Аперриодический (а) и колебательный(б) процессы при включении в R, L, C синусоидальной ЭДС

Для цепей, содержащих резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности свободное значение тока определяют иначе. Указанная цепь описывается дифференциальным уравнением второго порядка, решением которого является следующее выражение

$$i_{CB} = A_0 e^{P_1 t} + A_1 e^{P_2 t}$$

$$\text{где } P_1 = -\frac{R}{2L} + \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}, P_2 = -\frac{R}{2L} - \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}; \quad (7)$$

В случае, если подкоренное выражение положительно или равно нулю процесс носит экспоненциальный характер. Если дискриминант равен «0», то  $i_{CB} = (A_1 + A_2 t) e^{Pt}$

В случае, когда подкоренное выражение отрицательное процесс носит колебательный характер, затухающий во времени по экспоненте.

$$i_{CB} = A e^{\alpha t} \sin(\omega_0 t + \psi), \quad (8)$$

$$\text{где } \alpha = -\frac{R}{2L}, \omega_0 = \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}.$$

Начальные значения тока и напряжения в момент коммутации позволяют определить величины  $A_0$  и  $A_1$ ,  $A$  и  $\psi$ .

Принуждённая составляющая тока и напряжения определяется точно так же, как и в ранее рассмотренных случаях.

Ток и напряжение переходного процесса определяется как сумма свободных и принуждённых составляющих. [4]

Экспериментальные исследования переходных процессов в электрических цепях являются более сложными, чем изучение установившихся режимов. Это связано с тем, что длительность переходных процессов очень мала (десятые и сотые доли секунды), в связи с чем использовать обычные амперметры и вольтметры оказывается невозможно. Кроме того, после коммутации переходный процесс протекает однократно, что требует для его регистрации использовать приборы, способные запоминать измерительную информацию (шлейфовые и запоминающие осциллографы, самописцы, процессорные системы). Впрочем, для исследования переходных процессов может быть использован и обычный осциллограф. Для этого ключ (лучше

электронный), находящийся в схеме, должен периодически замыкаться и размыкаться

Частота срабатывания ключа выбирается таким образом, чтобы за время между коммутациями переходный процесс успел закончиться. Тогда в цепи постоянно будут чередоваться два переходных процесса: один после замыкания ключа, другой - после размыкания. Осциллограф может быть настроен таким образом, что изображение будет неподвижным и можно наблюдать оба процесса одновременно или один по выбору. При использовании ключа необходимо решить ряд вопросов, касающихся структуры схемы, например, организация пути для тока разряда конденсатора при размыкании ключа и некоторые другие.

Для исследования переходных процессов может быть применен генератор синусоидальных колебаний импульсов, именно этот вариант используя выражение  $\delta = \frac{R}{2L}$ ,  $\omega_{CB} = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ ,  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  рассчитать критическое сопротивление  $R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$

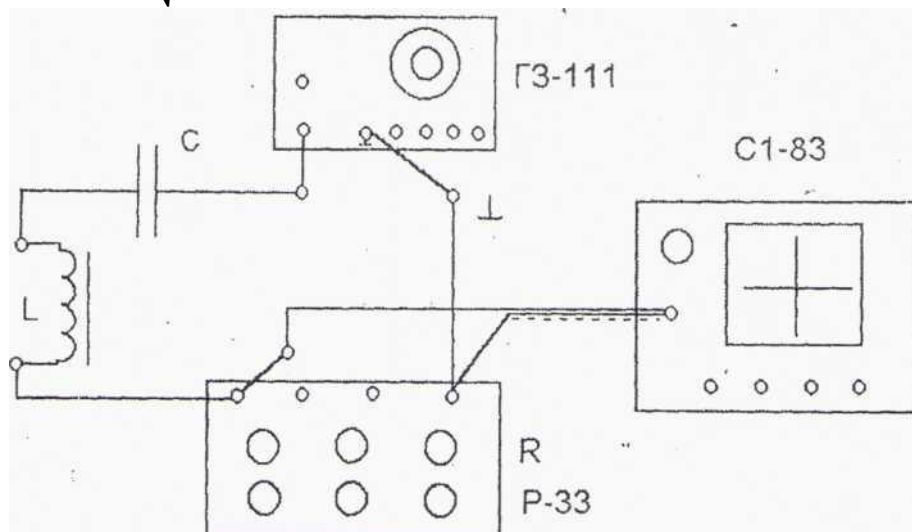


Рисунок 3 – Схема для исследования цепи КВ8

Изложенный вариант изучения переходных процессов в линейных электрических цепях по нашему мнению будет являться хорошим методическим пособием при изучении этого курса студентами бакалавров обучающимися по направлениям 35.03.06 «Агроинженерия» и 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехнология».

#### **Библиографический список**

1. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: Учеб. пособие. - Новосибирск: НГТУ, М.: МИР: «Издательство АСТ», 2003. -283с.
2. Касаткин А.С., Немцов М.В., Электроника. - 9-е изд., стер. - М: Издательский центр «Академия», 2005. С. 129 - 132.
3. Жаворонков М.А., Кузин А.В. Электротехника и Электроника 3-е изд., стер. - М: Издательский центр «Академия», 2010 - 400с.

4. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники, Линейные электрические цепи: Учебное пособие. 7-е изд., стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2009. - 592С.: ил.

5. Воробьев, А.Э. Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и в промышленном производстве [Текст] / А.Э. Воробьев, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – №2. – С.169-174.

6. Фатьянов, С.О. Режимы работы батарей статических конденсаторов в сетях 110 кВ [Текст] / С.О. Фатьянов, И.О. Маслов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – №1. – С.227-232.

УДК 621.314.212

*Глазунов Д.С.,  
Кулешова О.А.,  
Пустовалов А.П., д.б.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГРЕВА И СУШКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

От нормального электроснабжения при высоком уровне электрификации эффективность работы предприятий зависит, в частности, от исправной работы одного из существенного элемента энергосистемы – от трансформатора. Например, состояние его изоляции является одним из факторов надежной работы трансформатора. В этой связи после монтажа, а также в процессе его функционирования периодически проверяется у трансформатора состояние изоляции. Одним из способов улучшения изоляционных свойств обмоток трансформаторов является его подсушка [1-6].

**Цель работы** состоит в исследовании современного способа нагрева методом короткого замыкания на низкой частоте трехфазных силовых трансформаторов.

При монтаже, эксплуатации и ремонте трансформаторов часто возникает необходимость прогрева и сушки их активной части [2,6]. Прогрев и сушка достаточно сложные и трудоемкие процессы, требующие специального технологического оборудования, связанные со значительными затратами времени и энергии [1,2]. Проведение этих работ в нестационарных условиях еще больше усложняется. Прогрев трансформаторов перед вводом в эксплуатацию, как правило, осуществляется именно в таких условиях. Если измерения изоляционных характеристик, проводимые перед вводом трансформаторов в эксплуатацию или после ремонта, показали увлажнение изоляции, то ее надо высушить. Сушка должна быть произведена в кратчайшее

время. Поэтому нецелесообразно отправлять трансформатор на специализированное ремонтное предприятие, где он подолгу задерживается.

С существенно меньшими затратами средств и времени сушку можно произвести и непосредственно в мастерской предприятия РЭС. Как показала ремонтно-эксплуатационная практика, наиболее приемлемыми здесь способами прогрева и сушки являются те, в которых для нагрева используется электрический ток. Эти способы отличаются простотой их применения в нестационарных условиях, не вызывают особых затруднений [ 5].

Для прогрева трансформаторов на месте установки в настоящее время используют различные способы, в том числе нагрев токами короткого замыкания при частоте 50 Гц или нагрев токами нулевой последовательности, а также методом нагрева постоянным током [6].

Анализ процесса нагрева показал, что возможное изменение превышения температуры обмотки (рисунок 1) представляется двумя экспонентами, одна из которых обусловлена постоянной времени обмотки, а вторая постоянной времени масла. Температура обмоток в первое время растет существенно, и ее скорость связана с постоянной нагрева обмоток, которая очень мала по сравнению с постоянной времени масла (составляет несколько процентов). Затем, по мере увеличения разности температур обмотки и масла все больше теплоты передается обмоткой маслу, и температура нагрева обмотки снижается [3].

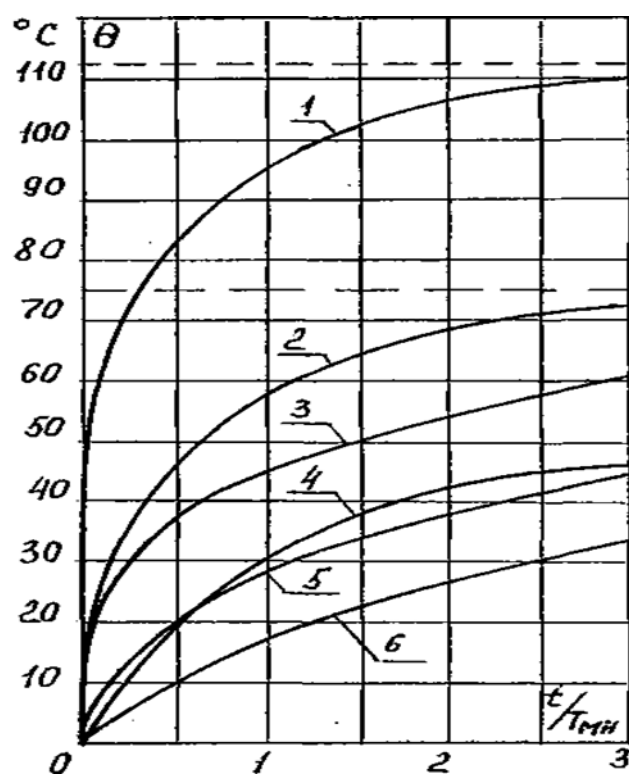


Рисунок 1 – Превышения изменений температуры различных обмоток (1,2,3,5) и масла (4,6) при нагреве коротким замыканием (2,4,5,6) и постоянным током (1,3,4,6) для утепленного (3,5,6) и неутепленного (1,2,4) трансформаторов

Постоянная времени практически не зависит от изменения удельных

теплоемкостей обмоток и масла. Практически одной экспонентой представляется превышение температуры масла, которая обусловлена постоянной времени масла; она большая, и температура масла растет медленно. На постоянную времени масла не оказывают влияния теплофизические параметры обмоток, поэтому линии изменения процесса нагрева масла с одинаковой постоянной времени для обоих способов нагрева совпадают, в то время как кривые нагрева обмоток очень различаются.

Постоянная времени масла зависит от удельной теплопередачи масла и при ее уменьшении (утеплении трансформатора) увеличивает постоянную времени масла. Следовательно, понижая нагрев постоянным током полученную температуру обмоток путём утепления бака, можно повышать время процесса нагрева трансформатора.

По линиям нагрева в разных условиях для одного и того же полученного превышения температуры масла, равного  $+50^{\circ}\text{C}$  (рисунок 1), можно выявить разность температур обмоток и масла  $\theta_{\text{ом}}$ . Рисунок 2 представлена такая разность, по которому видно, что в первое время разность температур растет достаточно быстро, достигает максимума, несущественно превышающего установившееся значение, а затем постепенно уменьшается до установившегося значения [3].

