



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**



**Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ**



## **«ТЕНДЕНЦИИ ИНЖЕНЕРНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»**

*Материалы  
Национальной научно-практической конференции  
21 марта 2019 г.*

Рязань, 2019 г.

УДК 62:631.3(06)  
ББК 30я43  
А437

**Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса:**  
Материалы Национальной научно-практической конференции 21 марта 2019 года.– Рязань:  
Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019.–369 с.

Редакционная коллегия:

Бышов Н.В., д.т.н., профессор, ректор;  
Лазуткина Л.Н., д.п.н., доцент, проректор по научной работе;  
Бачурин А.Н., к.т.н., доцент, декан инженерного факультета;  
Рембалович Г.К., д.т.н., доцент, декан автодорожного факультета;  
Борычев С.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой строительство инженерных сооружений и механика, первый проректор;  
Каширин Д.Е., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой электроснабжения;  
Кокорев Г.Д., д.т.н., доцент кафедры технической эксплуатация транспорта;  
Успенский И.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта;  
Ульянов В.М., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технические системы в АПК;  
Пикушина М.Ю., к.э.н., доцент, начальник информационно-аналитического отдела;  
Богданчиков И.Ю., к.т.н., заместитель декана инженерного факультета по научной и инновационной работе, председатель Совета молодых учёных, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка;  
Терентьев В.В., к.т.н., доцент, заместитель декана автодорожного факультета по научной и инновационной работе, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности.

В сборник вошли материалы национальной научно-практической конференции «Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса».

Рецензируемое научное издание.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	8
<i>Абрамов Ю.Н., Бышов Д.Н., Угланов М.Б., Юдаев Ю.А.</i> Моделирование работы ротора ботводробительной машины с шарнирными ножами.....	8
<i>Аникин Н.В., Дорофеева К.А.</i> Совершенствование газобаллонного оборудования автомобильной техники на примере шестого поколения .....	12
<i>Аникин Н.В., Дорофеева К.А.</i> Сжиженный природный газ – новый вид топлива для автомобильного транспорта .....	16
<i>Богданчиков И.Ю., Дрожжин К.Н., Бачурин А.Н., Калякин Е.В.</i> Оценка экономической эффективности использования агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения.....	21
<i>Борычев С.Н., Липин В.Д., Колошеин Д.В., Маслова Л.А.</i> Контейнер для хранения и транспортировки картофеля.....	25
<i>Бунов В.С.</i> Проектирование стенда для лабораторных испытаний доильных аппаратов.....	28
<i>Бышов Н.В., Липин В.Д., Бышов Д.Н., Топилин В.П., Липина Т.В.</i> Разработка оборудования для раскалывания скорлупы кедровых орехов.....	31
<i>Бышов Д.Н., Липин В.Д., Кузнецов А.С.</i> Устройство для сушки перговых сотов.....	36
<i>Винников В.А., Калякин Е.В.</i> К вопросу об улучшении процесса рассеивания семян при посеве зерновых .....	40
<i>Ганичева А.В., Ганичев А.В.</i> Модель организации мероприятий по устранению неисправностей в технических системах.....	43
<i>Гребнев А.В.</i> Улучшение кинематических показателей рычажного механизма. ....	47
<i>Евдокимов Д.М., Морозов А.С., Фатьянов С.О., Пустовалов А.П., Садовая И.И.</i> Способы и технические средства для обеззараживания молока на фермах с использованием электрофизических методов.....	52
<i>Евтехов Д.В.</i> Анализ схемно-конструктивных решений интенсификаторов сепарации в картофелеуборочных машинах .....	56
<i>Качин И.Е., Ложкин Д.В., Гребнев А.В.</i> Расчет энергии удара автоматического кернера.....	63
<i>Латышенко М.Б., Латышенко Н.М., Ивашкин А.В.</i> Алгоритм автоматического регулирования параметров хранения зерна в контейнере .....	67
<i>Лузгин Н.Е., Коченов В.В., Савушкин Д.М.</i> Расчет высоты слоя расплавленного защитного покрытия при капсулировании .....	71
<i>Лузгин Н.Е., Савушкин Д.М.</i> Расчет энергозатрат на процесс нанесения защитного покрытия на тестообразную подкормку .....	75
<i>Рузимуродов А.А., Калмыков Д.В., Голахов А.А.</i> Анализ эффективности интенсификаторов, расположенных над сепарирующими элеваторами.....	79
<i>Рязанцев А.И., Антипов А.О.</i> Колееобразование электрифицированной дождевальная машиной с устройством для полива углов.....	83
<i>Скрябин М.Л.</i> Упрочнение поршневых алюминиевых сплавов .....	86

<i>Старунский А.В., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю., Исаев И.В.</i> Инженерные решения по применению мобильных средств контроля и диагностирования параметров масел и фильтрующих элементов агрегатов автотракторной техники .....	90
<i>Терентьев В.В., Андреев К.П.</i> Влияние влажности на физико-механические свойства удобрений.....	95
<i>Каширин Д.Е., Бышов Д.Н., Нагаев Н.Б., Гобелев К.Е., Казаков Д.В.</i> Вибрационная установка для извлечения перги из сотов и очистки воскового сырья от загрязнений .....	99
<i>Кабанов И.В., Бышов Н.В., Рембалович Г.К.</i> Сравнение эксплуатационно-технологических показателей зерноуборочных комбайнов в конкретных производственных условиях АПК Рязанской области.....	102
<i>Костенко М.Ю., Горячкина И.Н., Наумов К.С.</i> Анализ возможности обеззараживания свиных и куриных отходов .....	106
<i>Сидоров О.А., Виников В.А.</i> К вопросу об оперативном контроле наполненности бункера зерноуборочного комбайна.....	110
<i>Ульянов В.М., Паршина М.В., Паршина В.А., Валиков В.В.</i> Спирально-винтовой смешивающий транспортер.....	114
<i>Ульянов В.М., Сахаров В.Г., Голиков Д.Е., Беспалов В.Г.</i> Зубо-дисковый рыхлитель .....	118
<b>Секция 2. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....</b>	<b>122</b>
<i>Аль Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В., Черненькая Е.В., Денисова Т.В.</i> Возобновляемая энергия для устойчивого сельского хозяйства.....	122
<i>Аль Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В., Черненькая Е.В., Денисова Т.В.</i> Вклад энергии в производство продовольственных культур в развивающихся и развитых странах .....	127
<i>Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Морозов С.С.</i> Экспериментальное определение теплофизических свойств перговых сотов .....	133
<i>Жалнин Е.И., Сивцов С.О., Исаев М.Д.</i> Исследование средств нетрадиционной энергетики .....	135
<i>Николашин А.В., Калачев В.А., Доценко И.В.</i> Компенсация реактивной мощности в электрических сетях 6-10 кВ .....	138
<i>Кравчук А.И., Дубенский А.И., Слепнев Э.С.</i> К вопросу повышения надежности коммутационных устройств электрической сети .....	141
<i>Кравчук А.И., Дубенский А.И., Стафоркина А.И.</i> К вопросу нормирования величины реактивной мощности у сельскохозяйственных потребителей.....	144
<i>Рязанцев А.И., Агейкин А.В.</i> Гидравлические потери при работе шланговых дождевателей барабанного типа .....	147
<i>Красников А.С., Каширин Д.Е., Нагаев Н.Б., Гобелев С.Н., Максименко Л.Я.</i> К методике определения критической температуры $T_c$ в высокотемпературной сверхпроводящей керамике.....	151



<i>Нагаев Н.Б., Семина Е.С., Жильцова А.А., Тюкин В.А., Калмыков А.А.</i> Направления повышения энергоэффективности освещения и облучения в сельском хозяйстве.....	159
<i>Мохова В.А., Хапрова Ю.Д., Юдаев Ю.А.</i> Математические исследования качества электрической энергии на выходе инвертора.....	166
<b>Секция 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА .....</b>	
<i>Бортник А.В., Успенский И.А., Юхин И.А., Колчин Н.Н.</i> Мероприятия по повышению эксплуатационных показателей тракторных поездов за счет улучшения поперечно-горизонтальной устойчивости.....	171
<i>Дорофеева К.А., Волошин Я.А., Успенский И.А., Юхин И.А., Киреев В.К.</i> Особенности конструкции и применения карданных валов в зарубежной сельскохозяйственной технике и их эксплуатационная надежность .....	177
<i>Кабанов Д.А, Успенский И.А., Юхин И.А., Симдянкин А.А.</i> Система удаленной диагностики и планирования технического обслуживания самоходной техники концерна Claas .....	182
<i>Киреев В.К., Тришкин И.Б., Ерохин А.В., Максименко О.О.</i> Экспериментальная установка и методика определения упругой характеристики нажимного устройства однодискового фрикционного сцепления.....	191
<i>Киреев В.К., Ткач Т.С., Тришкин И.Б., Ерохин А.В., Максименко О.О.</i> Совершенствование работы тормозного механизма дискового типа мобильных транспортных средств АПК .....	191
<i>Крюкова Н.С.</i> Комплектация машинно-тракторных агрегатов путем применения показателей надежности .....	195
<i>Макаров В.А., Латышенко М.Б., Латышенко Н.М., Ивашкин А.В.</i> Определение парка структуры полуприцепных и прицепных машин для внесения твёрдых минеральных удобрений.....	197
<i>Тришкин И.Б., Ерохин А.В., Киреев В.К., Северин С.Н.</i> Результаты исследований влияния установки в системе выпуска трактора электрофилтра на эффективные показатели работы двигателя и параметры отработавших газов.....	202
<i>Тришкин И.Б., Ерохин А.В., Киреев В.К.</i> Результаты исследований степени влияния величины высоковольтного напряжения питания электрического филтра и времени нахождения сажевых частиц в его активной зоне на дымность отработавших газов трактора .....	206
<i>Шемякин А.В., Мелькумова Т.В.</i> Жесткость резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин .....	211
<b>Секция 4. ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА .....</b>	
<i>Бойко А.И., Тучинский В.Д.</i> Структура импорта картофеля в Россию.....	216
<i>Бьшов Н.В., Якутин Н.Н., Литин В.Д., Голахов А.А., Симонова Н.В.</i> Уборка картофеля в Рязанской области .....	220
<i>Конкина В.С.</i> Логистические риски и основы планирования запасов моторного топлива в сфере сельскохозяйственного производства .....	224
<i>Конкина В.С.</i> Меры поддержки технической и технологической модернизации сельскохозяйственного производства .....	229

<i>Мартынушкин А.Б.</i> Повышения доходности в молочном скотоводстве за счет оптимизации сроков продолжительности сервис–периода коров .....	234
<i>Мартынушкин А.Б.</i> Повышение доходности производства молока в результате оптимизации кормового рациона .....	237
<i>Молочников Д.Е., Яковлев С.А., Рузаев Е.Е.</i> Расчет стенок вертикальных резервуаров для нефтепродуктов.....	243
<i>Романенкова М.С., Балабанов В.И.</i> Основные тенденции внедрения «Интернета вещей» в сельском хозяйстве.....	246
<i>Туарменский В.В., Ляцук Ю.О.</i> Технопарковые структуры Германии .....	249
<b>Секция 5. СЕРВИС ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АПК .....</b>	<b>294</b>
<i>Антонова У.Ю.</i> Оценка стабильности технологического процесса финишной обработки гильз цилиндров.....	253
<i>Вергазова Ю.Г.</i> Конструктивные и эксплуатационные свойства соединений «вал-втулка» сельхозмашин.....	257
<i>Голиницкий П.В., Черкасова Э.И.</i> Использование металлических порошков на основе железа для восстановления бронзовых втулок .....	262
<i>Катаев Ю.В., Вергазова Ю.Г.</i> Новый стандарт в единой системе допусков и посадок и особенности его использования при ремонте машин.....	265
<i>Кокорев Г.Д., Успенский И.А., Воробьев Д.А.</i> Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин.....	270
<i>Колупаев С.В., Родионова Е.А., Шубин И.Е.</i> Перспективные направления развития тормозных систем автотракторной техники .....	275
<i>Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж.</i> Современные требования к управлению метрологическим обеспечением измерений на ремонтных предприятиях.....	281
<i>Пыдрин А.В., Петровская Е.А.</i> Зависимость свойств рабоче-консервационного масла от ингибиторов коррозии.....	285
<i>Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж.</i> Обоснование выбора средств контроля коренных шеек коленчатых валов.....	290
<b>Секция 6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ.....</b>	<b>294</b>
<i>Андреев К.П., Горячкина И.Н., Мелькумова Т.В., Шемякин А.В.</i> Этапы совершенствования маршрутной сети города Симферополь.....	294
<i>Горячкина И.Н., Андреев К.П., Мелькумова Т.В., Шемякин А.В.</i> Способы проведения транспортного обследования улично-дорожной сети.....	301
<i>Терентьев В.В., Горячкина И.Н., Шемякин А.В.</i> Применение компьютерного моделирования при оценке безопасности транспортных узлов.....	306
<i>Филькин Н.М., Шаихов Р.Ф.</i> Перспективное направление создания транспортно-технологической машины для тепличных комплексов.....	311
<i>Юхин И.А., Волченкова В.А., Рябчиков Д.С.</i> Обоснование выбора метода изучения пассажиропотоков.....	314
<b>Секция 7. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>320</b>

<i>Бакулина А.А., Гвоздев С.В., Маношкина Г.В.</i> Необходимость учета совместной работы «конструкция – основание» при возведении высотных зданий.....	320
<i>Борычев С.Н., Гаврилина О.П., Колошеин Д.В., Маслова Л.А., Суздалева Г.Ф.</i> Мелиорация сельскохозяйственных земель в РФ.....	323
<i>Гаврилина О.П.</i> Комплекс технических требований к дорожным герметикам	326
<i>Калашникова В.Е.</i> Современный подход к проектированию очистных сооружений канализации.....	329
<i>Колошеин Д.В., Чесноков Р.А., Суздалева Г.Ф., Кащеев И.И., Шеремет И.В.</i> История отечественных мостов .....	333
<i>Малюгин С.Г., Бойко А.И., Соловьева С.П., Чесноков Р.А.</i> Технология производства получения коррозионноустойчивого асфальтобетона .....	337
<i>Маркова Е.В., Аль Дарабсе А.М.Ф., Черненькая Е.В., Денисова Т.В.</i> Реформа гражданского строительства во времена рецессии.....	340
<i>Маркова Е.В., Аль Дарабсе А.М.Ф., Черненькая Е.В., Денисова Т.В.</i> Инновационные решения в строительной промышленности.....	346
<i>Овчерова К.А.</i> Современный подход к строительству очистных сооружений канализации.....	350
<i>Овчерова К.А.</i> Современный подход к проектированию водопроводных очистных сооружений.....	354
<i>Страхов А.А., Малюгин С.Г., Бойко А.И.</i> Полимерасфальтобетонные смеси в асфальтобетонных покрытиях и их применение на автомобильных дорогах Рязанской области .....	358
<i>Суворова Н.А., Максименко О.О., Бурмина Е.Н.</i> Техническая задача - основа профессиональной подготовки в техническом вузе .....	362
<i>Шеремет И.В., Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Маслова Л.А., Суворова Н.А., Волков А.И.</i> Гидротехнические сооружения виды и классификация.....	365

## Секция 1

# ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 631.171

*Абрамов Ю.Н.,  
Бышов Д.Н., к.т.н.,  
Угланов М.Б., д.т.н.,  
Юдаев Ю.А. д.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ РОТОРА БОТВОДРОБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ С ШАРНИРНЫМИ НОЖАМИ

Для оптимизации шарнирного режущего элемента ботвоуборочной машины была разработана математическая модель с помощью, которой оптимизировались параметры конструкции [1].

Построение модели основано на дифференциальных уравнениях движения; теореме о движении центра масс системы; и законе сохранения движения центра масс.

Обозначим равнодействующую всех приложенных к точке внешних сил (и активных, и реакций связей) через  $\bar{F}_k^e$ , а равнодействующую всех внутренних сил — через  $\bar{F}_k^i$ . Если точка имеет при этом ускорение  $\bar{a}_k$ , то по основному закону динамики  $m_k \bar{a}_k = \bar{F}_k^e + \bar{F}_k^i$ .

Аналогичный результат получим для любой точки. Для всей системы имеем:

$$\begin{aligned} m_1 \bar{a}_1 &= \bar{F}_1^e + \bar{F}_1^i \\ m_2 \bar{a}_2 &= \bar{F}_2^e + \bar{F}_2^i \\ &\dots \dots \dots \\ m_n \bar{a}_n &= \bar{F}_n^e + \bar{F}_n^i \end{aligned}$$

Уравнения представляют собой дифференциальные уравнения движения системы в векторной форме. Входящие в правые части уравнений силы могут в общем случае зависеть от времени, координат точек системы и их скоростей.

Проектируя равенства на какие-нибудь координатные оси, получим дифференциальные уравнения движения системы в проекциях на эти оси.

Полное решение основной задачи динамики для системы будет состоять в том, чтобы, зная заданные силы и наложенные связи, проинтегрировать соответствующие дифференциальные уравнения и определить в результате закон движения каждой из точек системы и реакции связей. Сделать это

аналитически удастся лишь в отдельных случаях, когда число точек системы невелико, или же интегрируя уравнения численно с помощью ЭВМ.

Однако при решении многих конкретных задач необходимость находить закон движения каждой из точек системы не возникает, а бывает достаточно найти какие-то характеристики, определяющие движение всей системы в целом.

для радиуса вектора центра масс имеем

$$\sum m_k \bar{r}_k = M \bar{r}_C$$

Беря от обеих частей этого равенства вторую производную по времени и замечая, что производная от суммы равна сумме производных, найдем

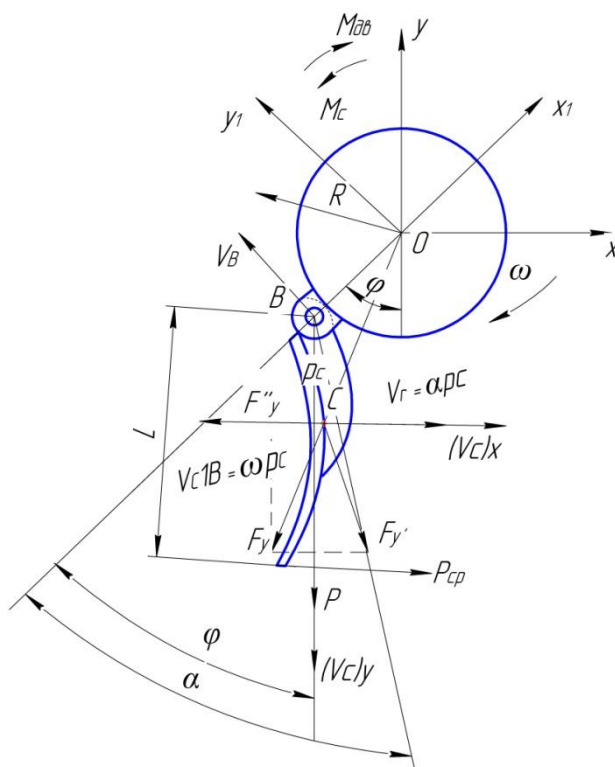
$$\sum m_k \frac{d^2 \bar{r}_k}{dt^2} = M \frac{d^2 \bar{r}_C}{dt^2}$$

или  $\sum m_k \bar{a}_k = M \bar{a}_C$ , где  $\bar{a}_C$  - ускорение центра масс системы.

Так как по свойству внутренних сил системы  $\sum \bar{F}_k^i = 0$  окончательно получим из равенства

$$M \bar{a}_C = \sum \bar{F}_k^e$$

Проведем расчет ротора, схема которого представлена на рисунке 1.



Рисунке 1 – Схема ротора указанием действующих сил и направления вращения

К системе приложим постоянно действующий момент двигателя  $M_{дв}$  и момент сопротивления  $M_c$ . Режущий элемент под действием силы среза  $P_{ср}$  отклонен на угол  $\alpha$ , кроме того на него действует сила веса  $P$ .

Для получения аналитического выражения будем решать дифференциальные уравнения в обобщенной системе координат с координатами  $\varphi$  и  $\alpha$ , где  $\varphi$  – угол отклонения ротора от вертикали, а  $\alpha$  – угол отклонения режущего элемента от равновесного положения [2-6]. Тогда уравнения примут вид:

$$\frac{d(\partial T)}{dt(\partial \dot{\varphi})} - \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = Q_1,$$

$$\frac{d(\partial T)}{dt(\partial \dot{\alpha})} - \frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} = Q_2,$$

где  $T$  – кинетическая энергия системы;

$Q_1$  и  $Q_2$  – обобщенные силы;

$\varphi$  и  $\alpha$  – обобщенные координаты.

Решение системы приводит к выражениям

$$B\ddot{\alpha} + C\omega^2 \sin \alpha - P_{ср}L = 0,$$

или

$$IB\ddot{\alpha} + mR\rho_c \omega^2 \sin \alpha - P_{ср}L = 0,$$

которое имеет решение

$$\alpha_{возв} = \alpha_{осм} - \frac{l}{m} \frac{\operatorname{tg}^2 \left( \frac{k\sqrt{m}(t_{об} - t_{осм}^{обц})}{\sqrt{2}} \right)}{1 + \operatorname{tg}^2 \left( \frac{k\sqrt{m}(t_{об} - t_{осм}^{обц})}{\sqrt{2}} \right)}.$$

Перейдя к периоду колебания ножа в поле центробежных сил получим зависимость

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{mR\rho_c \omega_b^2}{J_B}}},$$

Графическая интерпретация, которой представлена на рисунке 2.

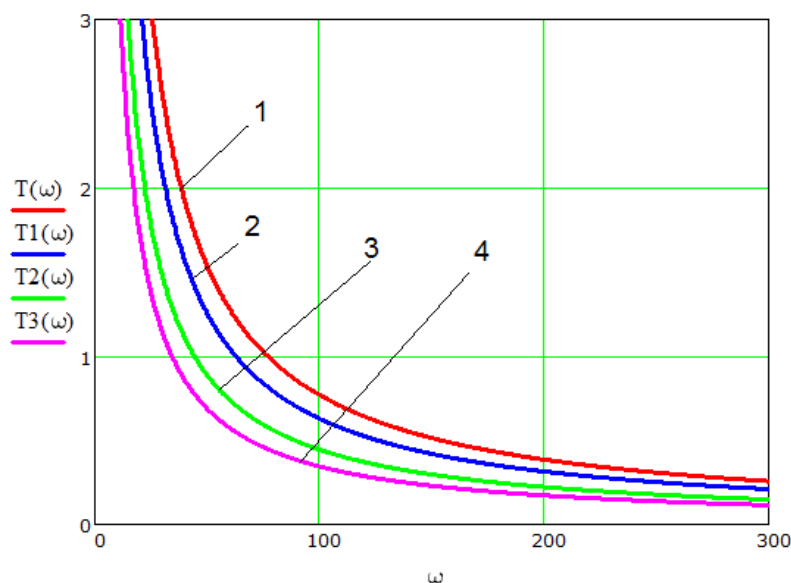


Рисунок 2 – Зависимость периода колебания ножа от частоты вращения барабана:  $m_1 < m_2 < m_3 < m_4$

Разработанная математическая модель устанавливает связь между параметрами шарнирных ножей и срезаемой массой ботвы. Эффективный угол отклонения ножей не должен превышать  $30^\circ$  [7,8].

### ***Библиографический список***

1. Юдаев, Ю.А. Применение современных программных и аппаратных средств для моделирования технологических процессов в агроинженерии [Текст] / Кожанова Т.В., Юдаев М.Ю. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 4. С. 106-113.

2. Абрамов, Ю.Н. Лабораторно-полевые исследования модернизированной ботвоуборочной машины БД-4М / Угланов М.Б., Иванкина О.П., Попов А.С., Бышов Д.Н. // Научный журнал КубГАУ, [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012, - №78(04), С. 403-412.

3. Абрамов, Ю.Н. Обоснование основных параметров ротора ботводробителя. [Текст] / Ю.Н. Абрамов, М.Б. Угланов // Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. Рязанский СХИ им. проф. П.А. Костычева. 1996. С.63-67.

Абрамов Ю.Н. Общая теория колебательных движений [Текст] / Ю.Н. Абрамов Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА. 1999. С. 140-142.

4. Абрамов, Ю.Н. Совершенствование состояния и тенденция развития механизации уборки картофельной ботвы [Текст] / Ю.Н. Абрамов, А.М. Лопатин, М.Б. Угланов // Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева «60-летию Рязанской области посвящается». 1997. С.81-84.

5. Абрамов, Ю.Н. Модернизированный ботводробитель БД-4М[Текст] /Угланов М.Б., Иванкина О.П., Воронкин Н.М.// Сборник «Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК Сборник научных трудов. Посвящается 60-летию инженерного факультета». РГАТУ имени П.А. Костычева. Рязань, 2011. С. 101-103.

6. Абрамов, Ю.Н. Ротор ботвоуборочной машины с переменным диаметром резания [Текст] / Угланов М.Б., Иванкина О.П., Попов А.С., Воронкин Н.М., Саликов Е.В., Соколин В.М.// Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева ФГБОУ ВПО РГАТУ П.А. Костычева. Рязань, 2011. С. 232-235.

7. Абрамов, Ю.Н. Экспериментальное определение основных параметров ножей модернизированной ботвоудаляющей машины БД-4М[Текст] / Угланов М.Б., Иванкина О.П., Попов А.С., Ткач Т.С.//Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве» Рязань, 2011. С. 90-93.

8. Абрамов, Ю.Н. Экспериментальное исследование моментов инерции ножей модернизированного ботводробителя БД-4М / Угланов М.Б., Попов А.С., Онищенко О.А.// Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России». РГАТУ. 2018. С 9-13.

9. Качество измельчения и разбрасывания соломы комбайнами [Текст] / Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Сельский механизатор. – 2014. – №5. – С. 10-11.

**УДК 629.331**

*Аникин Н.В., к.т.н.,  
Дорофеева К.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ПРИМЕРЕ ШЕСТОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Системы развития газобаллонного оборудования не стоят на месте. Это зависит от того, что в нашей стране идет активная работа на улучшение топливно-энергетического баланса, т.е. замена нефтяного топлива на топливо с более экономически, энергетически и экологически выгодными показателями, а именно замены на природный газ. Соответственно газобаллонное оборудование не стоит на месте, а уверенно развивается. Поэтому в настоящее время, активно внедряется 6 поколение газобаллонного оборудования, это связано с тем, что



постоянно происходит модификация типов двигателей внутреннего сгорания [1].

Газобаллонное оборудование является дополнительным оборудованием автомобиля, благодаря, которому происходит хранение и подача в двигатель внутреннего сгорания газообразного топлива [4].

Приблизительное октановое число 102:

1. Пропан  $C_3H_8$  – 95;
2. Бутан  $C_4H_{10}$  – 110;
3. Смесь пропан-бутан – 103.

Пропан-бутановая смесь легче бензинового и дизельного топлива:

1. 1 л. газа - 0.5-0,56 кг;
2. 1 л. бензина - 0.71-0,76 кг;
3. 1 л. дизеля - 0.78-0,83 кг.

Из этого следует, что практически исключается возможность появления детонации, при работе двигателя в разных режимах нагрузки.

В настоящее время самым современным поколение по временным признакам и своей разработке считается газобаллонное оборудование Евро 6-го поколения. В газобаллонном оборудовании шестого поколения происходит использование жидкой фракции для подачи газовой смеси бензиновых форсунок. При использовании данной системы существенно снижены монтажные расходы, а именно отпала необходимость подключения модуля охлаждения испарителя газовой смеси и редукторов-дозаторов.

Шестое поколение – это вариант пятого поколения основанного на жидкой подачи газа, который значительно усовершенствован, т.е. в него вставлен модуль согласования, благодаря которому происходит переход с одного топлива и другое.

Конструктивными элементами газобаллонного оборудования шестого поколения являются:

1. газовый баллон со встроенным газовым насосом;
2. топливный насос высокого давления;
3. модуль выбора топлива (согласования) FSU;
4. переключатель с газа на бензин и наоборот;
5. газовый электронный блок управления;
6. газовый фильтр;
7. датчики давления и температуры;
8. газовые трубопроводы [5].

Первым вариантом газобаллонного оборудования шестого поколения являлось итальянское оборудование, в котором использовались газовые форсунки во впускном коллекторе, однако параллельно использовались и бензиновые форсунки, подающие топливо небольшими порциями.

Вторую новинку представила голландская фирма Vialle, для моторов с непосредственным впрыском топлива в цилиндры. Данная система берет за основу подачу форсунками сжиженного газа пропан-бутана.

Данное газобаллонное оборудование привлекает к себе внимание тем, что позволяет сохранить заводскую мощность мотора, а также и повысить её. Газовый насос осуществляет подачу сжиженной газовой смеси под давлением от 7 до 25 бар. Система производит запуск насоса при открытии двери со стороны водителя.



Рисунок 1 – Конструкция газобаллонного оборудования шестого поколения

Работа на шестом поколении газобаллонного оборудования включает следующие этапы:

1. при запуске оборудования насос начинает закачку жидкого газа, при этом увеличивая давление, не давая перейти ему в газообразную форму;

2. баллон с газом подходит к модулю согласования. Когда происходит переключение топлива, блок перекрывает поступление бензин, благодаря чему выходит газовый поток, т.е. жидкий газ идет по бензиновому каналу. Когда потом проходит через бензиновый насос, происходит корректировка давления топлива до нужного уровня;

3. когда газ подходит к бензиновым форсункам он их смазывает и охлаждает, при этом форсунки продолжают выполнять свою работу, но уже с новым топливом;

4. газ, который не был использован, самостоятельно возвращается в баллон.

Преимуществом газобаллонного оборудования шестого поколения заключаются в том, что:

1. оборудование не нуждается в дополнительном обогреве;

2. из-за отсутствия редуктора топливо подается в систему впрыска непосредственно из топливного насоса, который находится в баллоне;

3. при его использовании у двигателя является равная мощность, как на газу, так и на бензине, т. к. пропан-бутановая смесь не соединяется с воздухом, а подается в чистом виде;

4. с помощью конструктивных особенностей двигателя могут быть монотопливными, что означает запуск двигателя внутреннего сгорания, происходит сразу на газу без подачи бензина;

5. система является достаточно экологичной с меньшим выбросом в окружающую среду до 20%, т. к. газобаллонное оборудование разработано по стандартам Euro 5 и Euro 6, т. е. в них происходит регулировка допустимого объема вредных веществ в выхлопных газах [5].

Недостатками газобаллонного оборудования шестого поколения является:

1. топливный насос, который из-за попадания в него примесей достаточно быстро выходит из строя;

2. отсутствие возможности работы на метане  $CH_4$ , т. к. оборудование разработано исключительно для пропан-бутановой смеси;

3. высокая стоимость оборудования, т. к. селектор топлива, это уникальная запатентованная технология, исходя, из этого стоимость установки повышается.