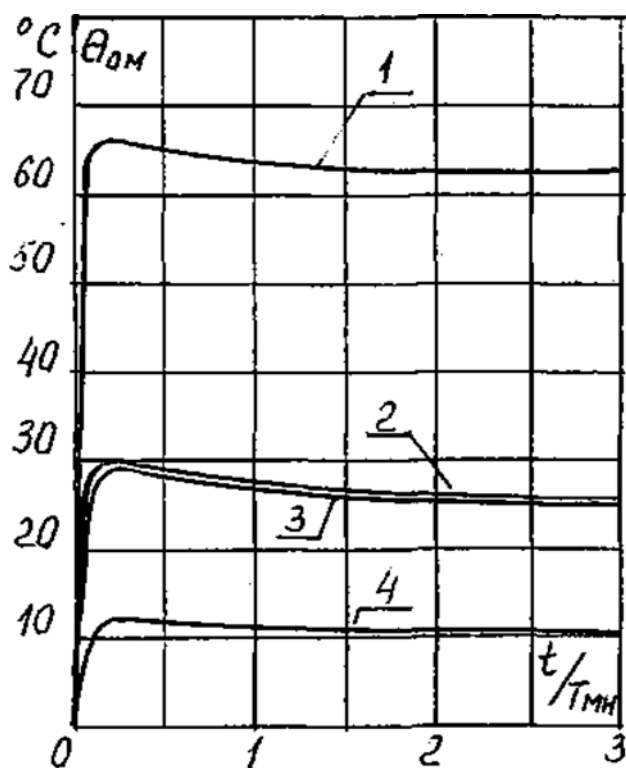


Рисунок 2 – Изменение разности температур масла и обмоток при нагреве коротким замыканием (3,4) и постоянным током (1,2) для утепленного (2,4) и неутепленного (1,3)

По данным рисунка 2 при таких же условиях охлаждения бака (одинаковые значения удельных величин теплопередачи масла) разность температур обмотки и масла при нагреве постоянным током существенно



больше. Поэтому прогревающие и ненагревающие фазы обмоток имеют значительно отличающуюся температуру по сравнению с методом короткого замыкания, где температуры фаз обмоток практически одинаковы. Для уменьшения разности температуры обмоток и масла необходимо утеплить бак.

Таким образом, при сравнении нами методов нагрева трансформаторов, можно рекомендовать метод короткого замыкания на значениях частот порядка 1 Гц. Такой метод дает возможность равномерно прогреть обмотки и позволяет без дополнительного утепления прогревать трансформаторы, что является значительным фактором при прогреве трансформаторов на месте их установки.

### ***Библиографический список***

1. Инструкция по эксплуатации трансформаторов. – М: ОАО «ФСК ЕЭС», 2010. - 38 с.
2. Леонидова Н.Б. Исследование процесса сушки трансформаторной изоляции / Н.Б. Леонидова // Трансформаторостроение. - М., 1961. - С.221-232.
3. Фарбман С.А. Ремонт и модернизация трансформаторов /С.А.Фарбман, А.Ю. Бун. - М.: Энергия, 2012. - 554 с.
4. Филиппишин, В.Я. Монтаж силовых трансформаторов / В.Я. Филиппишин, А.С. Туркевич. - М.: Энергоиздат, 1981. - 432 с.
5. <http://leg.co.ua/transformatori/praktika/sushka-aktivnoy-chasti-silovyh-transformatorov.html>
6. <http://silovoytransformator.ru/stati/sushka-aktivnoy-chasti.htm>
7. Воробьев, А.Э. Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и в промышленном производстве [Текст] / А.Э. Воробьев, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – №2. – С.169-174.
8. Алексеев, В.А. Снижение энергоёмкости ОАО «Промтрактор» [Текст] / В.А. Алексеев, В.С. Артемьев, С.П. Колосьев // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – №1. – С. 21-26.

**УДК: 628.931**

*Рычажков Д.И.,  
Фатьянов С.О. к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ*

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ ПРИ ВНУТРЕННЕМ МОНТАЖЕ**

Статья посвящена анализу конкретных проблем, возникающих при монтаже осветительного электрооборудования, используемого в помещениях сельскохозяйственного назначения.

Необходимость разработки методики испытаний внутреннего монтажа светильников, в том числе - люминесцентных, следует из требований к электрическому монтажу светильников [1, с. 9].

Во-первых, по ГОСТ Р МЭК установлены только минимальные требования [2, с. 27] к внутреннему монтажу, ориентированные на мощность светильника при нормальной эксплуатации. Внесение новых дополнительных требований и, соответственно, методов испытаний в эти стандарты проблематично. Тем не менее, хорошо известна сложность и неоднозначность механизмов аварийных режимов электропроводок.

Во-вторых, светильники представляют собой зачастую достаточно сложное изделие и это послужило основанием для разработки специальных норм пожарной безопасности. В соответствии с общей тенденцией этот документ в настоящее время является добровольным, поскольку он не включен в основной нормативный документ [1, с. 12] по обязательной сертификации продукции. О факторах, влияющих на пожарную безопасность светильников говорится во многих публикациях. Применительно к люминесцентным светильникам выделяют основные пожароопасные элементы - колбы ламп в районе цоколей, обмотки и корпуса пускорегулирующих аппаратов (ПРА), конденсаторы и провода. Существенно, что практически отсутствуют сведения о последствиях коротких замыканий в проводке люминесцентных светильников из-за теплового или механического нарушения изоляции. Представляется возможным возникновение режимов межвитковых коротких замыканий в электромагнитных ПРА и, особенно, выход из строя электронных ПРА. Следует учитывать также, что в эксплуатируемых светильниках с ЛЛ отсутствуют плавкие предохранители, а во вновь разрабатываемых светильниках требования НП не применяют из-за их необязательного статуса и крайних неудобств замены предохранителей в подвесных и потолочных светильниках.

В-третьих, необходимость испытаний внутренней проводки характерна и для светильников с лампами накаливания. Такая проблема стала очевидной в последнее время вследствие постоянно растущих и неконтролируемых поставок светильников и ламп накаливания из стран Азии [3, с. 85]. Проводка в таких светильниках бывает выполненной очень компактно, помещается в трубках с заливкой, применяются провода нестандартных сечений и др. Отдельного рассмотрения заслуживает вопрос отсутствия в лампах плавких предохранителей [4, с. 86].

Несмотря на отсутствие в международных стандартах и их российских аналогах прямых указаний на необходимость наличия в ЛН плавкого предохранителя, а также требований к конструкции предохранителя, во всех стандартах [2, с. 29] имеется метод испытаний на «специально вызванный

отказ», предназначенный для инициирования в лампе дугового разряда, часть которого и должен гасить плавкий предохранитель.

В последние годы (2010-2017 гг.) происходит постоянный рост поставок ламп накаливания китайского производства без плавких предохранителей с сертификатами соответствия, выданными лабораториями или не имеющими необходимого комплекса испытательного оборудования [4, с. 87] или использующими ненадлежащие схемы сертификации. С другой стороны признается, что испытания на специально вызванный отказ путем подачи высоковольтного импульса требует больших объемов выборок (более 50 шт.) и не гарантируют однозначного результата, в связи с возможностью одновременного разрушения тела накала в нескольких местах или полного обрыва тела накала. Метод не гарантирует появление только одного дефекта тела накала и обязательное образование дугового разряда в месте перегорания.

Не случайно обсуждается необходимость практической реализации нового метода испытаний, основанного на разрушении звена тела накала импульсным лазерным излучением. Анализ отечественных и зарубежных литературных источников, патентной и нормативно-технической документации показал, что альтернативный метод испытаний с использованием лазерного импульса не отработан технически, отсутствуют описания действующих испытательных установок.

Для реализации этого метода в практической деятельности прежде всего необходимо провести:

- расчетно-экспериментальное определение поглотительных характеристик вольфрамовых тел накала в инфракрасном диапазоне при вариации геометрии и температуры тел накала;

- выбор типа и конкретной модели лазера с учетом технико-экономических показателей;

- разработку, изготовление и наладку испытательной установки, обеспечивающей точную фокусировку и сканирование луча по поверхности тела накала, возможность перемещения лампы относительно оптической оси установки, защиту оптики от взрыва колбы;

- создание блока питания, обеспечивающего стабилизацию напряжения до 250 В при мощности лампы до 500 Вт, регистрацию токовых характеристик и хранение их в памяти ПЭВМ с возможностью оперативной выдачи протоколов испытаний;

- разработку рекомендаций по определению места приложения импульса лазерного излучения с целью обеспечения точности и воспроизводимости результатов испытаний;

- подготовку стандарта организации (СТО) на методику испытаний.

Констатируя явную неоднозначность вопроса безопасности ламп накаливания, отметим, что все испытания связаны с наличием внешних предохранителей на испытательных позициях и в установках, прерывающих ток более 16 - 25А при возникновении дугового разряда в лампе. Характерные результаты воздействия дугового разряда приведены на рисунке 1.

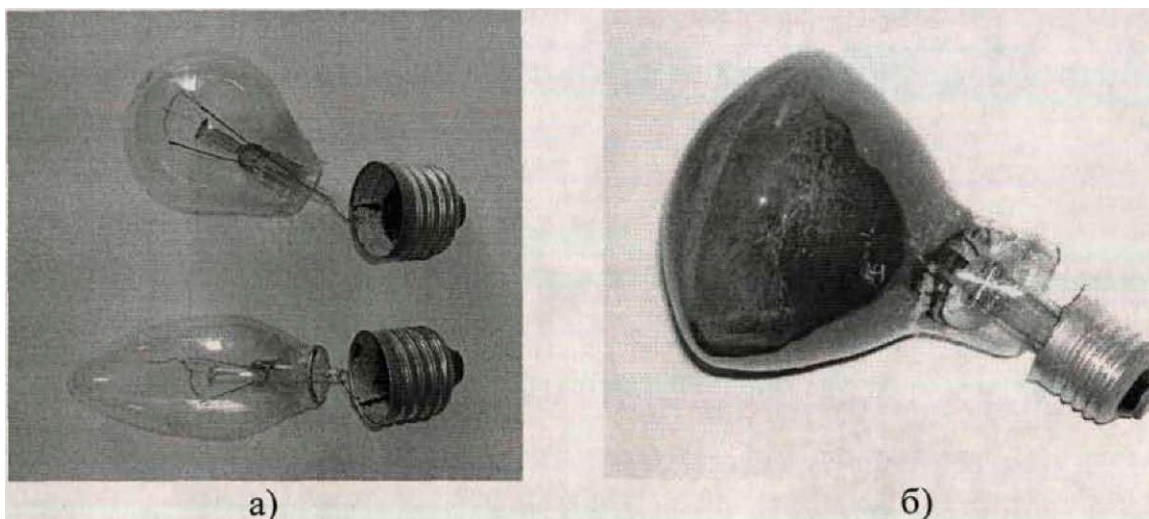


Рисунок 1 – Примеры физического разрушения конструкции лампы а) отделение колбы от цоколя вследствие деградации мастики, б) взрыв колбы вследствие резкого повышения давления

На практике возможны и до настоящего времени не оценивались аварийные и пожароопасные режимы эксплуатации светильника с ЛН, когда наблюдается сочетание нескольких факторов:

- а) в лампе горит дуговой разряд, и плавкий предохранитель отсутствуют;
- б) защитный автомат на входе в помещение (ферма, цех, склад, и т.д.) неисправен или рассчитан на очень большой ток (десятки ампер);
- в) проводка светильника выполнена проводами ненадлежащего (меньшего) сечения.

Наши оценки показывают, что время горения дугового разряда будет определяться, в общем случае, положением лампы в пространстве (горизонтальное, вертикальное цоколем вверх или вниз); составом и давлением газового наполнения; размерами монтажа; материалом внутренних звеньев вводов (никель или его сплавы); напряжением сети; величиной тока, который, в свою очередь зависит от сопротивления общей цепи (светильник + проводка в помещении + переходные сопротивления в контактах + сопротивление трансформатора).

#### ***Библиографический список***

1. Система сертификации ГОСТ Р. Номенклатура продукции, в отношении которой законодательными актами РФ предусмотрена обязательная сертификация. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. — 206 с.
2. ГОСТ Р МЭК 60064-99. Лампы накаливания вольфрамовые для бытового и аналогичного общего освещения. Эксплуатационные требования. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. - 70 с.
3. Ширчков, В.Н. Сертификация электротехнической продукции: Монография [Текст] / В.Н. Ширчков, А.И. Терешкин, Т.А. Рожкова, Н.В. Ширчков. - Саранск: СВМО, 2006. - 124 с.