Таблица 1 – Сравнение цен на разные поколения газобаллонного оборудования с примерами

Марка	4 поколение	5 поколение	6 поколение
Mazda 6	от 25000-35000 руб.	от 83 500 руб.	от 280 000 руб.
Honda CRV	от 25000-35000 руб.	от 83 500 руб.	от 280 000 руб.
Opel Vectra	от 25000-35000 руб.	от 83 500 руб.	от 280 000 руб.
Mercedes ML	от 25000-35000 руб.	от 83 500 руб.	от 280 000 руб.
Lada Vesta	от 25000-35000 руб.	от 83 500 руб.	от 280 000 руб.
BMW X5	от 42000-45000 руб.	от 107 000 руб.	от 320 000 руб.

Исходя, из выше изложенного можно сделать вывод о том, что главный и самый существенный недостаток газобаллонного оборудования шестого поколения, является его высокая стоимость. Но при этом можно утверждать, что газ в ближайшем будущем займет место альтернативного вида топлива, т. к. использовать его как вид топлива обходится в два раза дешевле.

#### ***Библиографический список***

1. Аникин, Н.В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте [Текст] / Н.В. Аникин, К.А. Дорофеева //Сборник научных трудов преподавателей и студентов «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» : Материалы Национальной научно-

практической конференции : 22 ноября 2018 г. – Ч. 1. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 25.

2. Безруких, П.П. Справочник ресурсов возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива. Показатели по территориям [Электронный ресурс] / П.П. Безруких. – Электрон.текстовые данные. – М. : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2007. – 272 с. – 978-5-98420-016-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/3686.html>

3. Береснев, А.Л. Особенности систем управления ДВС подвижных объектов на альтернативных видах топлива [Электронный ресурс] : монография / А.Л. Береснев, М.А. Береснев. – Электрон.текстовые данные. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2015. – 150 с. – 978-5-9275-1574-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78691.html>

4. Портал о газобаллонном оборудовании для автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rezauto.ru/gbo/pokoleniya\\_gbo/opisanie-vseh-pokoleniy-gazovogo-oborudovaniya-dlya-auto.html](http://rezauto.ru/gbo/pokoleniya_gbo/opisanie-vseh-pokoleniy-gazovogo-oborudovaniya-dlya-auto.html)

5. Портал о газобаллонном оборудовании для автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gbo4auto.ru/pokoleniya-gbo/gbo-6-pokoleniya.html>

6. Техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей: Учебное пособие /Н.Г. Певнев, А.П. Елгин, Л.Н. Бухаров. Под ред. Н.Г. Певнева. – 2-е изд., перераб. и дополненное. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 202 с.

7. Бачурин, А.Н. Перспективы применения биотоплива на автотракторной технике /А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин//Сборник научных трудов студентов магистратуры инженерного факультета -Рязань: РГАТУ, 2013. -С. 24-30.

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

**УДК 629.331**

*Аникин Н.В., к.т.н.,  
Дорофеева К.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

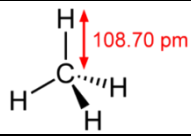
## **СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ – НОВЫЙ ВИД ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

В настоящее время сжиженный природный газ занимает третье место в сфере потребления после угля и нефти. Он является одним из главных энергоносителей Земли.

Сжиженный природный газ (СПГ) – это природный газ, который искусственно сжижают путем охлаждения температуры до минут 160°С, что

способствует удобству при транспортировке и хранению. Преимущественно сжиженным природным газом используют метан  $\text{CH}_4$ .

Таблица 1 – Характеристика строения молекулы метана [2]

	
Общие свойства	
Молекулярная формула	$\text{CH}_4$
Молярная масса	16,04 г/моль
Внешний вид	Бесцветный газ
Номер CAS	[74-82-8]
Свойства	
Плотность и агрегатное состояние	0,7кг/м <sup>3</sup> , газ
Растворимость в воде	3,5 мг/100 мл (17°C)
Температура плавления	-182,5°C при 1 атм
Температура кипения	-161,6°C (111,55 К)
Тройная точка	90,7 К, 0,117 бар
Строение	
Форма молекулы	Тетраэдр
Дипольный момент	Ноль
Опасность	
Температура вспышки	-188°C
Температура самовоспламенения	537°C
Пределы взрываемости	2% и выше
Родственные соединения	
Родственные алканы	Этан Пропан
Другие соединения	Метанол Хлорметан

Метан  $\text{CH}_4$  – это бесцветный газ без запаха, который является простейшим углеводородом, малорастворим в воде и легче воздуха [2].

Сжиженный природный газ является приоритетным направлением, а так же неотъемлемым звеном импорта, так например, в Японии почти 100% потребления газа покрывается импортом СПГ.

В России новая газовая стратегия заявляет, что в числе приоритетных задач освоение газовых ресурсов на востоке страны, внедрение новых технологий по сжижению природного газа, а так же укрепление своих позиций на североамериканском рынке и рынке Азиатско-Тихоокеанского региона.

В России на острове Сахалин (поселок Пригородное) реализуется проект завода, работа которого направлена на сжижение природного газа, а так же его экспорта посредством морского терминала.

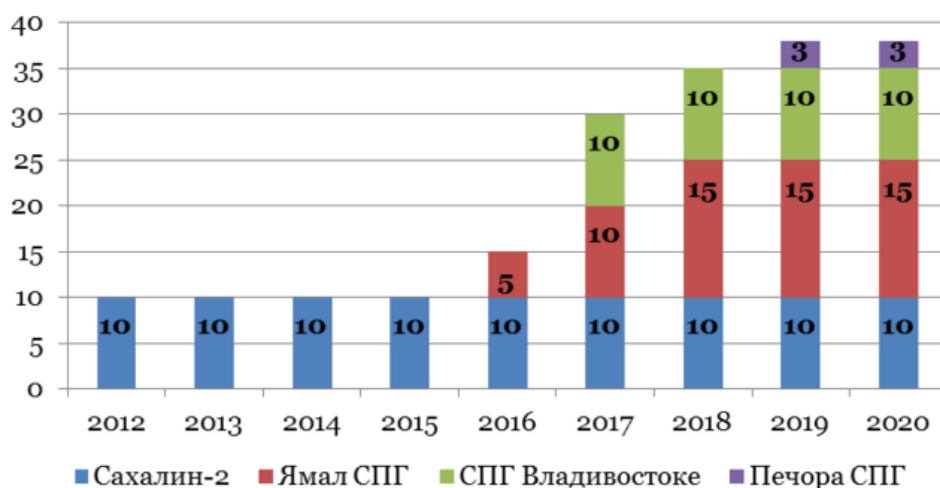


Рисунок 1 – Производство сжиженного природного газа в Российской Федерации, млн. тонн

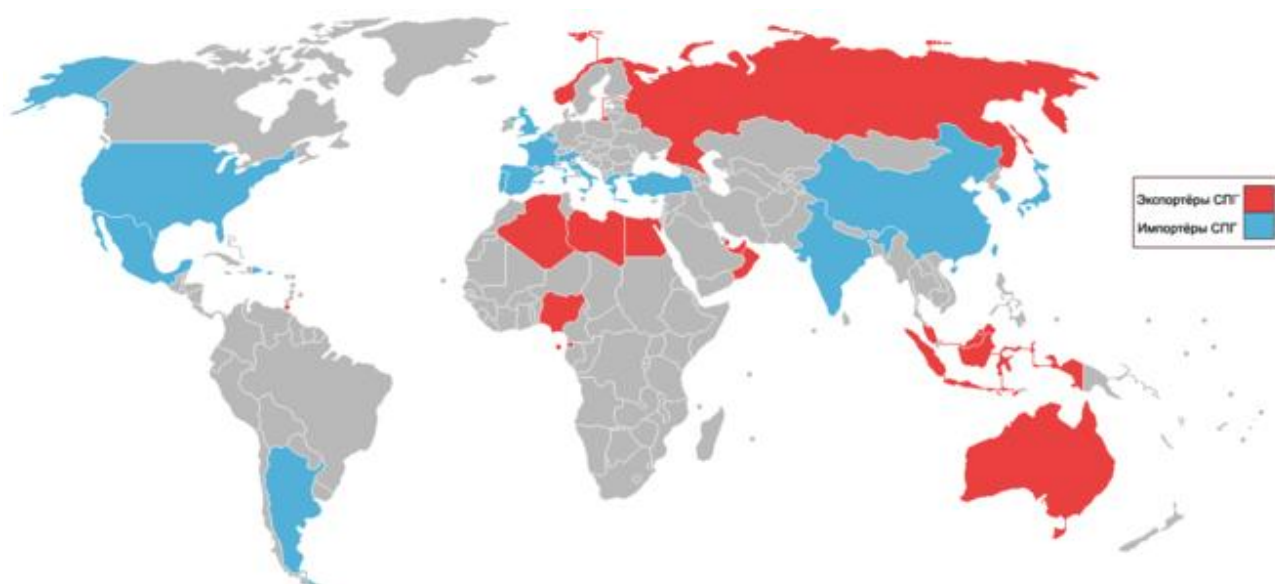


Рисунок 2 – Карта импорта и экспорта сжиженного природного газа

Процесс транспортировки сжиженного природного газа включает:

1. морскую перевозку с помощью танкера-газовоза;
2. транспортировка автомобильным транспортом с использованием специализированной автомобильной техники;
3. доставка железнодорожным транспортом с использованием вагонов-цистерн;
4. регазификация сжиженного природного газа до газообразного состояния;
5. транспортировка регазифицированного сжиженного природного газа до конечного потребителя с помощью газопровода.

С 1990-х годов сжиженный природный газ начали использовать в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте, водном и

железнодорожном. Чаще всего производят переоборудование дизельных двигателей на газодизельные.

Одним из видов альтернативного топлива для автомобильного транспорта является сжиженный природный газ, преимущественно метан  $\text{CH}_4$  (компримированный природный газ) или пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$ . Однако к данному классу не относят автомобильную технику, использующую в качестве топлива пропан-бутановую смесь, из-за того что технологии получения принципиально отличаются друг от друга.

Практически все автомобили с бензиновым двигателем могут быть переоборудованы на использование сжиженного природного газа в качестве топлива или благодаря переоборудованию использовать двухтопливную систему питания. Двухтопливная система питания заключается в том, что автомобиль благодаря установки газобаллонного оборудования с помощью переключения систем может осуществлять свою работу, как с использованием бензина, так и с использованием сжиженного природного газа [1].

Малотоннажные грузовые автомобили (легкий коммерческий транспорт) с дизельным двигателем, так же может быть переоборудован для использования сжиженного природного газа (метан  $\text{CH}_4$ ), как топлива, в процентном соотношении 60% дизельного топлива к 40 % метана  $\text{CH}_4$ .

К малотоннажным грузовым автомобилям (грузовой автомобиль) относят автомобили, которые предназначены для перевозки грузов малой тоннажности и пассажиров от 17 до 19 человек.

В настоящее время большинство мировых автомобильных концернов выпускают новые автомобили, которые могут использоваться на природном газе, например, Volkswagen, Volvo, Honda, Audi и т.д. Также, российские автопроизводители выпускают автомобильную технику на природном газе, это ГАЗ с моделью Газель.

Газозаправочные станции компримированного природного газа без труда возводятся во всех городах Российской Федерации и их численность не уступает заправочным станциям, которые используют бензиновое и дизельное топливо. Данная станция представляет собой небольшой завод, на котором происходит непосредственно сжатие природного газа. В баллонах автомобильного транспорта компримированный природный газ находится под давлением 200 атмосфер.

В настоящее время использование компримированного природного газа (КПГ) и сжиженного природного газа (СПГ), как вида моторного топлива является перспективным направлением, так как топливо в виде природного газа имеет меньшую стоимость, чем бензиновое и дизельное топливо, а так же имеет высокий уровень экологической безопасности и соблюдает нормы стандартов Евро 5 и Евро 6.

### ***Библиографический список***

1. Аникин, Н. В. Анализ развития газобаллонного оборудования и перспектива применения на автомобильном транспорте [Текст] / Н. В. Аникин,

К. А. Дорофеева // Сборник научных трудов преподавателей и студентов «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» : Материалы Национальной научно-практической конференции : 22 ноября 2018 г. – Ч. 1. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 25.

2. Дорофеева, К. А. Особенности применения метана в качестве одного из перспективных видов топлива для автомобильного транспорта [Текст] / К. А. Дорофеева, Н. В. Аникин // Сборник студенческих научно-практических работ «Актуальные вопросы применения инженерной науки»: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, 20 февраля 2019. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 29-34.

3. Безруких, П. П. Справочник ресурсов возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива. Показатели по территориям [Электронный ресурс] / П.П. Безруких. – Электрон.текстовые данные. – М. : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2007. – 272 с. – 978-5-98420-016-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/3686.html>

4. Береснев, А. Л. Особенности систем управления ДВС подвижных объектов на альтернативных видах топлива [Электронный ресурс] : монография / А.Л. Береснев, М.А. Береснев. – Электрон.текстовые данные. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2015. – 150 с. – 978-5-9275-1574-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78691.html>

5. Терентьев, Е. С. Применение газа в качестве топлива в ДВС [Текст] / Е.С. Терентьев, О.Ю. Ретюнский // Сборник научных трудов «Инновационные технологии в машиностроении» : Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Юргинский технологический институт, 2017. С. 78-81.

6. Техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей: Учебное пособие /Н.Г. Певнев, А.П. Елгин, Л.Н. Бухаров. Под ред. Н.Г. Певнева. – 2-е изд., перераб. и дополненное. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 202 с.

7. Успенский, И. А. Экологическая оценка выбросов ОГ трактора К-701 с ГБО при выполнении сельскохозяйственных работ [Текст] / И.А. Успенский, Л.Ю. Макарова, С.Д. Правкина // Сборник научных трудов, посвященный 55-летию инженерного факультета. – Рязань: РГАТУ, 2005. – С. 39-42.

8. Новак, А.И. Автотранспорт – основной источник загрязнения атмосферы крупных городов [Текст] / Сб.: «Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК». Материалы научно-практической конференции. – Рязань: Издательство: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2012. – С. 296-301.

9. Уливанова, Г.В. Анализ загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом [Текст] / Г.В. Уливанова // Сб.: «Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК» Материалы научно-практической конференции. – Рязань: Издательство: Рязанский



государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2012. – С. 235-239.

10. Колганов, С.С. Этиловое билотопливо как альтернатива для двигателей с искровым зажиганием /С.С. Колганов, В.М. Корнюшин//Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. -2016. -№1. -С. 226-231.

**УДК 631.171**

*Богданчиков И.Ю., к.т.н.  
Дрожжин К.Н., к.с.-х.н.,  
Бачурин А.Н., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Калякин Е.В., к.э.н.,  
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск-Наукоград, РФ*

## **ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРЕГАТА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ**

Рассмотрим экономическую эффективность использования агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения (АдУ НЧУ) [1] в технологии использовании растительных остатков в качестве удобрения с применением биопрепаратов и гуминовых продуктов (на основе работ, проведённых в 2018 году по заданию НИР Минсельхоза РФ[2]) . Для этого выделим две основных операции:

1) Уборка зерновой части и укладка в валок НЧУ для одного варианта, а для другого измельчение НЧУ зерноуборочным комбайном (в качестве расчётного используем «Палессе» GS1218 [3]).

2) Измельчение с одновременной обработкой рабочим раствором биологических препаратов ускоряющих процесс разложения НЧУ при помощи АдУ НЧУ (МТЗ-82+АдУ НЧУ на базе Kverneland fx 230) в одном варианте и внесение рабочего раствора при помощи опрыскивателей (МТЗ-82+ОП-3000) для другой.

Расчет произведем по количеству необходимого топлива согласно методики описанной в [3] и на основе [4]:

$$Q = \frac{\Omega_{\text{ф.ед}}}{W_{\text{см}}} \cdot T_{\text{см}} \cdot \lambda_{\text{ч}} \cdot q_{\text{у.э.га}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – объем топлива необходимый на операцию, л;

$\Omega_{\text{ф.ед}}$  – объем работ в физических единицах, га (т);

$W_{\text{см}}$  – сменная выработка агрегата, га/см. (т/см);

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

$\lambda_{\text{ч}}$  – коэффициент перевода в условный эталонный трактор;

$q_{\text{у.э.га}}$  – удельный расход топлива, л/у.э.га.

Расчёты сведём в таблицу 1. Из расчета стоимости дизельного топлива 46,20 руб/л, обрабатываемая площадь 1 га. Разница в расходе топлива в

основном приходится на зерноуборочный комбайн, так как соломоизмельчитель использует до 25% мощности двигателя [2, 3, 5, 6], что отражается и на потреблении топлива. В таблице 2 представлены стоимость внесения рассматриваемых биопрепаратов на 1 гектар, руб. Стоимость биопрепаратов из расчёта обработки 1 гектара приведены на диаграмме (Рисунок 1)

Таблица 1 – Оценка экономической эффективности использования АдУ НЧУ

Показатель	Технология	
	С использованием АдУ НЧУ	Рабочий раствор вносится опрыскивателем
1	2	3
состав машинно-тракторного парка	1) «Палессе» GS1218 2) МТЗ-82+АдУ НЧУ на базе Kverneland fx 230 3) К-744+БДП-6х4	1) «Палессе» GS1218 2) МТЗ-82+ОП-3000 3) К-744+БДП-6х4
Расчет потребности в топливе	1) $Q = \frac{1}{33,25} \cdot 7 \cdot 2,4 \cdot 10,07 = 5,09$ л; 2) $Q = \frac{1}{24,5} \cdot 7 \cdot 0,73 \cdot 8,7 = 1,81$ л; 3) $Q = \frac{1}{26,2} \cdot 7 \cdot 2,7 \cdot 10,07 = 7,26$ л.  ИТОГО : 14,16 л	1) $Q = \frac{1}{26,27} \cdot 7 \cdot 2,4 \cdot 10,07 = 6,4$ л; 2) $Q = \frac{1}{47,04} \cdot 7 \cdot 0,73 \cdot 8,7 = 0,945$ л; 5) $Q = 1/26,2 \cdot 7 \cdot 2,7 \cdot 10,07 = 7,26$ л.  ИТОГО : 14,61 л
Затраты денежных средств на приобретение топлива, руб.	654,19	674,98

Таблица 2 – Стоимость внесения рассматриваемых биопрепаратов на 1 гектар, руб.

Agrinos 1		Стернифаг		Экорост		Биокомплекс БТУ	
АдУ НЧУ	Опрыскиватель	АдУ НЧУ	Опрыскиватель	АдУ НЧУ	Опрыскиватель	АдУ НЧУ	Опрыскиватель
1482,19	1502,98	1094,19	1114,98	774,19	794,98	1634,19	1654,98

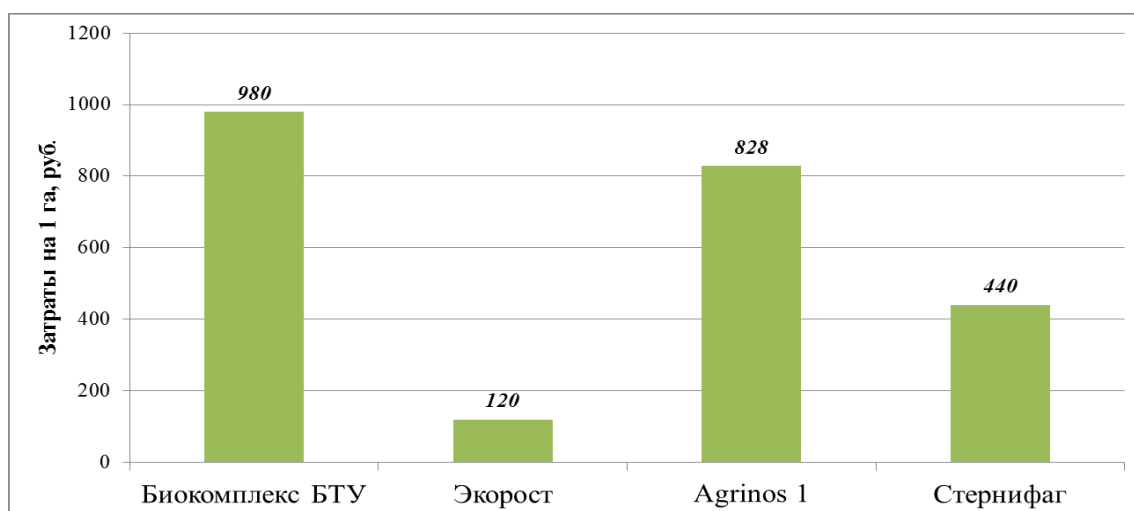


Рисунок 1 – Стоимость рассматриваемых препаратов необходимых для обработки 1 га

Следует отметить, что при использовании АдУ НЧУ достигалось более 90% усвояемости рабочего раствора, что значительно повышает эффективность от его применения. Однако полную оценку экономической эффективности от использования рассматриваемых биологических препаратов и машины можно будет дать после изучения урожайности и качества полученной продукции в 2019 году.

Если установить, что годовая загрузка АдУ НЧУ составляет 600 гектар [7] (другими словами сопоставима с загрузкой одного зерноуборочного комбайна) и сравнивать с технологией, когда биологические удобрения, биопрепараты и гуминовые продукты вносятся в виде рабочего раствора опрыскивателями тогда экономический эффект составит 12474 рублей (без учёта применяемого препарата).

Таблица 3 – Средние значения усвояемости рабочего раствора

Показатель	Масса навески (исходная), $m_v$ гр	Масса сухой навески, $m_{сух}$ гр	Масса впитавшейся влаги, $m_{вп}$ гр	Влажность $W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%$ , %	Масса влаги в 1 гр. соломы	Усвояемость рабочего раствора, %
Пробы после прохода АдУ НЧУ	3,515	3,249	0,267	26,6	0,0821	91,5
Пробы после прохода опрыскивателя	3,100	2,899	0,201	20,1	0,0877	80,3

Также, в расчётах на учитывалась прибавка бедующего урожая сельскохозяйственных культур от применения органического удобрения (НЧУ обработанной биопрепаратами и гуминовыми продуктами) и экономию от снижения использования биопрепаратов (за счёт лучшего усвоения рабочего раствора (таблица 3)). Если учесть [8] прибавку в урожайности не более 20%, то можно ожидать прибыль до 3500 руб/га.

Таким образом, даже с учётом только выполнения утилизации НЧУ с операцией внесения биопрепаратов и гуминовых продуктов АДУ НЧУ показал экономический эффект более чем в 12000 рублей в год.

### ***Библиографический список***

1. Пат. 179 685 Российская Федерация, СПК А01F 29/00 (2006.01); А01D 34/43 (2006.01). Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / Богданчиков И.Ю., Иванов Д.В., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Качармин А.А. заявитель и патентообладатель Богданчиков И.Ю. - № 2017140290/13 (070001) ; заявл. 20.11.17 ; опубл. 22.05.18, Бюл. №15. – 2 с.

2. Богданчиков, И.Ю. Рекомендации по применению агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения с использованием биологических удобрений, биопрепаратов и гуминовых продуктов [Текст] / И.Ю. Богданчиков, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин, Г.К. Рембалович, Д.Н. Бышов, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк. – ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018 – 44 с.

3. Богданчикова, А.Ю. Оценка экономической эффективности технологий с использованием незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков, Т.М. Богданчикова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2014. – №3. – С. 57-61.

4. Калякин, Е.В. Основные направления развития малого предпринимательства Тамбовской области / Шаляпина, И.П. Калякин Е.В.//Вестник Алтайского государственного аграрного университета – № 9 (47) - 2008 - С.84-88.

5. Ягельский, М.Ю. Оценка качества работы соломоизмельчителя зерноуборочного комбайна [Текст] / М.Ю. Ягельский, С.А. Ро-димцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – №6. – С. 47-49.

6. Показатели качества разбрасывания незерновой части урожая зерноуборочными комбайнами марок ДОН-1500Б и ПАЛЕССЕ GS12 /А.И. Мартышов, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, Морозова Н.М.//Агротехника и энергообеспечение. -2014. -№ 1 (1). -С. 45-49.

7.Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: Сборник. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.

8. Бышов, Н.В. Технические аспекты использования незерновой части урожая в качестве удобрения для повышения плодородия почвы /Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков//Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. -2016. -№10. -С. 105-111.

9. Налиухин, А.Н. Изменение агрохимических показателей дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почвы и продуктивности культур севооборота при применении различных систем удобрения/А.Н. Налиухин, Д.А. Белозеров, А.В. Ерегин//Земледелие. 2018. №. 8 DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10000.

*Борычев С.Н. д.т.н.,  
Липин В.Д. к.т.н.,  
Колошеин Д.В. к.т.н.,  
Маслова Л.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

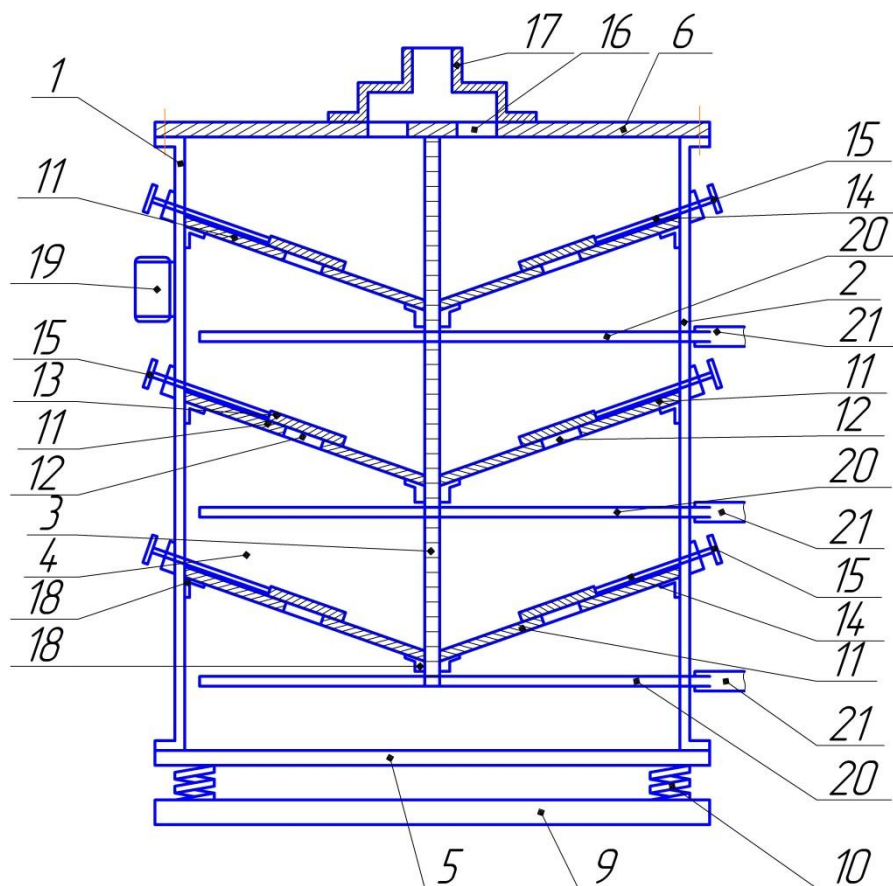
## **КОНТЕЙНЕР ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ КАРТОФЕЛЯ**

В России в 2018 г., согласно прогнозам экспертов, было произведено 24,7 млн тонн картофеля, из них хозяйствами населения – 17,9 млн тонн. Средняя урожайность картофеля в сельскохозяйственных и крестьянско-фермерских хозяйствах выросла с 198 ц/га в 2013 г. до 260 ц/га в 2018 г [1].

Лидерами по производству картофеля в РФ являются Ростовская, Тюменская, Брянская, Тульская, Нижегородская, Московская, Липецкая и Свердловская области [1]. Однако в России сохраняется проблема низкой товарности картофеля, то есть объем реализации ниже, чем производство. Так среднегодовой процент реализации российского картофеля 63 процента, когда в Европе в среднем составляет 80 процентов. Большая часть картофеля пропадает из-за нехватки современных картофелехранилищ и не обеспечения необходимого микроклимата в помещениях хранения. В результате рентабельность производства картофеля снижается, а расход энергоресурсов возрастает. Основной задачей остается расчетная взаимосвязанная работа вентиляционного оборудования с микроклиматическими параметрами хранения картофеля [2, 3, 4, 5, 6]. На сохраняемость клубней влияют и такие факторы, как плотность кожуры, механические повреждения, пораженность болезнями и прорастание, все эти факторы необходимо также учитывать [7, 8, 9].

Группой авторов было предложено решение этой задачи, заключающееся в расширении арсенала технических средств в данной области, а также получения возможности регулирования режима хранения и создания благоприятных условий для хранения корнеплодов и картофеля. Технический результат заключается в создании контейнера, позволяющего регулировать режим хранения путём подачи в контейнер (рис.1) теплого и холодного воздуха, которые циркулируют через хранимую продукцию.

Контейнер для хранения картофеля работает следующим образом. В разобранном виде контейнер транспортируется к месту погрузки продукции, где он монтируется. Для этого на конические пружины 10, закреплённые на поддоне 9 устанавливаются дно 5 контейнера. К дну 5 устанавливаются и крепятся болтовым соединением продольные стенки 1 и 2, центральную стенку 3, фронтальную стенку 4 (заднюю). Перфолированные полки 11 устанавливаются на упоры 18 с образованием V-образного сечения. На полки 11 устанавливаются заслонки 13 с винтами 14. Путём вращения рукояток 15 заслонки 13 устанавливаются на полках 11 с перекрытием окон 12. В контейнере под полками 11 устанавливаются перфолированные трубки 20, которые присоединяют воздухопроводы 21.



1 и 2 – боковые продольные стенки, 3 – центральная стенка, 4 – фронтальные стенки, 5 – дно, 6 – крышка, 7 – выгрузное окно, 8 – дверка, 9 – поддон, 10 – конические пружины, 11 – перфолированные полки, 12 – вырезными окнами, 13 – подвижные заслонки, 14 – винты, 15 – рукоятки, 16 – вырезы, 17 – вытяжная труба, 18 – упоры, 19 – электровибратор, 20 – перфолированные трубки, 21 – воздухопроводы

Рисунок 1 – Контейнер для хранения и транспортировки картофеля

Устанавливают и закрепляют болтовым соединением переднюю фронтальную стенку к продольным стенкам 1 и 2. Устанавливают дверку 8, которую закрепляют болтовым соединением к продольным стенкам 1 и 2. После этого картофель загружают насыпью в контейнер.