4. Терешкин, А.И. Качество и безопасность источников света в интересах потребителя [Текст] / А.И. Терешкин, В.Н. Ширчков // Светотехника. - 2004. - №6. - С.86-87.

5. Фатьянов, С.О. Режимы работы батарей статических конденсаторов в сетях 110 кВ [Текст] / С.О. Фатьянов, И.О. Маслов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – №1. – С.227-232.

6. Алексеев, В.А. Повышение конкурентоспособности промышленных предприятий путём снижения затрат на энергоёмкость производства [Текст] / В.А. Алексеев, В.С. Артемьев, С.П. Колосьев // автоматизация и ИТ в энергетике. – 2017. – №4. – С. 46-52.

**УДК 519.87**

*Юдаев Ю. А., д.т.н.,  
Ашарина А. М.  
Крашилина Ю. Н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАСТЕНИЯ**

Статья посвящена анализу **влиянию электромагнитных полей на растения**. Электрическое поле (ЭП) атмосферы Земли является одним из факторов среды обитания. В естественных условиях биологические объекты находятся под его непрерывным воздействием. Оно действовало на наземные организмы на всем протяжении эволюции со времени выхода жизни на сушу. Однако в современной жизни человек часто сталкивается с условиями, в которых естественное ЭП атмосферы может экранироваться или искажаться, например: металлическими крышами домов, железобетонными зданиями, средствами транспорта и т.д. ЭП отсутствует также в подводных лодках, космических кораблях, где растениям в будущем отводится важная роль для регенерации газового состава, а также для пополнения продуктов питания [1-3]. Поэтому вопрос о биологической роли природных ЭП в жизни организмов и, в частности, растений является актуальным.

Влияние искусственного ЭП на растения, объясняется следующим. В процессе производственной деятельности человек часто попадает в условия со значительным понижением ЭП (например, в текстильной, деревообрабатывающей, электротехнической промышленности). В быту одежда, обувь, изготовленные из синтетических материалов, тоже являются источниками повышенных и неоднородных ЭП. В связи с широким применением электричества в народном хозяйстве растения также часто попадают в условия с повышенным ЭП. Например, растут вблизи высоковольтных линий электропередач. Поэтому актуальна проблема воздействия искусственных ЭП на растения. Ее решение может выявить роль

естественных ЭМП в жизни растений [4]. Влияние искусственного ЭП на растения изучено недостаточно, особенно это касается слабых и сверхслабых полей. Исследования в этом направлении должны дать ответ о величине порога чувствительности растений к ЭП и об уровне его вредного воздействия.

При воздействии на семена растений сельскохозяйственных культур электрическими полями различной интенсивности с различными энергетическими и частотными характеристиками возможно увеличение урожайности. В зависимости от величины поля можно получить эффект усиления или угнетения роста растений и прорастания семян. Вопросы механизмов влияния электрического поля на биологические объекты не изучены в полной мере. Необходимо определить порог чувствительности и порог вредного воздействия электрических полей на растения. При проведении экспериментов по воздействию электрического поля на семена важно учитывать характер распределения поля в пространстве. Неравномерность распределение может существенно исказить результаты экспериментов и привести к не правильным выводам. Цель работы визуализация электрических полей, основанная на численном моделировании. Проведены численные исследования распределения потенциала и напряженности электрического поля в системе электродов. Разработана компьютерная программа, позволяющая моделировать электрические поля в установках с любой геометрией облучателей. Определено, что распределение электрического поля в квадратных облучателях может на порядок отличаться от значений в разных частях облучателя. Приведены результаты численных исследований и основные математические формул. Приводится метод расчета электрического поля с фиксированными узлами на иррегулярных сетках. Даны расчетные выражения для случая границы раздела двух сред. Приводится критерий устойчивости расчетной схемы. Сравняется быстродействие различных методов. Проведенные численные исследования показывают, что при искусственном воздействии электрических полей на семена растений необходимо учитывать неравномерность электрического поля. Величина электрического поля, в приведенной системе облучателя, изменяется в рабочей зоне на порядок. Такое различие может существенно влиять на всхожесть семян.

Повышение всхожести семян и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур предполагают поиски новых методов воздействия на посадочный материал и оптимизацию уже известных методов активирования ростовых процессов. Одними из таких методов является воздействие.

Электрические поля условно делятся на сверхслабые - менее  $1 \text{ В/м}$ , слабые с напряженностью от  $1$  до  $10^4 \text{ В/м}$ , и сильные - более  $10^4 \text{ В/м}$  [1].

Влияние электрического поля на растения изучено недостаточно. Исследования в этом направлении должны дать ответ о величине порога чувствительности растений и семян, о диапазоне его полезного и вредного воздействия. [2].

В работах многих ученых отмечается, что в зависимости от величины поля можно получить эффект усиления или угнетения роста растений и прорастания семян. Например, напряженность от 500 В/м до 2500 В/м не изменяет всхожесть семян хвойных пород, но увеличение напряженности до 200 кВ/м уменьшает всхожесть прорастающих семян до 40% [3].

Исследования, проведенные под линиями ЛЭП показали, что при электрических полях с напряженностью 15-60 кВ/м и частоте 50 Гц на поверхности земли под линиями было обнаружено уменьшение общей численности беспозвоночных. При 60 кВ/м - разряжение травостоя и замедление темпов развития растений на 10-20 %. После 10-летней эксплуатации ЛЭП 500 кВ (10-14 кВ/м) обнаружено повышение частоты аберраций до 20 % у некоторых видов растений [4].

Электрическое поле напряженностью 600 кВ/м с экспозицией 1-3 с повышает полевую всхожесть семян яровой пшеницы на 17-22 % существенно увеличивает энергию прорастания, водопоглотительную способность, интенсивность дыхания проростков и продуктивность фотосинтеза растений.

Вопросы механизмов влияния электрического поля на биологические объекты, в частности, на растения и семена не изучены в полной мере. Необходимо определить порог чувствительности и порог вредного воздействия электрических полей на растения.

При проведении экспериментов по воздействию электрического поля на семена и растения очень важно учитывать характер распределения поля в пространстве. Неравномерность распределение может существенно исказить результаты экспериментов и привести к не правильным выводам [5].

### ***Библиографический список***

1. Чуваев П.П. Влияние слабых и сверхслабых магнитных полей на одноклеточные растения различных ботанических типов и классов [Текст] / П.П. Чуваев, А.И. Арнаутова, Н.А. Крюков // Тезисы докладов II зонального симпозиума по бионике. - Минск, 1967. - С. 107-108.

2. Стаканов В.Д. Некоторые аспекты действия постоянного электрического поля и тока на древесные растения [Текст] / В.Д. Стаканов, Л.И. Голомозова // В сб.: Средообразующая роль леса. - Красноярск, 1974. - С. 121-132.

3. Карташев А.Г. Экологическая оценка переменного электрического поля ЛЭП [Текст]/ А.Г. Карташев, Г.Х. Плеханов // В сб.: Тезисы докл. Всесоюзного симпозиума «Биологическое действие электромагнитных полей». - Пущино, ОНТИ НЦБИ АН СССР. - 1982. - С. 95-100.

4. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы в электрическом поле постоянного тока [Текст]/ З.М. Хасанова, Р.Р. Ахметов, Ш.Я. Гелязетдинов [и др.] // Электронная обработка материалов. - 1972. - №4. - С. 71-77.

5. Численные исследования распределения электрического поля в системе электродов при воздействии на семена растений [Текст]/ Ю. А Юдаев, Т.В.

УДК 519.87

Юдаев Ю. А., д.т.н.,  
Аксенов Д. О.  
Гаврикова Е. Ю.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ОБЛУЧАТЕЛЯХ СЕМЯН

Для увеличения всхожести семян применяются методы, связанные с облучением посевного материала в электрических и магнитных полях [1].

Расчету электрического поля посвящено большое количество работ. Предложены различные методы расчета. В данной работе рассматривается метод расчета конечными разностями в цилиндрической и прямоугольной системах координат [2]. Простота метода и его эффективность сделали его наиболее популярным для расчета многих задач математической физики. К недостаткам этого метода можно отнести сложность и неоднозначность описания геометрии области моделирования. Наиболее эффективным способом разбиения расчетной области является метод послойного разбиения [3]. Его можно условно разделить на три основных этапа.

Расчетные схемы дискретизации уравнения Лапласа уже получены и приводятся в литературе. Расчетные схемы для расчета на иррегулярных узлах сетки в цилиндрической системе координат имеют вид

$$C_1 U_{i+1,j} + C_2 U_{i-1,j} + C_3 U_{i,j+1} + C_4 U_{i,j-1} - C_5 U_{i,j} = 0, \quad (1)$$

где  $C_1 = 1$ ,  $C_2 = hz_2 / hz_1$ ,  $C_5 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$ ,

$$C_3 = \frac{(hz_1 + hz_2)hr_2}{(hr_1 + hr_2)hz_1} (1 + 0.5hr_1/r), \quad C_4 = \frac{(hz_1 + hz_2)hr_2}{(hr_1 + hr_2)hz_1} (1 - 0.5hr_2/r).$$

Нами получены расчетные схемы для расчета на границе раздела двух сред на иррегулярных точках. В основу вывода положены граничные условия вида:

$$\varepsilon_1 \frac{\partial U}{\partial z} \Big|_0 - \varepsilon_2 \frac{\partial U}{\partial z} \Big|_0 = \sigma / \varepsilon_0; \quad \varepsilon_1 \frac{\partial U}{\partial r} \Big|_0 - \varepsilon_2 \frac{\partial U}{\partial r} \Big|_0 = \sigma / \varepsilon_0, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  – относительная диэлектрическая проницаемость;

$\sigma$  – поверхностная плотность зарядов.

Рассмотрим случай, когда граница раздела двух сред проходит по оси  $z$  (рисунок 1).