При погрузке насыпью картофель падают на верхние полки 11. При этом травмирование клубней предотвращается, так как высота падения продукции не большая, а полки 11 установлены наклоненными с образованием угла  $\alpha$  и  $\beta$  в пределах  $20-60^\circ$  с образованием V-образного сечения. При заполнении объема контейнера над верхними полками 11 путём вращения рукояток 15 заслонки 13 перемещаются и открываются окна 12, через которые корнеплоды падают на вторые перфолированные полки 11. Так как полки 11 наклонены с образованием V-образного сечения и расположены друг над другом с образованием зазоров  $h$  предотвращается травмирование корнеплодов. При заполнении объема контейнера над вторыми и верхними перфолированными полками 11 путём вращения рукояток 15 заслонки 13 перемещаются и открываются окна 12, через

которые корнеплоды падают на нижние перфолитированные полки 11. При загрузке благодаря расположению контейнера на конических пружинах 10 закреплённых на поддонах 9 можно включить электровибратор 19 и встряхнуть или покачать контейнер, тем самым обеспечить более полное заполнение ёмкости контейнера.

Для облегчения выгрузки хранимых клубней картофеля из контейнера выгрузное окно 7, закрываемое дверкой 8, расположено внизу контейнера и размещено над дном 5.

Таким образом, контейнер надёжный, удобный в эксплуатации, обеспечивает необходимый режим хранения картофеля [10], позволяет снизить травмируемость клубней при погрузке и разгрузке контейнера.

### ***Библиографический список***

1. Аккор. Ассоциация крестьянских фермерских хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.akkor.ru/statya/4656-urozhay-kartofelya-v-rossii-v-2018-godu-mozhet-snizitsya-na-10.html> (дата обращения 20.03.2019).

2. Хранилище сельскохозяйственной продукции. РФ/ Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д., Колошеин Д.В., Савина О.А. Патент №158787, 2015.

3. Хранилище сельскохозяйственной продукции. РФ/Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д., Успенский И.А., Колошеин Д.В. Патент №175783, 2017

4. Эффективность внедрения усовершенствованной энергосберегающей технологии хранения картофеля /Д.В Колошеин, С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, и др.//Сельский механизатор. -2016. -№ 11. -С.16-18.

5. К вопросу о хранении картофеля с помощью усовершенствованного воздуховода /Борычев С. Н., Макаров В. А., Мурог И. А. и др.//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. -2018. -№ 1. -С. 71-74.

6. Колошеин, Д.В. Применение усовершенствованной технологии хранения картофеля при реконструкции картофелехранилищ в условиях Рязанской области /Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, А.А Мартынов//Сборник 66-й Международной научно-практической конференции «Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона», посвященной 170-летию со дня рождения профессора П.А. Костычева. Часть II.

7. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля: пат. № 102171 Рос. Федерация: М.кл.2 А 01 В 76/00/Беркасов К.С., Борычев С.Н., Бышов Н.В., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Бойко А.И.; опубл. 20.02.2011, бюл. № 4. Здесь целесообразно использовать устройство (патент РФ № 102171) для гашения энергии падающих клубней картофеля (рис. 3), которое позволяет бережно перемещать продукцию из бункера комбайна.

8. 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.

9. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/Н.В. Бышов //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 89.. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/58.pdf>. (дата обращения: 07.01.2019).

10. Колошеин, Д. В. Разработка устройства и обоснование параметров усовершенствованного воздуховода картофелехранилища /Д.В. Колошеин//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. -2017. -№ 3. -С.123-127.

11. Успенский, И.А. Снижение повреждаемости сельскохозяйственной продукции (на примере картофеля) при использовании пневмоконтейнера [Текст] / И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.В. Шемякин, М.Б. Латышенко, В.В. Терентьев, И.А. Пискачев // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 1 (37). – С. 104-108.

12. Чесноков, Р.А. Инжиниринговый подход и основы проектирования картофелехранилищ в условиях Рязанской области [Текст] / Р.А. Чесноков, Д.В. Колошеин, Е.С. Дерр // В сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Частное образовательное учреждение высшего образования "Региональный институт бизнеса и управления". 2016. С. 282-288.

**УДК 637.116-83**

*Бунов В.С.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Для проведения лабораторных испытаний различного доильного оборудования, как серийного так и экспериментального и для приобретения практических навыков при работе с ним необходимо создания специального лабораторного оборудования. Так в Рязанском государственном агротехнологическом университете была создана лабораторная установка (Рисунок 1) [1], которая состоит из стенда «Искусственное вымя» 1 разработанного доильного аппарата, включающего коллектор 2 с доильными стаканами 3, шлангов молочного 4 соединяющего коллектор 2 с доильным ведром 5 и вакуумного 6 соединяющего распределитель вакуума, установленный на коллекторе 2 с пульсатором 7. Доильное ведро 4 соединено шлангом с вакуумопроводом 8 доильной установки через кран 9. Также в лабораторную установку входят газовый счетчик 10 вход которого сообщается с атмосферой, а выход посредством шланга 11 соединен с молокосборной



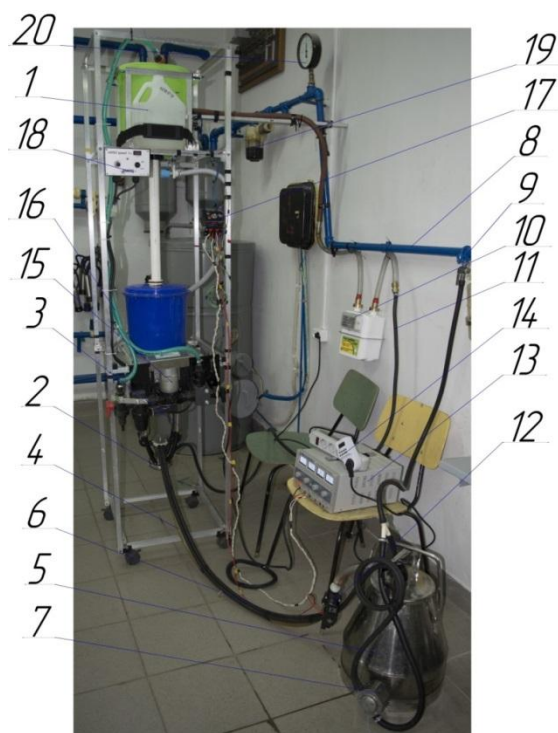
камерой коллектора 2. В разрыв молочного шланга 4 установлен нормально закрытый электромагнитный клапан 12, который подсоединен к источнику питания 13, напряжением 12 В. Источник питания 13 через электронный таймер 14 подключен к сети 220 В (Рисунок 2). Для измерения пропускной способности коллектора использовался весовой метод, измерение массы удоя производилось при помощи электронного безмена (электронных весов). Для обратной закачки заменителя молока в баки стенда «Искусственное вымя» использовался мембранный насос с фильтром и коллекторами распределения потоков жидкости 15, который подключен к источнику питания 13, и шлангам 16. Для управления электромагнитным клапаном 12 использовался блок управления 17, а для управления насосом 15 блок управления 18. Величина вакуумметрического давления изменяется вакуумрегулятором 19, а контроль вакуумметрического давления осуществляется при помощи вакуумметра 20. Для того чтобы погрешность измерений по времени была минимальной использовался электронный таймер «EVOLOGY» TGE – 2A 14. Он настраивался на 2 минуты, таким образом, чтобы при достижении установленного времени таймер 14 включал источник питания 13, а тот в свою очередь подавал питание на электромагнитный клапан 12, который срабатывал, открывая сообщение между доильным ведром 5 и коллектором 2. По истечению ровно 2 минут, таймер 14 отключал источник питания 13 от сети и электромагнитный клапан 12 закрывался. Такая схема позволяет исключить временную погрешность и человеческий фактор из опытов.

При разработке стенда для выявления оптимальных геометрических, физических и физиологических параметров таких как упругие свойства соска, диаметр соска, коэффициент трения сосковой резины о сосок, внутревыменное давление, диаметр выпускного канала соска и др. Был проведен анализ существующей литературы [2, 3, 4, 5, 6] и собственные исследования в хозяйствах Рязанской области.

В результате изучения были выявлены следующие параметры: диаметр сосков лабораторного стенда 25 мм, коэффициент трения сосковой резины с соском составляет 0,22.

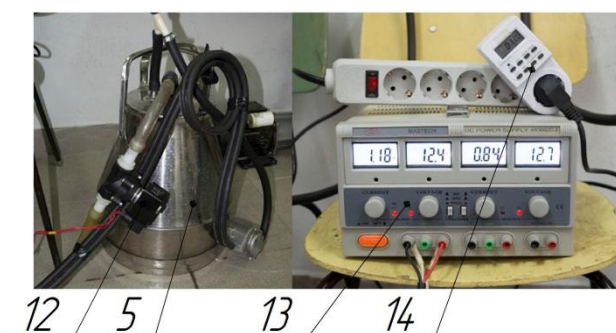
При выборе высоты установки бака 1 учитывалось то, что внутревыменное давление не превышает 10,6 кПа, а тонус сфинктера при припуске молока коровой составляет 13,3...20,0 кПа.

С учетом вышесказанного, бак 1 устанавливали на высоту, при которой в расширительной емкости 3 поддерживалось давление 108,0...109,3 кПа. Клапан 5 настраивали так, чтобы он открывался при воздействии на него вакуумметрическим давлением равным 20,0 кПа. Диаметр соскового канала у коров колеблется от 2,5 до 4,5 мм при среднем значении 3,0 мм. Такой диаметр и используется в стенде.



1- лабораторный стенд «Искусственное вымя»; 2 – модернизированный коллектор; 3 – доильные стаканы; 4 – молочный шланг; 5 – доильное ведро; 6 – вакуумный шланг; 7 – пульсатор; 8 – вакуумпровод; 9 – вакуумный кран; 10 – счетчик газа; 11 – шланг; 12 - нормально закрытый электромагнитный клапан; 13 – источник питания 12В; 14 – электронный таймер; 15 - мембранный насос; 16 – шланги насоса; 17 – блок управления источником питания и клапаном; 18 – блок управления мембранным насосом; 19 – вакуумный регулятор; 20 – вакуумметр

Рисунок 1 – Общий вид лабораторной установки



5 - доильное ведро; 12 –нормально закрытый электромагнитный клапан; 13 – источник питания; 14 – электронный таймер

Рисунок 2 – Общий вид электромагнитного клапана источника питания и электронного таймера

Таким образом, разработанный стенд позволяет проводить испытание новых доильных аппаратов в лабораторных условиях, исключая поломки на стадии производственных испытаний.

### ***Библиографический список***

1. Ульянов В.М. Стенд для испытания доильных аппаратов/В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Р.В. Коледов, Н.С. Панферов//Сельский механизатор -№7. 2015. - с. 22-25.

2. Лабораторные исследования коллектора доильного аппарата /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.

3. 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. -Опубл. 20.10.2015.; Бюл. № 29.

4. Ульянов, В. М. Совершенствование технологии машинного доения коров путем разработки стимулирующе-адаптированных доильных аппаратов и манипуляторов/диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук/Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Костычева. -Рязань, 2008. -300 с.

5. Ульянов, В.М. Производственная проверка технологий доения коров /В.М. Ульянов//Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2008 - №6. -С. 13-14.

6. Ульянов, В.М. Физиологически адаптированный доильный аппарат /В.М. Ульянов, В.А. Хрипин//Сельский механизатор. -2007. -№ 2. -С. 34-35.

**УДК 630\*8**

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

### **РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАСКАЛЫВАНИЯ СКОРЛУПЫ КЕДРОВЫХ ОРЕХОВ**

Орехи кедр в России достаточно хорошо известны. Кедровый промысел был традиционным занятием населением Сибири, Дальнего Востока и Приморского края. На территории России размещены более 90% кедровников. Наиболее значительные площади кедровых лесов сосредоточены в Красноярском крае, Иркутской, Амурской, Читинской областях, а также Хабаровском и Приморском краях.

Кедр – дерево уникальное. Древесина используется как прекрасный строительный материал, а мебель и отделочные материалы из дерева кедр обладают не только эстетическими, а также оздоровительными качествами.

Кедр ценен для человека тем, что в его шишках имеется замечательный орех, ядро которого используется в пищу.

Ядро кедрового ореха – это продукт с высокими питательными свойствами и высокой биологической ценностью, полученный механической очисткой кедровых орехов от скорлупы.

Кедровое масло - ценнейший высококачественный пищевой продукт, содержащий наряду с глицеридами незаменимых жирных кислот большое количество биологически активных веществ.

Кедровая скорлупа является отходом производства. Из скорлупы ореха можно получить дубильный экстракт (таниды) используемый в фармакологии для лечения болезней суставов и других заболеваний, в пищевой и ликёро-водочной промышленности в качестве добавок к напиткам, винам и водкам. Скорлупа используется для получения активированного угля. Порошок из скорлупы ореха используется в виде добавок к кормам птиц и животных.

При переработке ореха можно использовать все отходы производства для нужд человека. Схема переработки кедрового ореха приведена на рисунке 1.



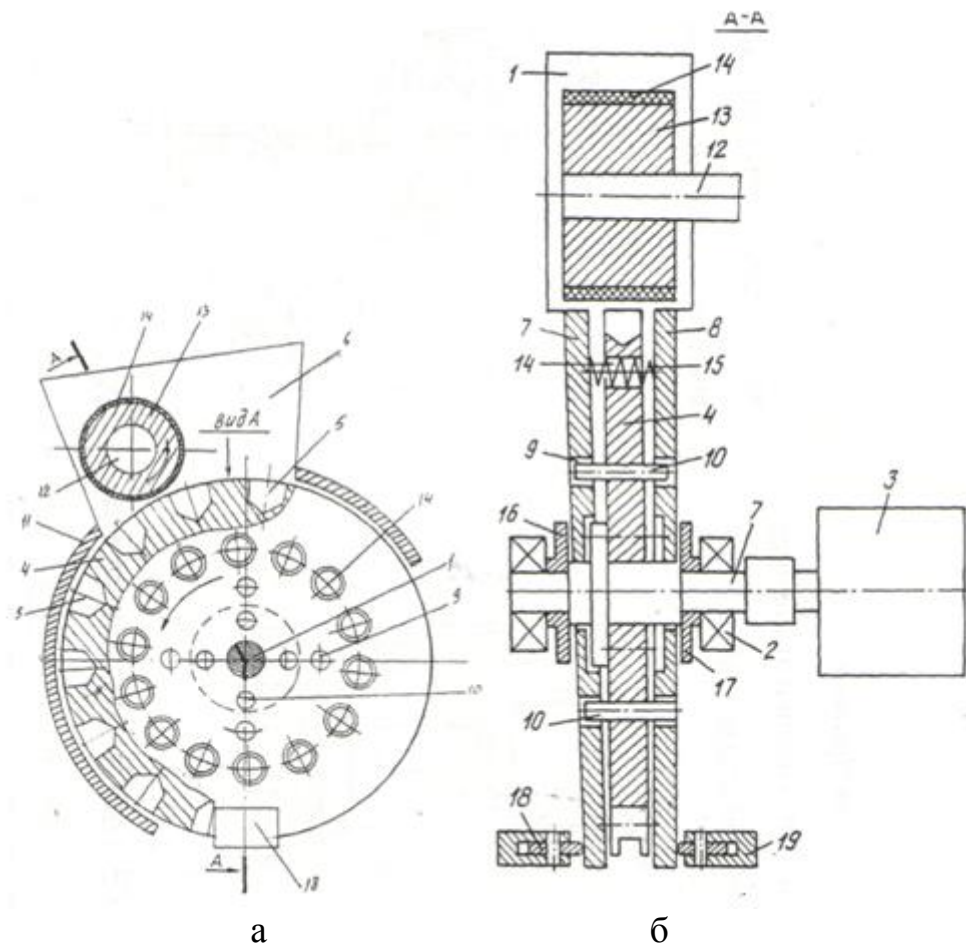
Рисунок 1 – Технологическая схема переработки кедрового ореха

При переработке кедрового ореха создаётся проблема сохранения ядра без повреждения и отделения расколотой скорлупы. Порошок, полученный из скорлупы ореха, используется в птицеводстве и животноводстве.

В связи с этим, на кафедре «Технические системы в АПК» инженерного факультета проводятся научно-исследовательские работы по разработке оборудования, позволяющего расколоть и отделить скорлупу ореха от ядра с последующим переработкой скорлупы в порошок для использования добавок к

кормам животным и птицам. Получены патенты для раскалывания скорлупы ореха [1, 2, 3, 4, 5, 6,7], технические решения которых позволяют решить задачу раскалывания скорлупы с сохранением ядра ореха.

Устройство для раскалывания скорлупы ореха содержит вал 1, установленный на подшипниковых опорах 2, получающий вращение от привода 3 (рисунок 2).



а – устройство для раскалывания скорлупы ореха; б – разрез А-А на рисунке; 1 – вал; 2 – подшипниковая опора; 3 – привод; 4 – транспортирующий диск; 5 – ячейки; 6 – бункер; 7, 8 – прессующий диски; 9 – отверстия; 10 – штифт; 11 – корпус; 12 – вал; 13 – ролик-отражатель; 14 – цилиндрическая часть ролика-отражателя; 15 – пружина; 16, 17 – отражательная шайба; 18, 19 – регулировочный ролик

Рисунок 2 – Устройство для раскалывания скорлупы ореха

На валу 1 жестко закреплен транспортирующий диск 4, имеющий по цилиндрической части - равномерно размещенные ячейки 5. Ячейки 5 выполнены по цилиндрической части транспортирующего диска радиально в виде цилиндра с конической частью. Причем диаметр ячейки 5 больше ширины транспортирующего диска 4. Такое выполнение ячеек 5 обеспечивает надежный захват ореха из бункера 6 и удерживание его в ячейках 5 при перемещении от бункера 6 до зоны раскалывания ореха. На валу 1 шарнирно установлены прессующие диски 7 и 8, в отверстия 9 которых входят жестко закрепленные в транспортирующем диске 4 четыре штифта 10, с помощью

которых устанавливается между прессующими дисками 7 и 8 в зоне колки орехов расстояние, соответствующее среднему размеру орехов. На корпусе 11 устройства закреплен бункер 6. В бункере 6 на валу 12 установлен жестко на шпонке (шпонка не показана) ролик-отражатель 13. Ролик-отражатель 13 выполнен с цилиндрической частью 14 из материала, имеющего большой коэффициент трения, например резины. Ролик-отражатель 13 вращается в противоположную сторону от транспортирующего диска 4. При работе устройства ролик-отражатель 13 вращается с большей скоростью, чем транспортирующий диск 4. Привод ролика-отражателя 13 осуществляется от вала 1 цепной передачей на вал 12 (цепная передача не показана). В ячейках 5 транспортирующего диска 4 помещается по одному ореху.

Транспортирующий диск 4 выполнен с отверстиями 14, равномерно расположенными по окружности, в которые установлены пружины 15. Прессующие диски 7 и 8 равномерно расположенными по окружности пружинами 15 поджаты к отражательным шайбам 16 и 17 и регулировочным роликам 18 и 19, установленным в нижней части устройства. Регулировочными роликами 18 и 19 устанавливается между прессующими дисками 7 и 8 в зоне раскалывания скорлупы ореха расстояние, необходимое для раскалывания скорлупы ореха.

Устройство работает следующим образом. Орехи предварительно делятся на фракции. Исходный материал, то есть орехи, засыпается в бункер 6. Из бункера 6 орехи западают в ячейки 5 транспортирующего диска 4. Вал 1 с жестко закрепленным транспортирующим диском 4 получает вращение от привода 3. Одновременно через штифты 10 получают вращение прессующие диски 7 и 8. Прессующие диски 7 и 8 на валу 1 установлены шарнирно и пружинами 15 поджимаются к ограничительным шайбам 16 и 17 и регулировочным роликам 18 и 19. С помощью регулировочных роликов 18 и 19 устанавливается определенный угол наклона прессующих дисков 7 и 8 около  $10...15^\circ$  в расчете на средний размер ореха. Ролик-отражатель 13, установленный в бункере 6 на валу 12, получает вращение от вала 1 через цепную передачу (цепная передача не показана).

При работе заявляемого устройства в ячейки 5 западают орехи. Линейные размеры ореха имеют разброс, даже при тщательной калибровке. Один орех, размещаясь в ячейках 5 транспортирующего диска 4, выступает за габаритный контур транспортирующего диска 4, который ограничивается его рабочей цилиндрической частью, а другой неполностью заполняет объем ячеек 5. Причем незаполненный объем ячеек 5 занимает другой орех, который, в свою очередь, выступает за габаритный контур транспортирующего диска 4.

Поэтому для раскалывания скорлупы без повреждения ядра ореха «лишние» или неправильно уложившиеся в ячейках орехи необходимо удалять.

При вращении транспортирующего диска 4 орехи, находящиеся в ячейках 5, перемещаются и увлекаются под цилиндрическую часть ролика-отражателя 13.

При вращении транспортирующего диска 4 «лишний» орех или неправильно уложившийся в ячейках 5 отражаются роликом-отражателем 13.

С целью лучшего отражения «лишнего» ореха или неправильно уложившегося в ячейках 5 транспортирующего диска 4 ролик-отражатель 13 выполнен с цилиндрической частью из материала с высоким коэффициентом трения, например резины.

При вращении транспортирующего диска 4 орех, находящийся в ячейках 5, перемещается от бункера 6 до зоны раскалывания ореха. При этом орех удерживается в ячейках 5 и прессующими дисками 7 и 8 и цилиндрической частью корпуса 11 устройства. Орех увлекается в клиновую щель, образованную прессующими дисками 7 и 8 и в зоне колки скорлупа ореха раскалывается. Для процесса раскалывания размер ореха роли не играет. Скорлупа ореха будет раздавлена прессующими дисками 7 и 8 на определенном центральном угле поворота их, который зависит от размера ореха.

Орех с расколотой скорлупой зажат в ячейках 5 прессующими дисками 7 и 8, проходит в зону раскалывания ореха за счет того, что прессующие диски 7 и 8 установлены с углом наклона около 10...15°.

Орех с расколотой скорлупой сыпается из ячеек 5 транспортирующего диска 4 вниз для следующей обработки.

Расширение функциональных возможностей устройства для шелушения орехов различных видов и сортов (грецких орехов, кедровых орехов, фундук и другие) достигается использованием сменных транспортирующих дисков 4 с разным размером ячеек 5 и изменением угла наклона прессующих дисков 7 и 8 с помощью регулировочных роликов 18 и 19.

#### ***Библиографический список***

1. Патент на изобретение № 2463927, RU, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания ореха / Бышов Н.В., Тришкин И.Б., Липин В.Д., Липина Т.В. – Оpubл. 20.12.2012. Бюл. № 29.

2. Патент на изобретение № 2589799, RU, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха / Бышов Н.В., Липин В.Д., Орешкина М.В., Крючков П.О., Стафоркин Н.С., Топилин В.П. – Оpubл. 10.07.2016. Бюл. № 19.

3. Патент на изобретение № 2459540, RU, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания и отделения скорлупы орехов / Тришкин И.Б., Липин В.Д., Липина Т.В. – Оpubл. 27.08.2012. Бюл. № 24.

4. Патент на полезную модель № 164601, RU, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Бышов Д.Н., Липина Т.В., Топилин В.П., Липин В.Д., Стафоркин Н.С. – Оpubл. 10.09.2016. Бюл. № 25.

5. Патент на полезную модель № 152535, RU, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха / Бышов Н.В., Липин В.Д., Бышов Д.Н., Рязанцев А.И., Липина Т.В. – Оpubл. 10.06.2015. Бюл. № 16.



6. Патент на полезную модель № 131282, RU, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха / Бышов Н.В., Тришкин И.Б., Липина Т.В., Липин В.Д.– Оpubл. 20.08.2013. Бюл. № 23.

7. Патент на полезную модель № 130205, RU, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха / Бышов Н.В., Тришкин И.Б., Захаров В.А., Липина Т.В., Липин В.Д. Оpubл. 20.07.2013. Бюл. № 20.

8. Поливаев О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 280 с.

**УДК 638.178.2**

*Бышов Д.Н. к.т.н.,  
Липин В.Д. к.т.н.,  
Кузнецов А.С.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань*

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ СУШКИ ПЕРГОВЫХ СОТОВ**

Пчелы добывают корм в радиусе до 3 км от пасеки. На сбор нектара и пыльцы и перенос их в улей пчелы затрачивают много энергии и корма. Чем ближе расположены массивы медоносных растений к пасеке, тем меньше пчелы затрачивают энергии на сбор нектара и пыльцы и тем выше их продуктивность.

К числу основных дикорастущих медоносов относятся: ива, клен, липа, иван-чай, клевер белый, акация, малина, дикие ягодники, одуванчик, бобовые и другие культуры. Из сельскохозяйственных культур выделяются подсолнечник, гречиха, горчица, люцерна, плодовые, ягодные и некоторые другие культуры.

Для эффективного использования кормовой базы определяют медосборные условия пасеки. Учитывают площади, нектаропродуктивность и календарные сроки цветения важнейших медоносов. Пчеловоды вынуждены перевозить пчел на цветущие массивы естественных и культурных растений.

Цветковые растения, как культурные, так и дикорастущие выделяют не только нектар, а также снабжают пчёл пыльцой. После выставки из зимовника пчелы собирают пыльцу с некоторых растений, не выделяющих нектар, но дающих много пыльцы: с орешника (лещины), ольхи и березы.

Далеко не все пасеки оптимально обеспечены кормовой базой пчеловодства. Имеются безмедосборные периоды, оказывающие отрицательное влияние на рост, развитие и продуктивность семей пчел. Поэтому пчеловоды таких пасек вынуждены перевозить своих пчел в другие районы хорошо обеспеченные кормовой базой пчеловодства, то есть на цветущие массивы медоносов.

Практический опыт показывает, что доходы от ведения кочевого пчеловодства в 4-5 раз выше расходов, связанных с перевозкой пчелиных семей. Чем дальше приходится летать пчелам за нектаром, тем больше они



потребляют корма во время полета и тем меньше нектара приносят в улей. В связи с этим пасеки на медосборе необходимо размещать непосредственно вблизи массива цветущего медоноса с учетом того, что предельно допустимый радиус продуктивного лета пчел около 2 км.

Для нормальной жизнедеятельности пчелиной семьи пчёлы собирают не только нектар цветущих растений, а также цветочную пыльцу. Пчелы сначала плотно закладывают ее в кормовые соты, склеивая своей ферментированной слюной, а затем, чтобы обеспечить сохранность продукта, покрывают медом и заклеивают воском. Запечатанная пыльца в процессе сбраживания становится пергой. Одна из задач это вовремя и правильно собрать пергу, а вторая сохранить пергу на длительное время, не растеряв полезные вещества и уникальные целебные свойства.

Перед отправлением на хранение пергу просушивают. Делать это можно, как естественным способом, так и при использовании нагревательных приборов.

Медоносные пчёлы собирают цветочную пыльцу, которую укладывают и уплотняют ударами своей головы в ячейки сотов, связывают верхний ее слой своей слюной, а другие пчёлы заливают, получившийся верхний слой мёдом. От мёда пчёлы получают углеводы, а от цветочной пыльцы и перги – белок.

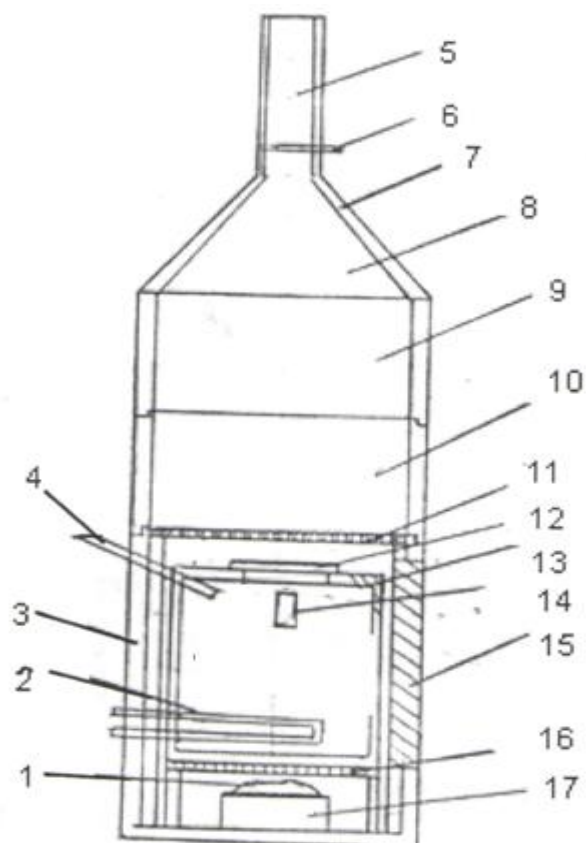
Известные устройства для сушки перги работают при наличии электросети, которая не всегда доступна пчеловодам на цветущих массивах медоносов в других районах.

Нами была поставлена задача - разработать простую конструкцию и получить возможность использования устройства для сушки перговых сотов на цветущих массивах медоносов в других районах, где электросеть недоступна пчеловодам.

Разработанное устройство для сушки перговых сотов состоит из сушильного канала 1 и нагревательной части выполненной в виде термоизоляционного ящика 2, одна из сторон которого выполнена в виде дверки 3. Сушильный канал 1 образован, вертикально - установленными один над другим корпусами ульев 4 и 5.

В корпуса ульев 4 и 5 устанавливаются перговые соты, в ячейках которых гранулы перги. В сушильном канале 1 корпуса ульев 4 и 5 закреплены на перфорированном основании 6. Перфорированное основание 6 установлено на термоизоляционном ящике 2. В термоизоляционном ящике 2 закреплена колосниковая решетка 7, на которой установлена емкость 8 с водой, например фляга.

Емкость 8 снабжена крышкой 9. Емкость 6 с водой снабжена электронагревательным элементом 10 и контрольным прибором 11 температуры воды. Емкость 8 снабжена пароотводной трубкой 12. Под колосниковой решеткой 7 установлена газовая плита 13. Ниже колосниковой решетки 7 установлена дверка 14. В сушильном канале 1 над верхним корпусом улья 4 установлен съемный кожух 15 с вытяжной трубой 16. Вытяжная труба 16 снабжена задвижкой 17.