Подставим в граничное условие (2) конечно-разностную аппроксимацию первой производной на иррегулярных узлах расчетной сетки. Выражение будет иметь следующий вид:



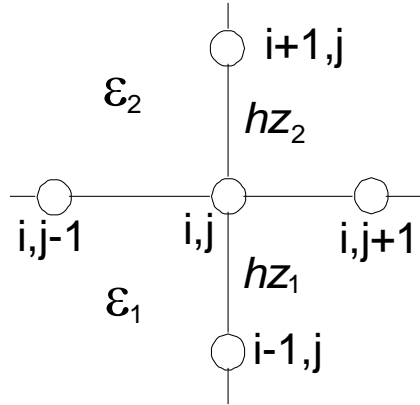


Рисунок 1 – Расчетные узлы

$$\begin{aligned} & \varepsilon_1 \left( (Y_{i+1,j} - Y_{i,j}) hz_1 / hz_2 - (Y_{i-1,j} - Y_{i,j}) hz_2 / hz_1 \right) - \\ & \varepsilon_2 \left( (Q_{i+1,j} - Q_{i,j}) hz_1 / hz_2 - (Q_{i-1,j} - Q_{i,j}) hz_2 / hz_1 \right) = \\ & \sigma (hz_1 + hz_2) / \varepsilon_0. \end{aligned}$$

Исключим не имеющие физического смысла члены  $Y_{i+1,j}$ ,  $Q_{i-1,j}$ , входящие в это выражение. Для этого выразим их через соотношение (1). Они будут иметь вид:

$$\begin{aligned} Y_{i+1,j} &= -(C_2 U_{i-1,j} + C_3 U_{i,j+1} + C_4 U_{i+1,j} - C_5 U_{i,j}) / C_1, \\ Q_{i-1,j} &= -(C_1 Q_{i+1,j} + C_3 Q_{i,j+1} + C_4 Q_{i+1,j} - C_5 Q_{i,j}) / C_2. \end{aligned} \quad (3)$$

Для дальнейших расчетов учтем, что вследствие непрерывности функции распределения потенциала для точек лежащих на границе раздела двух сред, будут справедливы равенства:

$$\begin{aligned} Y_{i,j} = Q_{i,j} = U_{i,j}; \quad Y_{i,j+1} = Q_{i,j+1} = U_{i,j+1}; \quad Y_{i,j-1} = Q_{i,j-1} = U_{i,j-1}; \quad Y_{i-1,j} = U_{i-1,j}; \\ Q_{i+1,j} = U_{i+1,j}. \end{aligned} \quad (4)$$

Подставим уравнения (3) в выражение (2), учитывая условия (4). После несложных преобразований можно получить расчетную схему в виде

$$\begin{aligned} C_1 \varepsilon_2 f_1 U_{i+1,j} + C_2 \varepsilon_1 f_1 U_{i-1,j} + C_3 U_{i,j+1} + C_4 U_{i+1,j} - (C_5 + f_2) U_{i,j} &= \sigma f_3, \\ \text{где } f_1 &= (C_2 + C_1 hz_2^2 / hz_1^2) / (\varepsilon_1 C_2 + \varepsilon_2 C_1 hz_2^2 / hz_1^2); \\ f_2 &= C_1 C_2 (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) (1 - hz_2^2 / hz_1^2) / (\varepsilon_1 C_2 + \varepsilon_2 C_1 hz_2^2 / hz_1^2); \\ f_3 &= C_1 C_2 (hz_2 / hz_1) (hz_2 + hz_1) / (\varepsilon_1 C_2 + \varepsilon_2 C_1 hz_2^2 / hz_1^2) / \varepsilon_0. \end{aligned}$$

Полученные соотношения позволяют рассчитать потенциал электрического поля на границе раздела двух сред по оси  $z$  на иррегулярной сетке. В случае границы раздела двух сред по оси  $r$  расчетные уравнения принимают вид

$$\begin{aligned} C_1 U_{i+1,j} + C_2 U_{i-1,j} + C_3 \varepsilon_2 f_1 U_{i,j+1} + C_4 \varepsilon_1 f_1 U_{i,j-1} - (C_5 + f_2) U_{i,j} &= \sigma f_3, \\ \text{где } f_1 &= (C_4 + C_3 hr_2^2 / hr_1^2) / (\varepsilon_1 C_4 + \varepsilon_2 C_3 hr_2^2 / hr_1^2); \end{aligned}$$

$$f_2 = C_3 C_4 (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) (1 - hr_2^2 / hr_1^2) / (\varepsilon_1 C_4 + \varepsilon_2 C_3 hr_2^2 / hr_1^2);$$

$$f_3 = C_3 C_4 (hr_2 / hr_1) (hr_2 + hr_1) / (\varepsilon_1 C_4 + \varepsilon_2 C_3 hr_2^2 / hr_1^2) / \varepsilon_0.$$

Численные схемы для расчета в декартовой и цилиндрической системе координат при равномерном шаге разбиения расчетной области остаются устойчивыми при любых значениях шага разбиения. При расчете в цилиндрической системе координат на иррегулярных сетках наблюдается процесс расходимости. Можно показать, что критерий устойчивости расчетной схемы (1) имеет вид  $1 - 0.5hr_2 / r \geq 0$ . Этот критерий приводит к ограничению выбора шага разбиения области, находящейся с правой стороны от иррегулярной точки по оси  $r$ . Для обеспечения устойчивости итерационного процесса такой шаг разбиения должен удовлетворять условию  $hr_2 \leq 2r$ .

Проверим критерий устойчивости для численной схемы, учитывающей наличие границы двух сред по оси  $r$ . Для проверки будем использовать принцип максимума, описанный в работе [2]. Согласно этому принципу расчетная схема будет оставаться устойчивой при выполнении следующих условий:

$$C_3 f_1 \geq 0; C_4 f_1 \geq 0; C_5 + f_2 \geq 0.$$

Анализ этих неравенств приводит к условиям для выбора шага разбиения  $hr_1$ ,  $hr_2$ , при которых наблюдается неустойчивость итерационного процесса. Эти условия имеют вид

$$hr_1 \geq 8r(1 + \sqrt{1 + \varepsilon_1 / \varepsilon_2}) \varepsilon_2 / \varepsilon_1 \text{ при } hr_2 > 2r, hr_2 \geq 2r.$$

При анализе этих условий можно отметить, что процесс расходимости наблюдается при выполнении второго условия. На основании этого можно сделать следующий вывод: расчетные схемы обладают численной неустойчивостью; критерий устойчивости не зависит от значений диэлектрических проницаемостей материала и определяется выражением  $hr_2 \leq 2r$ . Экспериментальные данные подтверждают этот вывод.

Моделирование распределения электрического поля проводилось для облучателя, представляющего собой трубу квадратного сечения размером 50x50 см. Одинаковый потенциал подавался на противоположные электроды. Расчет проведен для постоянного напряжения. На нижнем и верхнем электроде - нулевой потенциал, на правом и левом 10 кВ. На рисунок 2 показано распределения потенциала в расчетной области. На рисунок 3 приведено распределение электрического поля в системе электродов.

Проведенные численные исследования показывают, что при искусственном воздействии электрических полей на семена растений необходимо учитывать неравномерность электрического поля. Результаты моделирования показывают, что величина электрического поля в приведенной системе облучателя изменяется в рабочей зоне на порядок. Такое различие может существенно сказываться на всхожести семян.

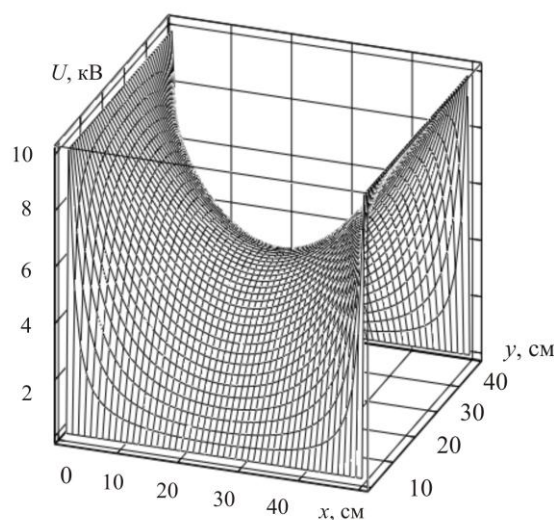


Рисунок 2 – Распределения потенциала в расчетной области

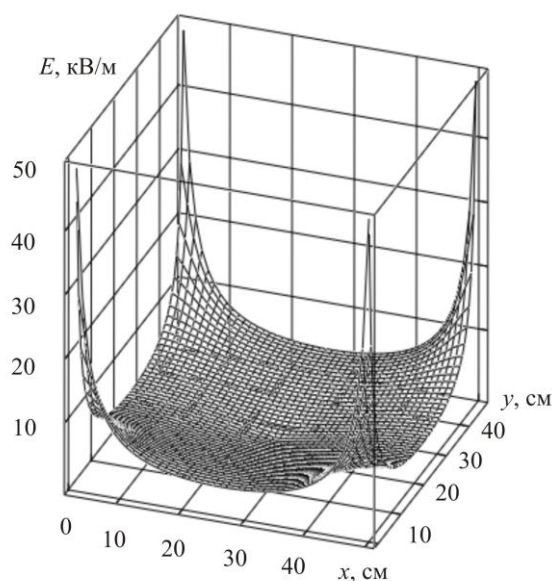


Рисунок 3 – Распределения напряженности электрического поля

Разработанный алгоритм и программное обеспечение моделирования электрических полей позволит исследовать поля в облучателях с произвольной системой электродов [2].

#### ***Библиографический список***

1. Чуваев П.П. Влияние слабых и сверхслабых магнитных полей на одноклеточные растения различных ботанических типов и классов [Текст] / П.П. Чуваев, А.И. Арнаутова, Н.А. Крюков // Тезисы докладов II зонального симпозиума по бионике. - Минск, 1967. - С. 107-108.

2. Численные исследования распределения электрического поля в системе электродов при воздействии на семена растений [Текст]/ Ю. А Юдаев, Т.В.

Кожанова, М. Ю. Юдаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 4.

3. Антошкин В. А., Юдаев Ю. А. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2000610404 от 19.05.2000.

УДК 625.7; 625.71.8

*Борычев С.Н., д.т.н., профессор,  
Колошеин Д.В., к.т.н.  
Попова В.О., к.т.н.,  
Ждарыкина Е.Э.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ СЕРОАСФАЛЬТОБЕТОНА

Протяженность автомобильных дорог в Российской Федерации составляет 1452,2 тыс. км, из которых 51,9 тыс. км – дороги федерального значения, 515,8 тыс. км – дороги регионального значения, 884,5 тыс. км – дороги местного значения [1, 2].

Президент РФ В.В. Путин в своем получении «О совершенствовании сети автомобильных дорог в целях комплексного освоения и развития территорий Российской Федерации» отмечает, что: «Развитие скоростных автомагистралей – важное направление. Полагаю, что Правительству нужно подумать о разработке специальной программы развития скоростных магистралей и о механизмах поддержки таких проектов на региональном и муниципальном уровне».

Структура автомобильных дорог Рязанской области по формам собственности отображена на рисунке 1 [3, 4], из которого видно, что протяженность автомобильных дорог Рязанской области составляет [2]:

- автомобильных дорог общего пользования – 14303 км, в том числе:
- федеральных – 510,2 км;
- региональных или межмуниципальных – 6538,2 км;
- местных – 7254,6 км.

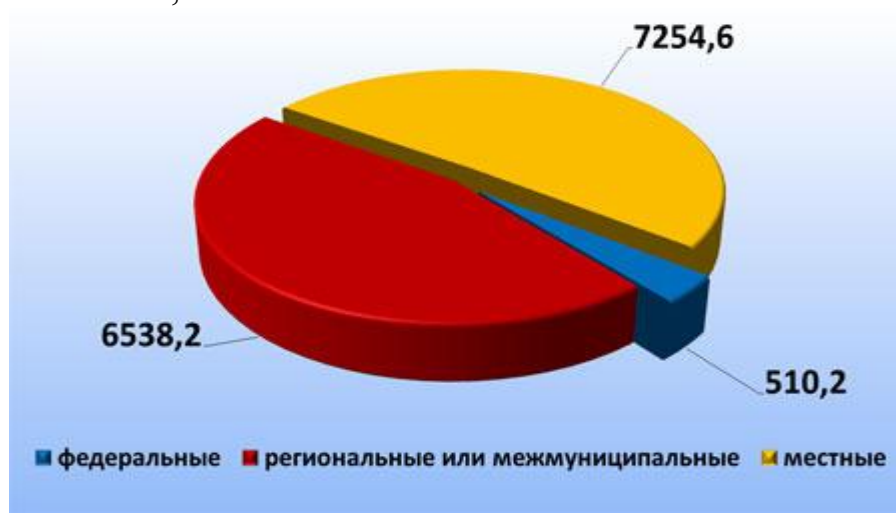


Рисунок 1 – Структура автомобильных дорог Рязанской области

На рисунке 2 показан анализ состояния дорожной сети Рязанской области

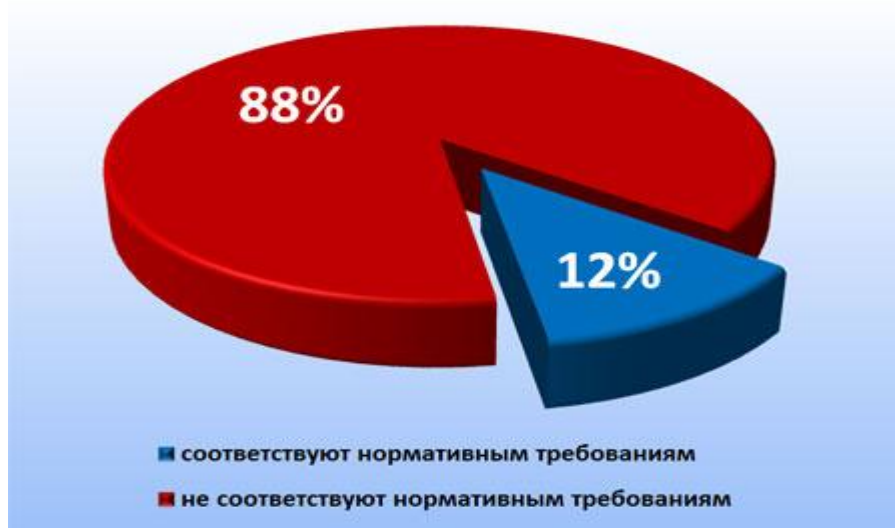


Рисунок 2 – Состояние автомобильных дорог в Рязанской области

Серасфальтобетон обеспечивает улучшение качества дорожных покрытий, повышение срока их службы, а также снижение себестоимости дорожных работ (рисунок 3). [5].