- 1- газовая плита; 2 – электронагревательный элемент; 3 – термоизоляционный ящик; 4 – паропроводная трубка; 5 – вытяжная труба; 6 – задвижка; 7 – съёмный кожух; 8 – сушильный канал; 9, 10 – корпуса улья; 11 – перфорированное основание; 12 – крышка; 13 – ёмкость; 14 – контрольный прибор; 15 – дверка; 16 – колосниковая решётка; 17 – дверка

Рисунок 1 – Устройство для сушки перговых сотов

Устройство работает следующим образом. Снимают с корпусов 4 и 5 съемный кожух 14 с вытяжной трубой 15. В корпуса ульев 4 и 5 устанавливают перговые соты, в ячейках которых находятся гранулы перги. Пергу в гранулах необходимо довести до влажности 13-14%. В емкость 8 наливают воду и закрывают плотно крышкой 9. Емкость 8 устанавливают в термоизоляционный ящик 2 на колосниковую решетку 7. Для этого термоизоляционный ящик 2 выполнен с дверкой 3. Для циркуляции теплого воздуха в сушильном канале 1 корпуса ульев 4 и 5 закреплены на перфорированном основании 6. При наличии на пасеке электросети подключают электронагревательный элемент 10, который нагревает воду в емкости 8. По контрольному прибору 11 определяют температуру воды. Для того чтобы образовавшийся пар не попал в сушильный канал 1 верхний конец паропроводной трубки 12 установленной в емкости 8 вынесен за пределы термоизоляционного ящика 2.

Для сушки перговых сотов на цветущих массивах медоносов в других районах, где электросеть недоступна пчеловодам, под колосниковой решеткой 7 установлена газовая плита 13. К газовой плите 13 подсоединяют газопровод с газовым баллоном (газопровод и газовый баллон на чертежном материале не

показан). Воду в емкости 8 нагревают газовой плитой.

Для лучшей циркуляции теплого воздуха в сушильном канале 1 открывают или закрывают дверку 14 установленную под колосниковой решеткой 7. Кроме того, для лучшей циркуляции теплого воздуха в сушильном канале 1 над верхним корпусом улья 4 установлен съемный кожух 15 с вытяжной трубой 16 снабженной задвижкой 17.

Вода в емкости 8 нагревается электронагревательным элементом 10 или газовой плитой 13. Горячая вода нагревает воздух в теплоизоляционном ящике 2. Теплый воздух с помощью конвекции (циркуляции теплого воздуха) перемещается через перфорированное основание 6 в корпуса ульев 4 и 5 сушильного канала 1 и омывает перговые соты. Перга в сотах нагревается и имеющаяся в ней влага испаряется. Нагретый воздух выносит испаренную влагу из сушильного канала в съемный кожух 15, а затем вытяжную трубу 16. Задвижкой 17 на вытяжной трубе 16 регулируют температуру в сушильной камере 1.

Устройство для сушки перговых сотов, снабженное емкостью с водой, в которой установлен электронагревательный элемент, можно использовать при наличии электросети.

Устройство для сушки перговых сотов, снабженное емкостью с водой, под которой установлена газовая плита, можно использовать при выезде в другие районы на цветущие массивы медоносов, где нет электросети.

Наше устройство используется для сушки перги, лекарственных растений, грибов, фруктов. Устройством можно растопить закристаллизованный мёд до жидкого состояния без потери целебных и лекарственных свойств мёда.

### ***Библиографический список***

1. Патент на полезную модель №183404, RU, МПКF26В 9/06. Устройство для сушки перговых сотов/ Бышов Д.Н., Липин В.Д., Кузнецов А.С. Оpubл. 21.09.2018 Бюл. № 27.

2. Каширин, Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации : автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук/Д.Е. Каширин. - Саранск, 2013.

3. Каширин Д.Е. Энергосберегающая установка для сушки перги /Д.Е. Каширин//Вестник КрасГАУ. -2009. -№12. -С.189-191.

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

5. Пат. № 2275563 РФ. МПК F26В 3/04; F26В 21/04. Установка для сушки перги в сотах /Д.Е. Каширин. -Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. - 5с.

6. Пат. № 2391610 РФ. МПК F26В 9/06. Установка для сушки перги/Д.Е. Каширин. -Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. -7с.

## **К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ПРОЦЕССА РАССЕИВАНИЯ СЕМЯН ПРИ ПОСЕВЕ ЗЕРНОВЫХ**

Посев одна из важнейших сельскохозяйственных операций при возделывании зерновых культур, так как от равномерного распределения семян по площади питания на заданной глубине, зависит появление дружных всходов и как следствие высокой урожайности. Оптимальное размещение семян по площади питания на заданной глубине посева возможно тогда, когда семена расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, что возможно достичь, если форма этой площади близка к окружности (можно представить в виде квадрата, в который вписана рассматриваемая окружность). Известно, что наилучшая площадь питания для одного стебля пшеницы - квадрат, со стороной не менее 4,5 сантиметра, то на одном квадратном метре должно находиться примерно 400 растений. При этом семена находятся в одинаковых условиях по обеспеченности теплом, светом, почвенной влагой и питательными веществами. Существующие зерновые сеялки с дисковыми сошниками позволяют высевать семена рядковым, узкорядным, перекрестным способами. В результате рядкового посева площадь питания одного растения имеет вид очень вытянутого прямоугольника. Узкорядный и перекрестный посевы приближают площадь питания зерновки к оптимальному квадрату, повышают использование площади поля, но при этом имеют существенные недостатки. Поэтому разработка конструктивно-технологической схемы дискового сошника для разбросного полосового посева, представляется актуальной и важной хозяйственной задачей [1, 2, 3, 4, 5].

В настоящее время применяются различные посевные машины и способы посева для возделывания зерновых культур. Посева зерновых культур, по способу выполнения, можно разделить на рядовые и разбросные. Разбросные являются наиболее древними и появились на заре появления земледельческой культуры. В основе этих способов лежит то, что распределение семян по поверхности почвы происходит путем разбрасывания, а дальнейшая их заделка в почву осуществляется специальными сельскохозяйственными орудиями. То есть, высева семян и заделка их в почву производится отдельно. Сочетание данных операций выполнимо в одном сельскохозяйственном орудии (бункерные сеялки), а так же в одной сельскохозяйственной машине (современные сеялки) [3, 4, 5, 6, 7].

Посевные сельскохозяйственные машины можно разделить по назначению, способу посева и агрегатированию (Рисунок 1). По назначению: на универсальные (посев разнородных сельскохозяйственных культур) и

специальные (посев семян только одной сельскохозяйственной культуры, например хлопковые, кукурузные, зерновые, свекловичные, овощные, льняные и т. п.). По способу посева: гнездовые, рядовые, разбросные, узкорядные, пунктирные. По агрегатированию: навесные, полунавесные, прицепные.

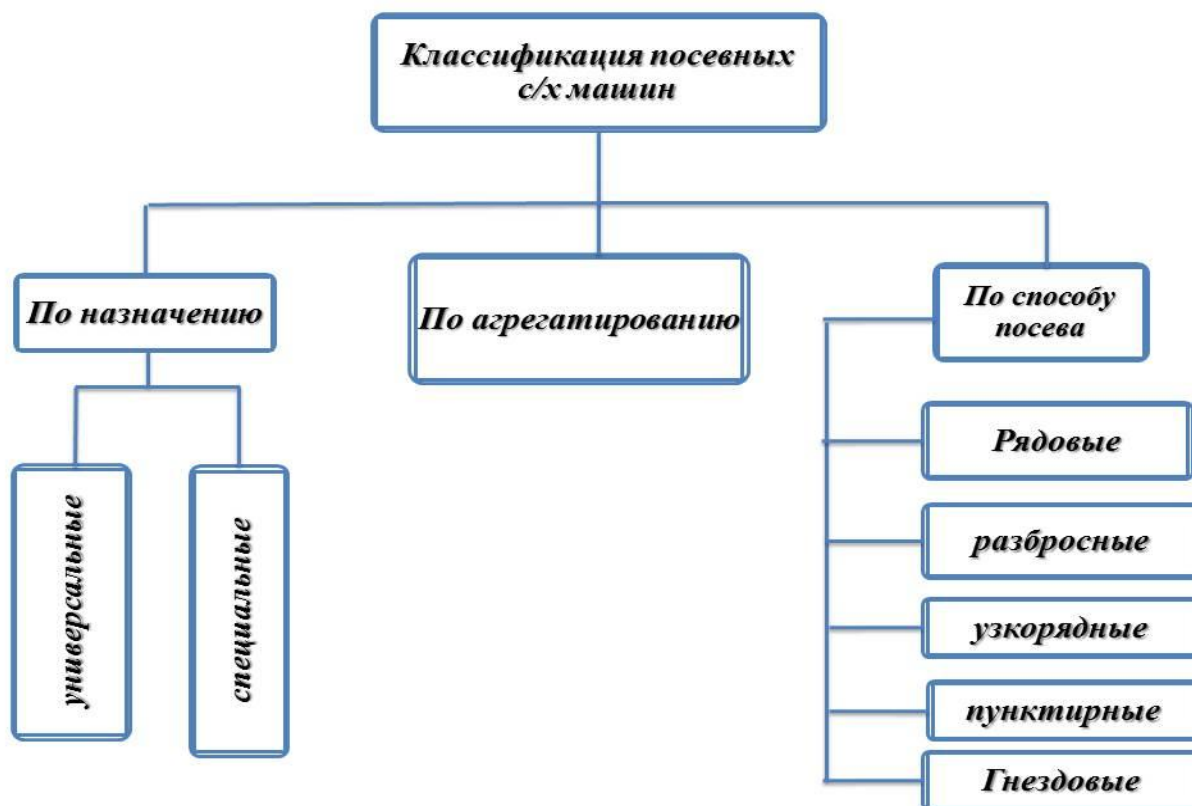


Рисунок 1 – Классификация посевных с/х машин

В настоящее время многие учёные в мире работают над совершенствованием существующих конструкций, технологий для посева, однако, добиться достаточной равномерности распределения семян ещё не удаётся. Наиболее подходящими для условий, где наблюдается дефицит осадков, высокие температуры воздуха и малые запасы влаги в почве, являются сеялки с двухдисковыми сошниками, при полосовом посеве. Однако и этот способ посева, и данная конструкция сошника нуждаются в усовершенствовании.

Известен ряд работ, в которых, например представлена конструкция двухдискового узкорядного сошника для посева зерновых культур, в сошнике которого делительная воронка заменена на профилообразователь и рассеиватель семян, что позволяет производить посев полосовым способом. Из-за того, что сошник оборудован рассеивателем происходит частичное повреждение семян. А высокая скорость полета зерновки после соударения в междисковом пространстве приводит к их перекатыванию по дну бороздки, что отрицательно влияет на распределение семян по площади питания.

Таким образом, анализ передового опыта показывает необходимость обеспечивать максимальную равномерность рассеивания семян зерновых

культур в процессе посева. Существующие конструкции высевальных аппаратов не обеспечивают в полной мере равномерное рассеивание. Поэтому нашей дальнейшей научной работой будет совершенствование конструкции рассеивателя двухдискового сошника.

### ***Библиографический список***

1. Калашников С.С. Оптимизация технологического комплекса машин в растениеводстве/ Раднаев Д.Н., Шуханов С.Н. Калашников С.С.// Механизация и электрификация /Аграрная наука №8.2015.-М.,2015.-С.28-30.

2. Бышов Н.В., Дрожжин К.Н., Бачурин А.Н. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. -2010. -№ 1. -С. 39-42.

3. Пат. N2050764 РФ. Высевальной аппарат/Лобачевский Я.П., Липин В.Д. Бюлл. 1995

4. Липин, В.Д. Обоснование параметров и совершенствование вертикально-дискового аппарата для посева семян сои: автореф. дис. ... канд. Техн. наук/В.Д.Липин. -М., 1993. -16 с.

5. Калякин, Е.В. Развитие малых форм хозяйствования в аграрной сфере экономики : на материалах Тамбовской области : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Калякин Евгений Викторович; [Место защиты: Мичурин.гос. аграр. ун-т]. - Мичуринск - наукоград РФ, 2009. - 194 с.

6. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности /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. Калякин Е.В. Особенности малого предпринимательства аграрной сферы экономики // Сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции «Социально-экономические аспекты современного развития России» - Пенза, 2008 г. – С. 126 – 128.

8. Тарасенко А. П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна и семян : учебное пособие / А. П. Тарасенко. – Москва : КолосС, 2008. – 232 с.

9. Положенцев, В.П. Эффективность использования инсектицидов при хранении зерна [Текст] / В.П. Положенцев, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов, Н.И. Морозова, С.П. Мысин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2018. - № 2 (38). - С. 53-58.

10. Поливаев О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 280 с.

## МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Для обеспечения эффективной эксплуатации машин и оборудования необходимо осуществлять их техническое диагностирование и ремонт. При диагностировании осуществляется поиск неисправностей, а при ремонте проводятся мероприятия для их устранения. Для формализации и исследования этих процессов применяется компьютерное моделирование [4]. Описание процессов поиска и устранения неисправностей осуществляется с применением различных математических методов: структурного распознавания образов [1], на основе модели цепи Маркова и матричных игр [6, 7].

Модель Лотки-Вольтерры (известная как модель «хищник-жертва») применяется для описания различных процессов в биологии, экологии, медицине, в социальных исследованиях, в истории, в радиофизике, системах профилактики нарушений и других сферах [2, 3, 5]. В данной статье предлагается применить эту модель для описания динамики появления и устранения неисправностей. Действительно, процессы возникновения и ликвидации неисправностей подобны взаимоотношениям жертвы и хищника. Предлагаемую модель назовем моделью “неисправность-мероприятие”. Она может быть составной частью системы контроля неисправностей.

Рассмотрим, как изменяется количество неисправностей в технических системах и количество мероприятий по их устранению.

Для построения модели используем следующую форму уравнения Лотки-Вольтерры [2]:

$$\begin{aligned} dx/dt &= (\alpha - \beta y)x, \\ dy/dt &= (-\gamma + \delta x)y, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $x$  - количество неисправностей транспортных средств;  $y$  - количество мероприятий;  $t$  - время;  $dx/dt$  - скорость прироста неисправностей;  $dy/dt$  - скорость прироста проводимых мероприятий;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  - коэффициенты, отражающие взаимодействия между неисправностями и мероприятиями.

Коэффициенты для рассматриваемой задачи имеют следующий смысл:  $\alpha$  - коэффициент интенсивности возникновения неисправностей (скорость увеличения количества неисправностей);  $\beta$  - коэффициент эффективности мероприятий по устранению неисправностей;  $\gamma$  - коэффициент неэффективности мероприятий;  $\delta$  - коэффициент влияния неисправностей на эффективность проводимых мероприятий.

В модели имеются стационарное состояние, при котором выполняются соотношения

$$x = \frac{\gamma}{\delta}; y = \frac{\alpha}{\beta}.$$

В таком состоянии количество неисправностей и мероприятий не изменяются во времени.

Определение значений параметров св системе “неисправность-мероприятие” может осуществляться методом экспертных оценок.

Возможны частные случаи данной модели, например, когда все проводимые мероприятия эффективны, т. е.  $\gamma = 0$ . Модель в этом случае принимает вид:

$$\begin{aligned} dx/dt &= (\alpha - \beta y)x, \\ dy/dt &= \delta xy. \end{aligned} \quad (2)$$

Как показано в [5], решение этих уравнений – волновые колебания численности неисправностей и мероприятий. Их форма и периодичность зависят от начальных условий  $(x_0, y_0)$ , а также от констант  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ .

Процесс устранения неисправностей запаздывает относительно процесса их появления.

Возможны несколько вариантов решения задачи:

- 1) стационарный режим;
- 2) возрастающий колебательный процесс;
- 3) стабильный колебательный процесс вокруг ненулевого уровня.

Рассмотрим эти процессы подробнее.