Поэтому применение инновационных технологий строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог с применением новых дорожно-строительных материалов позволит снизить себестоимость технологических операций [2].

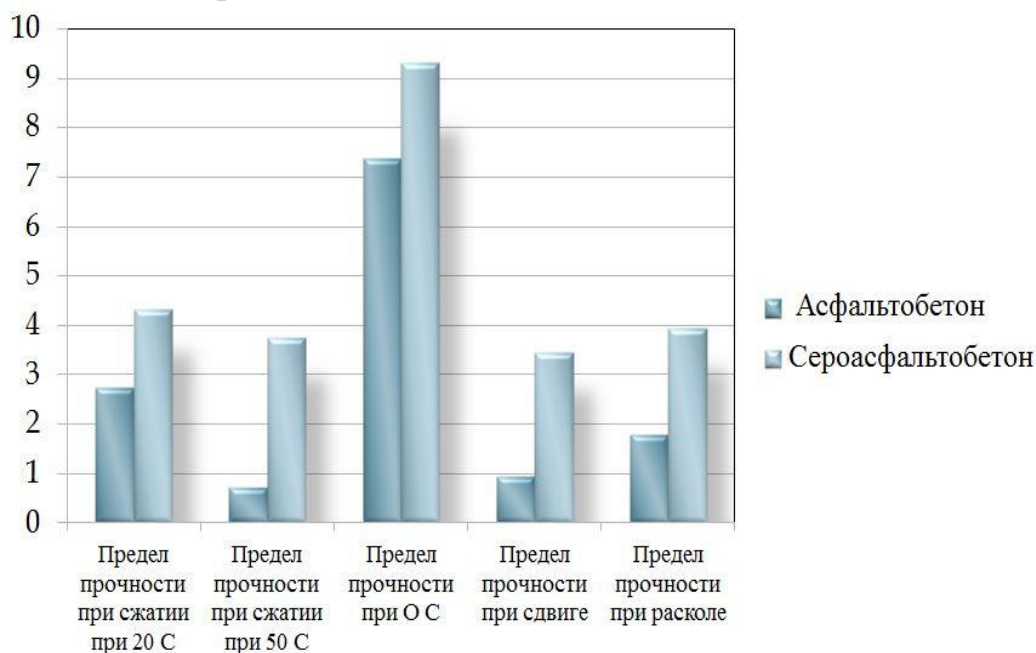


Рисунок 3 – Физико-механические свойства серасфальтабетона

Применение инновационных технологий строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог с применением новых дорожно-строительных материалов позволит:

1. Снизить себестоимость технологических операций;
2. Увеличит соответствие нормативным требованиям транспортно-эксплуатационного и экологического состояния дороги;
3. Улучшит безопасность дорожного движения.

### ***Библиографический список***

1. Правительство России. Доклад о развитии дорожной инфраструктуры. [Электронный ресурс]. URL:<http://government.ru/info/22865/> (дата обращения 30.12.2017).

2. Применение сероасфальтобетона в Рязанской области [Текст] / С.Н. Борычев, А.С. Попов, С.Г. Малюгин и др. // Сб.: Развитие технических наук в современном мире: Материалы международной науч.-практ. конф. – Воронеж: Изд-во «Инновационный центр развития образования и науки», 2014. С. - 37-40.

3. Официальный сайт Правительства Рязанской области. Транспорт и дорожное хозяйство. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ryazanreg.ru/economics/transport> (дата обращения 19.01.2018).

4. Совершенствование дорожной одежды для II категории автомобильной дороги на примере [Текст] / С.Н. Борычев, А.С. Попов, С.Г. Малюгин и др. // Сб.: Актуальные вопросы науки и техники: Материалы международной науч.-практ. конф. – Самара: Изд-во «Ареал», 2015. С. - 131-134.

5. Официальный сайт ООО НПП «ПромСпецМаш» Сероасфальтобетонные смеси и сероасфальтобетон. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroyka.ru/Rynok/1527835/obshchie-dannye-protyazhennosti-dorog-v-rf/> (дата обращения 10.01.2018).

**УДК 628.517.2**

*Суворова Н.А. к.п.н.,  
Лесовая С.,  
Сорокин М.  
ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОТ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА**

Транспортные заторы, дорожно-транспортные происшествия, загрязнение воздуха, шум – это последствия быстрого роста количества автомобильного транспорта. С одной стороны, это явление способствовало мировому экономическому развитию, а с другой стороны сопровождается таким негативным фактором как шум.

Шум не только нарушает психологический комфорт человека, но и

негативно влияет на работоспособность взрослых и успеваемость детей, вызывает нарушение сна, влияет на рост нервных расстройств и заболеваний слухового аппарата [1]. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения, при регулярном воздействии шума на уровне более 80 дБА (уровень звукового давления) мы входим в зону возможных необратимых изменений слуха.

Санитарными нормами СН 2.2.4 / 2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» установлены допустимые уровни шума перед фасадами жилых домов первого фронта застройки  $LA_{экв} = 55$  дБА – днем и не более  $LA_{экв} = 45$  дБА – ночью, а в помещениях жилых зданий,  $LA_{экв\ пом} = 40$  дБА – днем и  $LA_{экв\ пом} = 30$  дБА ночью. В странах Европейского союза существует целый ряд директивных документов, которыми шумовое загрязнение в городах определено как одна из главных проблем негативного воздействия на человека [2, 3].

Городской шум - это объективная проблема, требующая комплексных мер. Речь идет не только о шумопонижающих мероприятиях, таких как установка шумозащитных экранов вдоль автомагистралей, шумозащитных стеклопакетов в жилых домах, ограничение скорости движения автотранспорта в жилых кварталах, ограничение строительных работ и авиаперелетов в ночное время. Решение транспортных проблем в градостроительстве связано с развитием междугородного, внутригородского и пригородного транспорта всех видов. Вместе с тем возрастает значимость решения экологических и гигиенических задач, связанных с неблагоприятным воздействием транспорта на окружающую среду.

Например в Германии, на городских и пригородных магистральных улицах установлены таблички с ограничениями скорости 60 км/ч. Под знаками находится разъяснение такого ограничения – борьба с шумом. Колёса, которые катятся по асфальту при скорости 90 км/ч действительно шумят намного сильнее, чем при скорости 60 км/ч. В Берлине много улиц, где ограничение скорости 30 км/ч действует только по ночам, например с 22 до 6 часов утра, когда жители близлежащих домов спят. Защита от шума – одного из основных неблагоприятных факторов среды обитания человека – стала неотъемлемой частью вопросов проектирования, строительства и реконструкции современных городов [4].

Рост шума на городской территории во многом зависит от: мощности и конструкции двигателей, грузоподъемности, скорости, интенсивности движения потока в целом, конструкции и состояния дорожного полотна, уклонов улиц и дорог, количества уровней пересечений дорог [5]. С целью снижения шума ходовой части на автомобилях с двигателями внутреннего сгорания устанавливают глушители – как основное средство защиты от автомобильного шума. При выходе продуктов сгорания из цилиндров выхлопные газы имеют скорость 500 – 600 м/с, а температуру свыше 1200°C, звуковое давление до 160 дБ на входе в глушитель эти значения снижаются до 60 – 100 м/с, 600°C 120 дБ соответственно [6, 7].



Мероприятия по борьбе с городским шумом можно разделить на две группы: архитектурно-планировочные и строительно-акустические. Вместе с разработкой мероприятий по снижению шума транспортных источников возникает проблема борьбы с шумом, который распространяют эти источники в окружающую среду. Решают эту проблему двумя путями: планированием общих градостроительных мероприятий в процессе составления генеральных планов городов, проектов детальной планировки жилых районов и микрорайонов, а также разработкой специальных шумозащитных приспособлений, изолирующих, поглощающих и отражающих шум, таких как: перераспределение движения транспортных потоков улицами города; ограничение движения в разное время суток по тем или иным направлениям; изменение состава транспортных средств (например, запрет использования на некоторых улицах города грузовых автомобилей и автобусов с дизельными двигателями) и т. п. При разработке проектов планировки и застройки городов для защиты от шума хорошо использовать такие природные условия как рельеф местности и зеленые насаждения, а так же специальные сооружения - экраны вблизи транспортных магистралей.

Какие существуют варианты защиты от шума в городах? В первую очередь При проектировании городов и других населенных пунктов, с целью защиты от шума, необходимо разделить территорию по ее функциональному использованию на зоны: селитебную, промышленную, коммунально-складскую и внешнего транспорта. Промышленные и коммунально-складские зоны, рассчитанные на большие грузопотоки по транспортным магистралям, располагают так, чтобы они не пересекали селитебную зону и не вклинивались в нее. Для защиты от шума при проектировании системы внешнего транспорта нужно предусматривать в городах объездные железнодорожные линии, размещать сортировочные станции за пределами населенных пунктов, а технические станции и парки резервного подвижного состава, железнодорожные линии для грузовых перевозок и подъездные пути – за пределами селитебной территории; отделять новые железнодорожные линии и станции во время нового строительства от жилой застройки городов и других населенных пунктов; соблюдать надлежащее расстояние от границ аэропортов, заводских, военных аэродромов до границ жилой застройки. Ширина их должна быть обоснована акустическими расчетами и санитарными нормами, регламентируемыми СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» и СНиПом «Защита от шума».

На селитебной территории необходимо предусматривать мероприятия по защите от транспортного шума, обоснованные акустическими расчетами. Скоростные дороги и дороги общегородского значения на селитебных территориях желательно прокладывать в туннелях или выемках. Объездные дороги, транзитные потоки, рекомендуется направлять за пределы города. В качестве естественных преград на пути распространения шума следует использовать элементы рельефа. При необходимости прокладки магистральных улиц и дорог на насыпях и эстакадах устанавливать шумозащитные экраны.

В зонах, прилегающих к источникам шума, можно строить здания, в которых допускаются более высокие уровни звука, т.е. это предприятия бытового обслуживания, торговли, общественного питания, коммунальные предприятия, административно-хозяйственные и общественные учреждения. Так в качестве экранов можно использовать: здания с пониженными требованиями к шумовому режиму; шумозащищенные жилые здания; искусственные или естественные элементы рельефа (выемки, овраги, земляные валы, насыпи, курганы) и стенки (придорожные подпорные, ограждающие и шумозащитные). Шумозащитные экраны целесообразно размещать как можно ближе к источнику шума [8].

Для обеспечения санитарных норм в квартирах и на территории микрорайонов нужно использовать композиционные приемы группировки шумозащищенных зданий, основанные на создании замкнутого пространства. Шумозащитные полосы зеленых насаждений, можно использовать как дополнительное средство для защиты от шума. Формируют несколько полос с разрывами между ними, равными высоте деревьев. Ширина полосы должна быть не менее 5 м, а высота деревьев не менее 5 – 8 м. Кроны деревьев должны плотно смыкаться между собой, а под кронами высаживают густой кустарник в шахматном порядке. Как правило это быстрорастущие, устойчивые породы деревьев и кустарника. Однако эффективность даже специальных шумозащитных полос зеленых насаждений невысокая (5 – 8 дБА).

На стадии разработки генерального плана города целесообразно составлять шумовую карту улично-дорожной сети и наибольших источников промышленного шума. Карты шума составляют на основании результатов натурных инструментальных измерений в естественных условиях или расчетным путем т.е. в расчетной точке на территории объекта, который необходимо защитить от шума.

Пользуются популярностью пористые, резонансные, панельные звукопоглотители, комбинации из звукопоглощающих материалов и конструкций. Среди пористых поглотителей известны плиты из войлока или формованных элементов, изготавливаемых из стекловолокна, минерального волокна и органических волокон, а также из пенопласта с открытыми порами.

Описанные архитектурно-планировочные приемы защиты населения от транспортного шума показывают возможности регулирования зашумленности городских территорий на всех стадиях проектирования населенных мест. Наряду с планировочными аспектами решения проблемы защиты от шума окружающей городской среды ведутся активные поиски технических приемов снижения отрицательных воздействий существующих видов транспорта на окружающую среду [8].

Разрабатывая генеральный план города, необходимо регулировать его акустический режим путем выбора наиболее рациональной транспортно-планировочной структуры с целью преодоления основных негативных явлений, характерных для современных городов: распыленность грузового движения и высокая загруженность улично-дорожной сети в условиях растущей

автомобилизации. Всесторонний, комплексный подход к функционально-пространственной организации города и формирования перспективной транспортной сети, поможет достичь максимального результата в борьбе с чрезмерным шумовым воздействием автотранспорта на окружающую среду.

### ***Библиографический список***

1. Осипов Г. Л. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве М. :Стройиздат, 1993. – 195 с.

2. Директива 2002 / 49 / ЕС Европейского парламента и Совета Европы от 25 июня 2002 г

3. Руководство по защите здоровья людей от вредного воздействия ночного шума: материалы Всемирной организации здравоохранения. – Копенгаген. – 2009. – 190 с.

4. Нечаева Ц. В. Разработка мероприятий по защите от шумового воздействия в городской среде / Конкурсная работа на соискание стипендии BELLONA. – 2005.

5. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник для студентов высших учебных заведений / Н. И. Иванов. – М. : Логос, 2008 . – 424 с.

6. Полякова М. А. Шум и здоровье / Техника молодежи, 2009. – № 10. – С. 16 – 17.

7. Новиков А. Н. Экологический мониторинг воздействия автотранспорта на акустическую среду города / Ремонт, восстановление, модернизация, 2006. – № 6. – С. 33 – 34.

8. Защита городской среды от транспортного шума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.derevnik.ru/index.php?page=content&page=s&r=10&p=17&s=56>

9. Семутникова Е. Г. Шум мегаполиса // ЭКО-Журнал – 2009. – № 5. – С. 21 – 27.г.

10. Уливанова, Г.В. Использование методов биоиндикации и биотестирования для оценки качества окружающей среды [Текст] / Г.В. Уливанова // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – Часть 1. – С. 280-285.

11. Олейник, Д.О. Паспорт профессионального здоровья работника агропромышленного комплекса [Текст] / Д.О. Олейник, И.Б. Тришкин, В.С. Генералов // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2008. – №2. – С. 133-136.

12. Родимцев, С.А. Оценка шумовых характеристик при работе колосовой молотилки в сопоставимых условиях [Текст] / С.А. Родимцев, Е.И. Патрин, О.В. Тимохин, А.А. Шапенкова // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. –

**УДК 678**

*Бортник А.В.  
Кокорев Г.Д., д.т.н.  
Успенский И.А., д.т.н.  
Юхин И.А., д.т.н.  
Воронов В.П.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛОКОРДА В КАЧЕСТВЕ АРМИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫСОКОПРОЧНОГО ФИБРОБЕТОНА**

Для строительства жилых и промышленных зданий с новыми уникальными архитектурными формами, специальных особо нагруженных сооружений, таких как большепролетные мосты, небоскребы, морские нефтяные платформы, резервуары для хранения газов и жидкостей под давлением и др., во всем мире применяются эффективные дисперсно-армированные высокопрочные фибробетоны. Дисперсное фибровое армирование позволяет компенсировать главные недостатки бетона, а именно, низкую прочность на растяжение при изгибе, хрупкость разрушения, снизить усадку и ползучесть.

Фибробетон выгодно отличается от традиционного бетона, имея в несколько раз более высокие, по сравнению с ним, прочность на растяжение и срез, ударную и усталостную прочность, трещиностойкость и вязкость разрушения, морозостойкость, водонепроницаемость, сопротивление кавитации, жаропрочность и пожаростойкость. По показателю работы разрушения фибробетон может в 15–20 раз превосходить обычный бетон. Это обеспечивает его высокую технико-экономическую эффективность при применении в строительных конструкциях. Вместе с тем, фибробетон характеризуется более высокой исходной стоимостью по сравнению с обычным бетоном или железобетоном. При этом, не учитывается, что фибробетон обеспечивает экономический эффект главным образом за счет более высокой долговечности, эксплуатационной стойкости, увеличения межремонтного ресурса и повышения безопасности сооружений при сейсмических воздействиях и пожарах.

Армирование бетона стальными волокнами производилось в начале прошлого века. В настоящее время номенклатура армирующих элементов значительно расширена. Сегодня для армирования используются различные органические и неорганические волокна, такие как стекло, полипропилен, углеродные волокна и т.д. Так, например, уже в восьмидесятых годах количество использованной в Японии стальной фибры достигло 3000 т, из которых 2500 т было изготовлено из углеродистой и около 500 т из нержавеющей стали [1].

Опыт таких развитых стран, как США, Великобритания, Германия, Франция и Австралия, убедительно доказал технико-экономическую эффективность применения фибробетона в строительных конструкциях полов промышленных зданий, покрытий территорий и дорог, аэродромов с тяжелыми транспортными нагрузкам [2]. Имеется достаточно широкий опыт применения в отечественном строительстве фибробетона с использованием стальной фибры. Первые работы, относящиеся к получению дисперсно-армированных бетонов с применением стальных волокон, в нашей стране связывают с именем В.П. Некрасова, который еще в 1907 г. выполнил комплекс работ по исследованию бетона, регулярно и хаотически дисперсно-армированного отрезками проволок малых диаметров. При этом предлагалось вводить в бетонную смесь металлическую шерсть, стружки и другие подобные материалы. В последние годы в зарубежной практике всё большее применение находят фибробетоны с фибровым армированием из синтетических волокон.

Сегодня достаточно изучены фибробетоны на основе стали, стекла и древесины, менее – дисперсно-армированные бетоны на синтетических и углеродных волокнах. Стеклофибробетоны, имея по сравнению с бетонами на стальной фибре дополнительное преимущество (стойкость в коррозионных средах), получили меньшее практическое применение. Это обусловлено небольшими объемами изготовления такой арматуры. В зарубежной практике для изготовления стеклофибробетона используется, как правило, щелочестойкое стекловолокно.

Таблица 1 – Составы высокопрочных фибробетонов

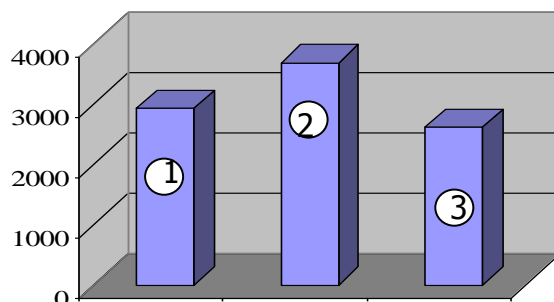
№ п/п	Наименование материалов	Ед. измерения	Расход материала, кг		
			1 вариант	2 вариант	3 вариант
1	2	3	5	6	7
1	Цемент	т	0,56	0,56	0,56
	Минеральный наполнитель	т	0,105	0,105	0,105
	Песок	т	0,56	0,56	0,56
	Щебень	т	1,28	1,28	1,28
	Вода	м <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2
	Суперпластификатор С-3	т	0,007	0,007	0,007
	Стальная арматура	т	0,051	–	–
	Стальная фибра	т	–	0,051	–
	Отходы металлокорда	т	–	–	0,051
2	Прочность, $R_{сж}/R_{изг}$	МПа	89/12	95/14	<b>108/16</b>

**Примечание:** Степень армирования фибробетонов для указанных бетонов не меняется и составляет 1,5%.

Основываясь на результатах, полученных в отечественной и мировой практике и учитывая повышенную стоимость высокопрочных бетонов, особое внимание следует уделить созданию различных видов органических и

неорганических волокон, в том числе с использованием отходов различных производств [1, 3, 4, 6]. В этой связи весьма рациональным является исследование возможности использования стальной фибры, полученной из отходов металлокорда изношенных автомобильных шин. В таблице 1 приведены составы фибробетона с различными вариантами армирования:

- базовый – фибробетон, армированный стальной арматурой;
- фибробетон, армированный стальной фиброй, Челябинского электрохимического комбината;
- фибробетон, армированный в качестве фибр отходами металлокорда.



- 1 – фибробетон, с использованием стальной арматуры;
- 2 – фибробетон, с использованием стальной фибры;
- 3 – фибробетон, с использованием отхода металлокорда

Рисунок 1 – Стоимость расходных материалов на 1м<sup>3</sup> фибробетона по сравниваемым вариантам

По данным литературных источников [1, 3, 5, 6] целесообразность использования стальной фибры взамен стальной арматуры повышается с переходом на высокопрочные тонкозернистые порошковые фибробетоны. В таких бетонах полностью реализуется однородность распределения фибры по сечению бетона. В указанных расчетах стоимость стальной фибры на основе отходов металлокорда снижена на 50% по сравнению с промышленной фиброй. Расчет себестоимости стальной фибры на основе отходов металлокорда (на основании калькуляции себестоимости и с учетом цеховых и производственных затрат на ее изготовление) позволит получить более убедительные результаты. Выполненные приближенные расчеты свидетельствуют о технико-экономической эффективности и достаточно высокой экологичной целесообразности использования отходов металлокорда изношенных шин в качестве армирующих элементов для получения фибробетона.

#### ***Библиографический список***

1. Бортник, А.В. Рынок продукции переработки шин [Текст] / А.В. Бортник, А.С. Колотов, И.А. Юхин // *НОВАЯ НАУКА: СТРАТЕГИИ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно – практической конференции (Магнитогорск, 8 февраля 2017).* - Стерлитамак: АМИ, 2017. – №2. – С. 108-119

2. Переработка шин и их элементов / И.А. Афиногенов, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №10(124). С. 366 – 389. – IDA [article ID]: 1241610019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/19.pdf>, 1,5 у.п.л.

2. Невядомская, А. И. Утилизация и переработка шин в крошку [Текст] / А.И. Невядомская, А.А. Дериглазов // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XXV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10(25).

3. Валуев, Д.В. Перспективы переработки автомобильных покрышек [Текст] / Д.В. Валуев, О.Р. Ананьева // Вестник науки Сибири. 2011. №1 (1).

5. Лахмостов, А.И. Виды износа и разрушения шин [Текст] / А.И. Лахмостов, А.И. Ушанев // НОВАЯ НАУКА: СТРАТЕГИИ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно – практической конференции (Магнитогорск, 8 февраля 2017). - Стерлитамак: АМИ, 2017. – №2. – С. 130-135

6. Бышов, Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники / Н.В. Бышов, С.Н.Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. – 186 с.

7. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2010. – №1. – С. 39-42.

8. Бышов, Н.В. Средства повышения производительности маслолиний [Текст] / Н.В. Бышов, И.В. Черных, В.М. Корнюшин // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – №2. – С. 22-25.

9. Бойко, А.И. Новаторская строительная технология [Текст] / А.И.Бойко, Д.А. Кондауров, А.А.Куколев // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной науч.-практ. конф. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – С. 40-44.

10. Бойко, А.И. Повышение рентабельности строительства [текст]/ А.И. Бойко // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-й международной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016.- Часть II. – 151 с. Стр. 27-30.

*Стрыгин С.В.,  
Чичанина Е.В.,  
Рязанский институт (филиал)  
Московского политехнического  
университета, г. Рязань, РФ*

## **РАЗРАБОТКА ПЕРЕКРЕСТНО-СТЕРЖНЕВЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Представленный проект направлен на разработку модульного конструктора для макетирования из моделей типовых элементов объектов промышленного и гражданского строительства. При этом в качестве материалов конструктора используются ABS-пластик, древесина.

Целями проекта являются:

- создание средств наглядности для представления результатов инженерного проектирования;
- разработка элементов материальной базы, сопровождающей процесс инженерного проектирования, обеспечивая его эффективность.

В проекте используются научно обоснованные технические разработки, направленные на совершенствование подходов технического моделирования.

Задачами проекта являются:

1. Обобщение теоретических оснований и практического опыта создания макетов зданий и сооружений из металлических конструкций – отдельных конструктивных элементов (балок, стоек, колонн и др.), пространственных раскрепленных систем, плоских или пространственных нераскрепленных систем.

2. Разработка элементов модульного конструктора (Рисунок 1) для макетирования ограждений; мостов, опор, балок, перекрытий каркасов для железобетонных конструкций; башенных кранов, мостовых кранов; каркасов доменных печей; мачт; опор ЛЭП; легких металлоконструкций, используемых для строительства зданий с большими пролетами; легких стальных тонкостенных конструкций (строительных конструкций из холодногнутого оцинкованных профилей).

3. Исследование геометрии, прочности и жесткости элементов модульного конструктора. Выбор оптимальных (или рациональных) их параметров.

4. Разработка конструкций, лабораторные исследования и изготовление макетов объектов ПГС.



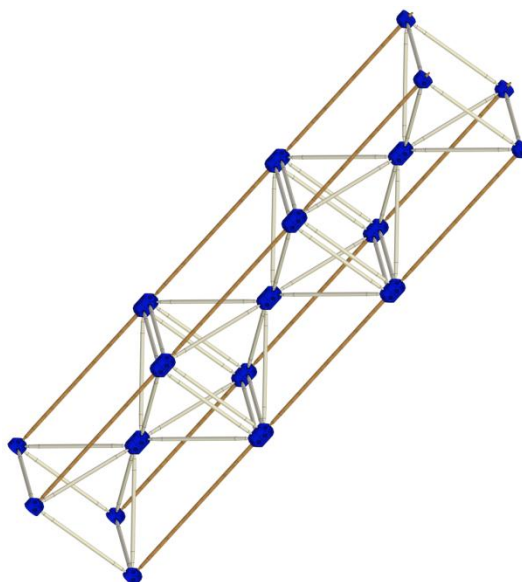


Рисунок 1 – Модульный конструктор на основе модели узлового соединения «Меро-МАрхИ»

Решение поставленных в данной работе задач возможно, благодаря известным достижениям механики, использованию достижений современной строительной индустрии, а также – использованию систем автоматизированного проектирования и твердотельного моделирования механических систем, применению современного технологического оборудования, в том числе, аддитивных технологий.

При выполнении проекта применяются программные средства системы автоматизированного проектирования отечественного разработчика – программный комплекс «Т-FLEX» [1-3].

Легкие металлоконструкции, используемые для строительства зданий с большими пролетами относятся к пространственным конструкциям, в основе которых лежит узловое решение, позволяющее объединить стержни, лежащие в разных плоскостях. Одним из наиболее распространенных узловых решений является узел типа «Меро-МАРХИ» [4]. На основе лого узла разработан сортамент труб, позволяющий изготавливать структурные конструкции с ячейкой 1.5x1.5, 2x2, 3x3 метра разной формы в плане, типовые серии структурных плит типа «Кисловодск» и их различные модификации [5-7].

В отличие от существующих методов строительства, основанных на типизации крупных строительных конструкций (колонна, балка, ферма и т.д.) или зданий в целом, объектами типизации в системах металлических перекрестно-стержневых пространственных конструкций являются стержень и узловой элемент, оптимизированные по массе, несущей способности и типизированные по геометрическим размерам исходных элементов (стержней, узловых элементов, соединений). Такие конструкции получили название конструкций поэлементной сборки [8].

В мировой практике применения структур насчитывается около 130 различных систем, отличающихся, прежде всего конструкцией узла сопряжения

стержней. Именно в узле сопряжения сосредоточены главные особенности технологии изготовления и сборки конструкции, определяющие отличия одной системы от других.

Одной из первых нашла применение в строительстве система немецкой фирмы «Меро» (1942 г.), предложившей пространственно-стержневые сборно-разборные каркасы кристаллического строения для зданий военного назначения. Позднее такие конструкции нашли применение и в мирном строительстве.

В отечественной практике эта система была несколько усовершенствована В.К. Файбишенко и другими конструкторами и получила название «системы МАрхИ».

Важным преимуществом системы «МАрхИ» перед системами «МЕРО» и «ВЕЙМАР» является также использование специальных узловых элементов полусферического вида применительно к ортогональным и треугольным сеткам, а также несимметричных элементов под разные диаметры болтов по сравнению с универсальным сферическим многогранником, что позволяет дополнительно снизить металлоемкость и трудоемкость изготовления узлового элемента.

Особенностью системы «Веймар» и «МАрхИ» является возможность использования машиностроительных методов изготовления конструктивных деталей (автоматизированных технологий).

Разработка элементов модульного конструктора была начата с моделирования узлового элемента «Меро-МАрхИ». 3D модель узлового элемента представлена на рисунке 2.

Для упрощения конструкции узлового элемента при его представлении моделью модульного конструктора был выбран вариант исполнения с отверстиями равного диаметра (по радиальному отверстию исходного узлового элемента) при пропорциональном изменении прочих размеров. В качестве стержня предложено использование пищевой деревянной (бамбуковой) палочки, являющейся традиционным столовым прибором для кулинарных блюд восточной кухни (Рисунок 3). Резьбовые соединения в конструкторе заменены на соединения с натягом. С учетом размеров деревянной палочки принято значение диаметра отверстия узлового элемента (модуля конструктора), составляющее 4,32 мм.

Для беспрепятственной сборки структурных плит и других элементов заостренные концы деревянных палочек требуют дополнительного сужения, которое технологически достаточно легко обеспечивается обычной точилкой для карандашей.

Длина моделируемых модульным конструктором стержней не превышает полной длины деревянной палочки и составляет от 28 до 209 мм. Обработка второго конца палочки производится вновь разработанной специальной точилкой, у которой конус обрабатывающей режущей кромки образован в соответствии с требуемым изменением диаметра палочки от значения 4 мм до значения 5 мм на длине 20 мм (Рисунок 4).

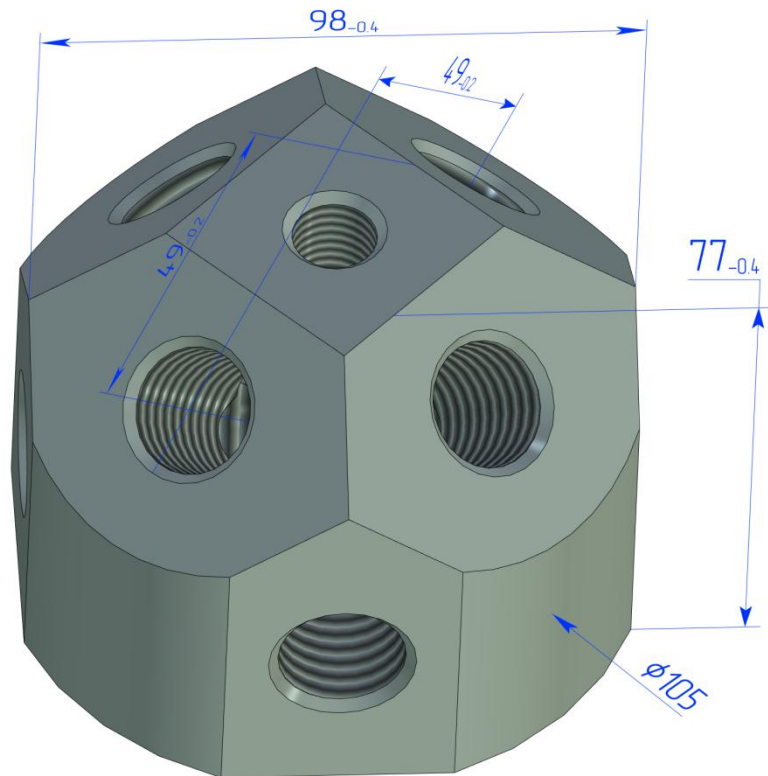


Рисунок 2 – 3D модель и некоторые размеры узлового элемента «Меро-МАрХИ»

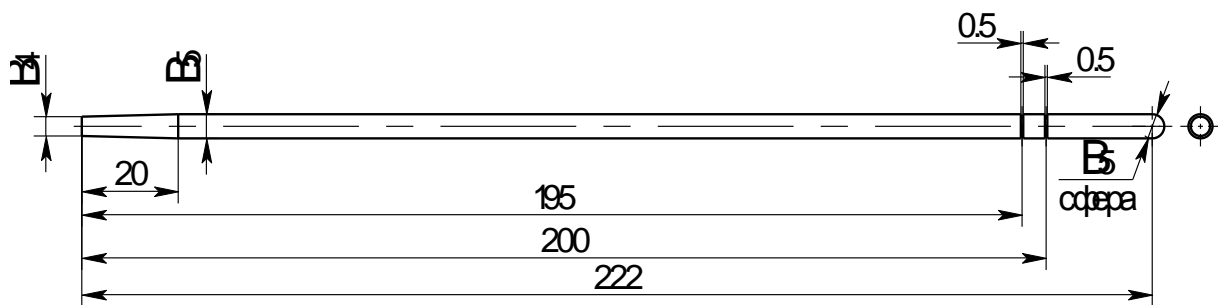
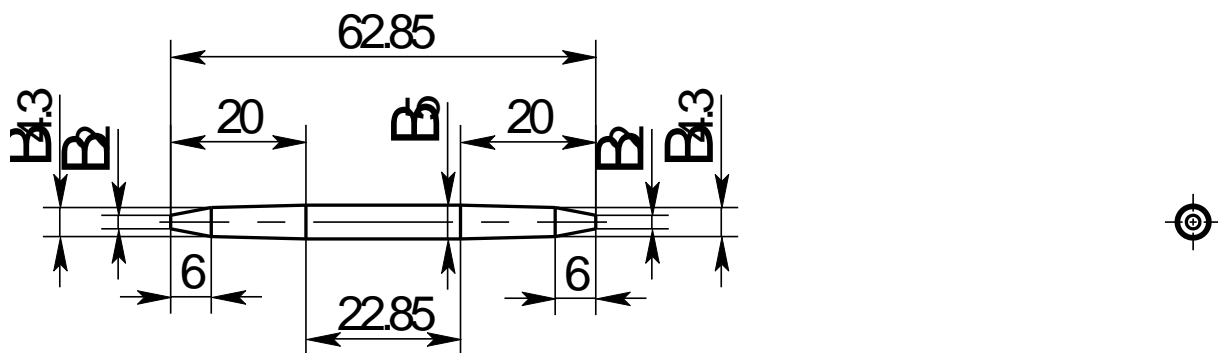


Рисунок 3 – Заготовка для модели стержня модульного конструктора



#### Рисунок 4 – Стержень условной длины 50 мм модульного конструктора

Для соединений узловых элементов модульного конструктора используется также шип в виде стержня минимальной длины.

Подготовленные таким образом модели стержней вместе с моделями узловых элементов являются модулями конструктора для макетирования металлических перекрестно-стержневых пространственных конструкций.

#### ***Библиографический список***

1. Основы T-FLEX CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя [Текст]. – М: ЗАО «Топ Системы», 2015. – 967 с.
2. T-FLEX CAD: Трехмерное моделирование. Руководство пользователя [Текст]. – М: ЗАО «Топ Системы», 2014. – 857 с.
3. T-FLEX АНАЛИЗ: Пособие по работе с системой. Руководство пользователя [Текст]. – М: ЗАО «Топ Системы», 2015. – 373 с.
4. Агафокин, В.С. Усиление структурных конструкций с узловым решением «Меро-МАрХИ» [Текст] / В.С. Агафокин, М.В. Моисеев, Л.А. Исаева и др. // Известия КазГАСУ. – 2001. – №2. С.76-80.
5. Рекомендации по проектированию структурных конструкций [Текст] / ЦНИИСК им. Кучеренко. – М: Стройиздат, 1984. – 304 с.
6. Файбишенко, В.К. Перекрестно-стержневые пространственные конструкции типа МАрХИ. 7 Проспект ВДНХ [Текст]. – М: Мосоргспецстрой, 1972.
7. Пространственные решетчатые конструкции из труб типа «Кисловодск»: Рабочие чертежи. Серия 1.466-2 [Текст] / ВГПКИ Гипромонтажиндустрия. – М., 1973.
8. Сергеев, М.С. Проектирование висячих покрытий Методические указания к практическим работам для магистров, обучающихся по направлению 270800 (08.04.01) «Строительство». Программа подготовки: «Теория и проектирование зданий и сооружений» [Текст]. Владимир: ФГБОУ ВПО Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2014. – 49 с.
9. Бышов Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники / Н.В. Бышов, С.Н.Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань: ФГОУ ВПО РГТУ, 2010. – 186 с.
10. Черных, И.В. Линия контейнерного типа для получения масла из семян [Текст] / И.В. Черных, Н.В. Бышов, В.М. Корнюшин // Сельский механизатор. – 2014. – №11. – С. 23.

*Борычев С.Н., д.т.н.,  
Колошеин Д.В.,  
Ждарыкина Е. Э.,  
Попова В.О.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АВТОДОРОЖНАЯ СЕТЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЕЁ ПЕРСПЕКТИВЫ**

Автомобильные дороги по условиям движения и доступа к ним разделяются на следующие классы:

- а) автомагистраль;
- б) скоростная автомобильная дорога;
- в) обычная автомобильная дорога (не скоростная автомобильная дорога)

[1].

В настоящее время сеть автомобильных дорог общего пользования в Российской Федерации имеет общую протяжённость 1452,2 тыс. км, из которых 51,9 тыс. км – дороги федерального значения, 515,8 тыс. км – дороги регионального значения, 884,5 тыс. км – дороги местного значения [2, 3].

Основополагающими являются дороги регионального значения. Анализируя полученную диаграмму (Рисунок 1), можно сказать, что объёмы капитального ремонта дорог регионального значения по сравнению с 2002 годом упали почти в 1,5 раза.

Однако благодаря применению современных технологий в дорожном строительстве, данный вид ремонта выполняется более качественно и имеет более высокую износостойкость, по сравнению с предыдущими годами.

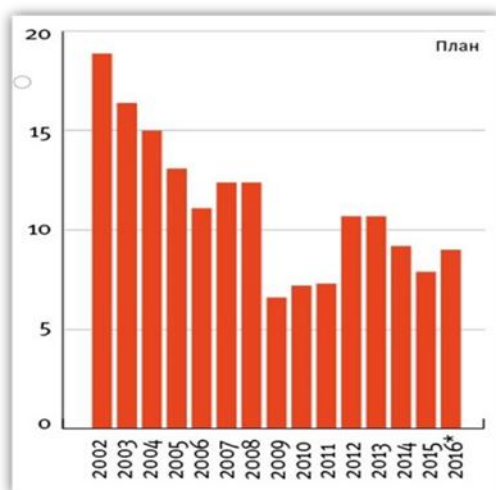


Рисунок 1 – Объёмы капитального ремонта автомобильных дорог регионального значения (тыс. км)

За время реализации подпрограммы «Автомобильные дороги» Федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002-2012 годы)» была проведена значительная работа по приведению существующей федеральной сети в нормативное состояние. Тем не менее, в настоящее время многие участки дорожной сети нашей страны нуждается в ремонте, либо в капитальном ремонте, либо требуют реконструкции [4].

В недостаточной мере за указанный период была решена задача загруженности городов РФ (Рисунок 2). К основным причинам загруженности городов относят:

1. Недостаточная пропускная способность;
2. Неправильная организация дорожного движения;
3. Ремонтные работы;
4. Несоблюдение ПДД;
5. Поведение водителей, усугубляющее заторы на дорогах.

Следует также отметить, что на сегодняшний день вся транспортная система России не в полной мере отвечает существующим потребностям и перспективам развития, на основании этого Автодор до 2030 года принял «Программу развития скоростных автомобильных дорог в РФ» (Рисунок 3) [5], одобренную президентом В.В. Путиным.

Стратегические цели программы развития: Обеспечение создания и эффективного функционирования национальной сети скоростных автомобильных дорог (таблица 1) [5].

Инвестиционно-финансовая цель: Обеспечение минимизации бюджетных расходов на создание и текущее финансирование автомобильных дорог за счет повышения эффективности дорожной деятельности и привлечения внебюджетного финансирования.

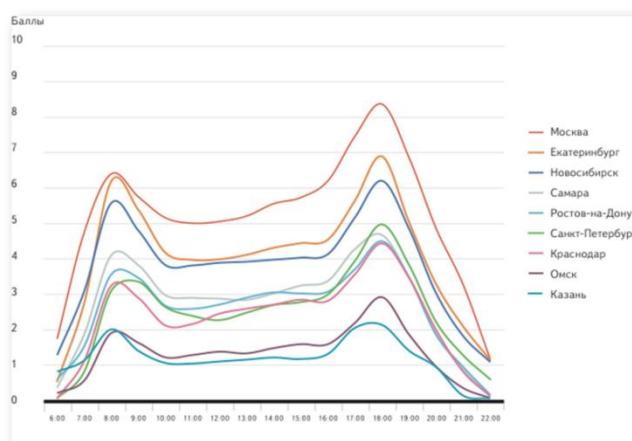


Рисунок 2 – Загруженность городов в России

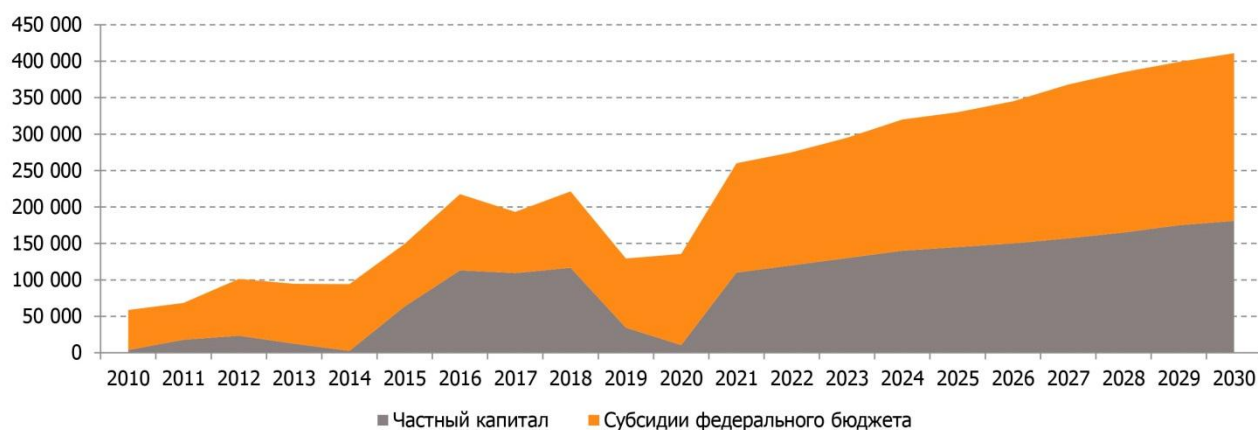


Рисунок 3 – Объемы капитальных вложений Государственной компании «Автодор» до 2030 года

Таблица 1 – Технические параметры сети автомобильных дорог Государственной компании «Автодор» к 2030 году

Характеристика	В настоящее время	По итогам реализации Стратегии к 2030 году
Соответствие нормативным требованиям	63,3%	100%
Средняя скорость движения	61 км/час	90-100 км/час
Средняя скорость движения грузов	Не более 350 км/сутки	700 км/сутки
Оснащенность телематическим оборудованием, элементами АСУДД	10%	100%
Оснащенность многофункциональными зонами дорожного сервиса	28	не менее 2 МФЗ на 50 км сети

Выполнение поставленной программы к 2030 г., позволит создать сети автомагистралей и скоростных автомобильных дорог протяженностью свыше 12 000 км, соединяющей регионы, в которых производится 80% ВВП и проживает 70% населения страны. Такая сеть дорог будет соответствовать всем технико-эксплуатационным стандартам и отвечать требованиям к безопасности и экологичности перевозок.

#### **Библиографический список**

1. Федеральное дорожное агентство Росавтодор. Классификация и категория автомобильных дорог. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosavtodor.ru/about/upravlenie-fda/upravlenie-zemelno-imushchestvennykh-otnosheniy/edinyy-gosudarstvennyy-reestr-avtomobilnykh-dorog/14694> (дата обращения 29.12.2017).
2. Правительство России. Доклад о развитии дорожной инфраструктуры. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/info/22865/> (дата обращения 30.12.2017).

3. Применение сероасфальтобетона в Рязанской области [Текст] / С.Н. Борычев, А.С. Попов, С.Г. Малюгин и др. // Сб.: Развитие технических наук в современном мире: Материалы международной науч.-практ. конф. – Воронеж: Изд-во «Инновационный центр развития образования и науки», 2014. С. - 37-40.
4. Совершенствование дорожной одежды для II категории автомобильной дороги на примере [Текст] / С.Н. Борычев, А.С. Попов, С.Г. Малюгин и др. // Сб.: Актуальные вопросы науки и техники: Материалы международной науч.-практ. конф. – Самара: Изд-во «Ареал», 2015. С. - 131-134.
5. Автодор. Программа развития скоростных автомобильных дорог в Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <http://avtodor-invest.com/> (дата обращения 29.01.2018).
6. Андреев, К.П. Применение дорожного энергопоглощающего ограждения для повышения безопасности движения [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. - 2018. - № 1. - С. 5-12.
7. Терентьев, В.В. Разработка конструкции энергопоглощающего дорожного ограждения [Текст] / В.В. Терентьев, К.П. Андреев // В сб.: Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта материалы Международной очно-заочной научно-технической конференции. - 2017. - С. 61-65.
8. Дорохин, С.В. Безопасность на дорогах: проблемы и решения [Текст] /С.В. Дорохин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин -2017. -№ 2. -С. 67-73.
9. Терентьев, В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения [Текст] / В.В. Терентьев // Надежность и качество сложных систем. - 2017. -№ 2. -С. 90-94.