1. Выход системы “неисправность-мероприятие” на стабильный уровень, когда амплитуда колебаний стремится к нулю. Такая ситуация наблюдается, когда число мероприятий блокирует появление новых неисправностей (заранее проводятся профилактические мероприятия в ходе планово-предупредительного ремонта). Этот процесс изображен на рисунок 1.

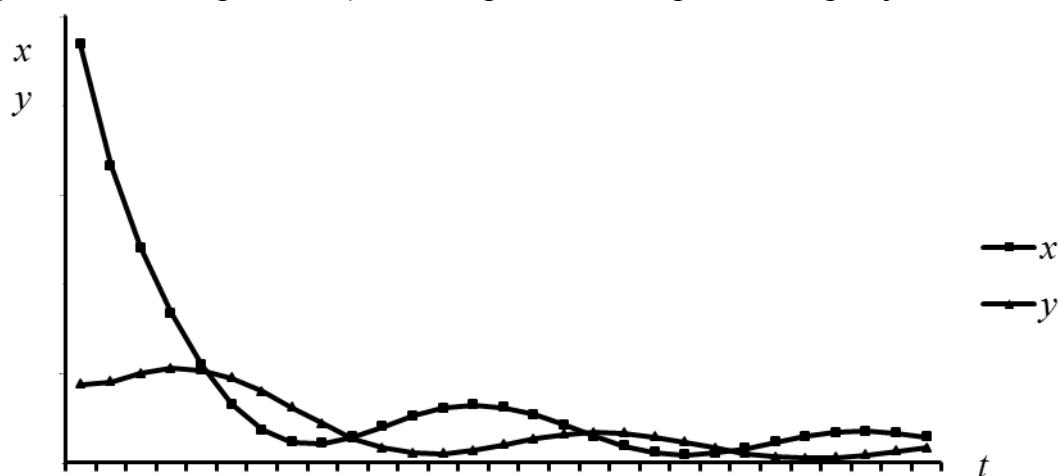


Рисунок 1 – Затухающий колебательный процесс



График представляет собой затухающие колебания, результатом которых является стационарное состояние и отсутствие изменения параметров. В этой ситуации система устранения неисправностей справляется с возложенными на нее задачами и блокирует появление новых неисправностей. При изменении управляющих параметров системы – значений коэффициентов уравнений (1) могут происходить изменения в системе, что найдет отражение на графике.

2. Второй процесс характеризуется возрастающей амплитудой колебаний с течением времени, т. е. мероприятий по устранению неисправностей недостаточно и необходимо срочно увеличить их количество. Этот процесс изображен на рисунок 2.

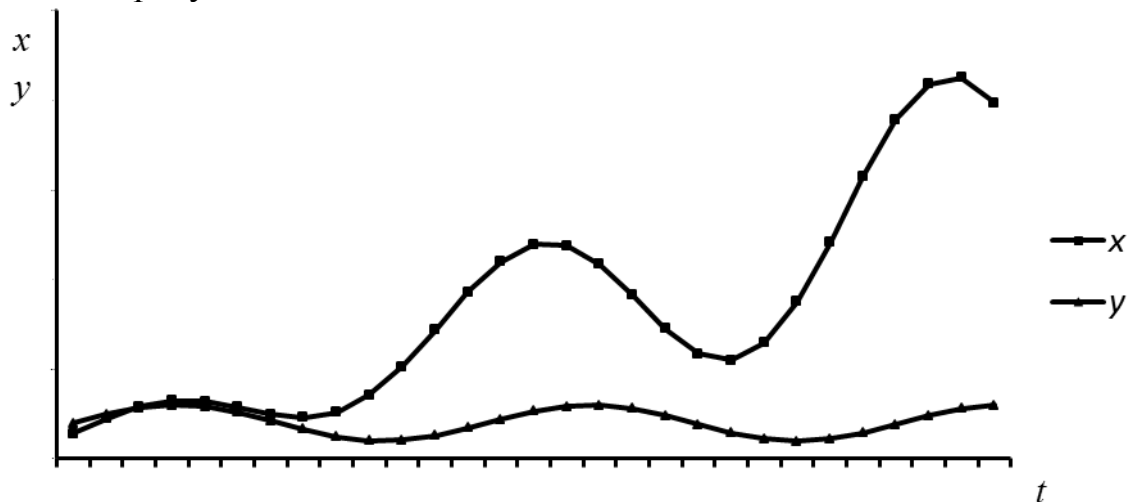


Рисунок 2 – Возрастающий колебательный процесс

3. Происходит стабильный колебательный процесс (появляются неисправности, устраняются и т.д). Этот процесс показан на рисунок 3. Для этого процесса характерно наличие скрытых видов неисправностей. В этом случае следует изменить систему диагностики.

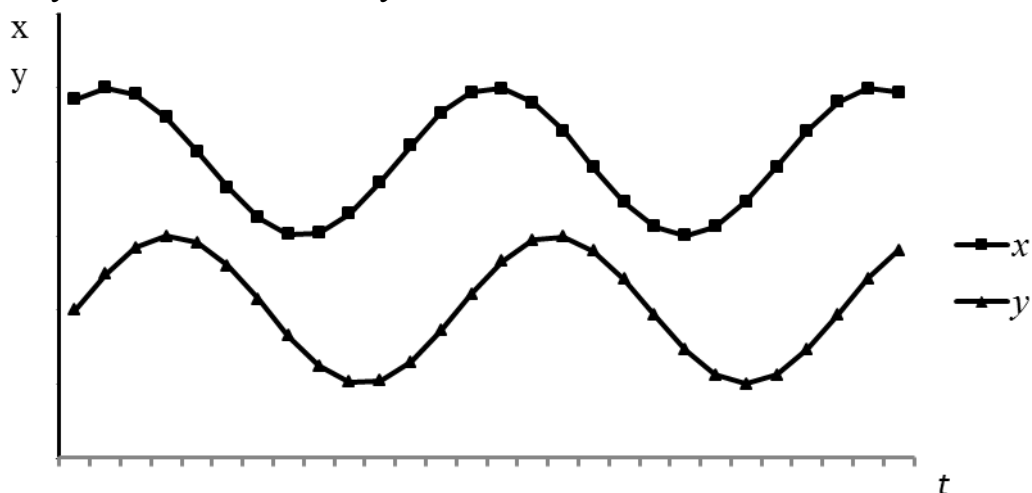


Рисунок 3 – Стабильный колебательный процесс

Анализ графика изменения количества неисправностей и мероприятий за выбранный промежуток времени позволяет оценить работу системы технического обслуживания. Если система “неисправность-мероприятие”

выходит из стационарного состояния (рисунок 2, 3), то необходимо менять проводимые мероприятия по устранению неисправностей. В этом случае нужно изменять управляемые параметры, приводить систему в новое стационарное состояние.

Предполагаемая модель “неисправность-мероприятие” может стать составной частью систем технической диагностики.

### ***Библиографический список***

1. Ганичев, А.В. Структурный метод анализа схем / А.В. Ганичев // В мире научных открытий. - 2015. - № 12-3 (72). - С. 693-701.

2. Дермидонтов, А.В. О возможности применения математической модели противодействия к оценке уровня безопасности объектов / А.В. Дермидонтов Л.В.Миронова, В.С. Миронов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. –2018. -№ 21(3). – С. 67-77.

3. Кузнецов, Ю.А. Математическое моделирование динамики конкурентного замещения поколений инновационного товара / Ю.А. Кузнецов, С.Е. Маркова, О.В. Мичасова // Вестник Нижегородского государственного университета им. ни Лобачевского. - 2014. - № 4(1). -С. 438-444.

4. Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования / К.П. Андреев, А.А. Кильдишев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. 2019. № 1 (283). – С. 20-23.

5. Пляцук, Л.Д., Черныш Е.Ю. Синергетика: нелинейные процессы в экологии: монография /Л.Д. Пляцук, Е.Ю. Черныш Е.Ю. - Сумы: СумГУ, 2016. - 229 с.

6. Шестаков, Г.А. Приближённые методики решения задачи определения рациональной стратегии поиска и устранения неисправности в АСУ ТП на основе моделей теории игр и марковских цепей / Г.А. Шестаков // Инженерный вестник Дона.- 2012.- № 2 (20). - С. 676-682.

7. Шестаков, Г.А. Методика оптимизации стратегии технического диагностирования на основе модели марковской цепи / А.А. Строцев, Г.А. Шестаков // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2013. - № 1 (173). - С. 19-22.

8. Бышов, Н.В. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "Samte" /Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев//В электронном журн. «Научный журнал КубГАУ». -2012 г., -№ 04 (078). -С. 487 -497. режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/4/pdf/42.pdf>

9. Кокорев, Г.Д. Повышение эффективности системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве на основе инженерно-кибернетического подхода: дис. ... докт. техн. наук/Г.Д. Кокорев. -Рязань, 2014. -483 с.

## УЛУЧШЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

Рычажные механизмы широко используются в промышленности и сельском хозяйстве. Одним из назначений рычажного механизма является преобразование вращательного движения ведущего звена в колебательное движение ведомого звена [1]. На рисунке 1 приведена схема рычажного механизма.

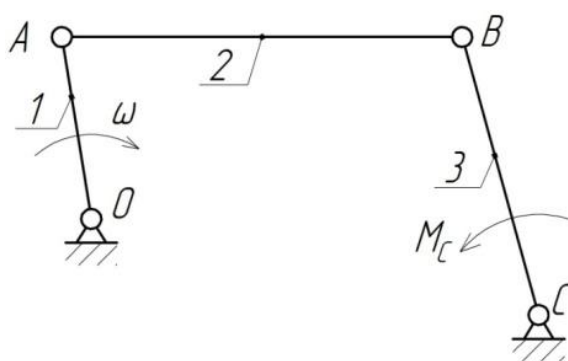


Рисунок 1 – Схема механизма

Ведущее звено – кривошип 1 – совершает вращательное движение. Далее движение передается через шатун 2 на ведомое звено – коромысло 3. Рассмотрим случай, когда к коромыслу приложен постоянный внешний момент сопротивления  $M_c$  направленный против угловой скорости данного звена. В этом случае при работе механизма нагрузка на звенья и кинематические пары будет циклически изменяться [2...4]. Рассмотрим, как изменяется нагрузка в шатуне 2 и кинематической паре B. Для упрощения расчета примем, что шатун 2 имеет бесконечную длину, а коромысло в среднем положении располагается вертикально. В этом случае при работе механизма шатун будет двигаться параллельно самому себе (рисунок 2).

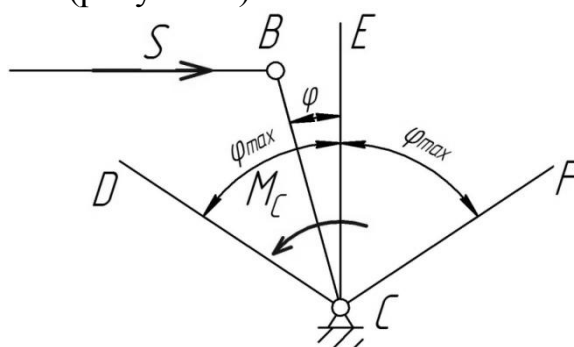


Рисунок 2 – Расчетная схема

На этой схеме обозначено:

$S$  – усилие на кинематическую пару  $B$  со стороны шатуна,  
 $CE$  – среднее положение коромысла,  
 $DC$  и  $CF$  – крайние положения коромысла,  
 $\varphi$  – текущий угол отклонения коромысла от среднего положения,  
 $\varphi_{max}$  - максимальный угол отклонения коромысла.

Найдем усилие в кинематической паре:

$$S \cdot h = M_c, \quad (1) \quad S = M_c / h, \quad (2)$$

где  $h$  – плечо действия силы,

$$h = r \cdot \cos \varphi, \quad (3)$$

где  $r$  – длина коромысла.

Таким образом:

$$S = \frac{M_c}{r \cdot \cos \varphi}. \quad (4)$$

При работе механизма в данной формуле изменяется только переменная  $\varphi$ . Для данного механизма минимальное усилие в шатуне будет в вертикальном положении коромысла ( $\varphi=0$ ).

Используя формулу (4) можно определить, как изменяется усилие в шатуне в зависимости от угла отклонения коромысла. Задавшись значением относительного усилия в среднем положении коромысла  $S_0=1$ , найдем график изменения  $S$  (рисунок 3).

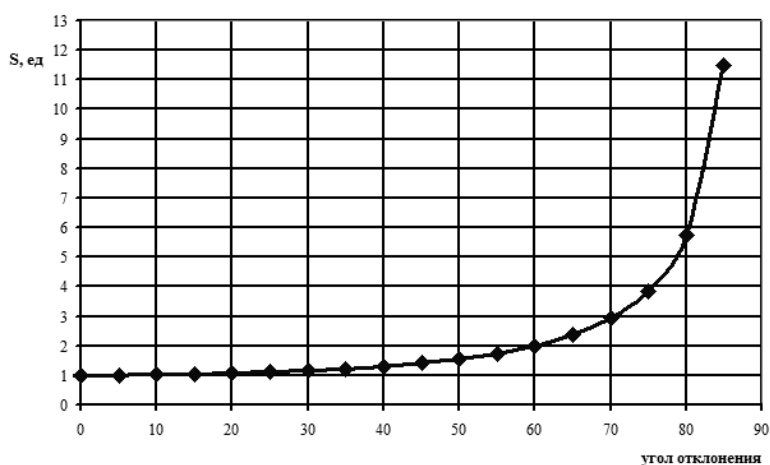


Рисунок 3 – Зависимость усилия от угла отклонения

Анализируя данный график можно сделать вывод, что при большом угле отклонения коромысла усилие в шатуне значительно возрастает. Так, например, при угле  $\varphi=60^\circ$  усилие  $S$  больше усилия в среднем положении  $S_0$  в 2 раза, при угле  $\varphi=70^\circ$  – уже в 3 раза. Если рассмотреть реальный рычажный механизм, в котором шатун имеет конечную длину и, таким образом, при работе меняет угол положения к горизонтали, то ситуация еще более усугубляется. При работе будет наблюдаться большая неравномерность величины усилий в рычагах и кинематических парах, что снизит эксплуатационные показатели механизма [5...7]. Поэтому на практике, чтобы уменьшить максимальное

усилие в звеньях, рабочий угол коромысла ограничивают до величины  $2\varphi_{max}=90...100^\circ$ . Это является одним из недостатков рычажного механизма данной схемы. При угле  $2\varphi_{max}\geq 180^\circ$  механизм не работоспособен.

Для получения колебательного движения ведомого звена с большой амплитудой и умеренными нагрузками можно применить механизм с кинематической схемой, показанной на рисунке 4 [1].

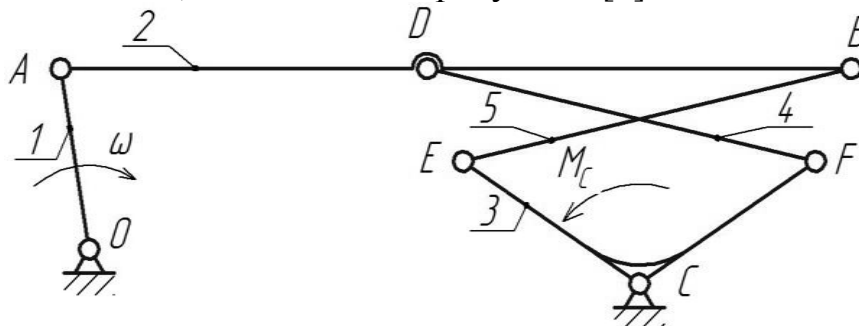


Рисунок 4 – Схема механизма

По сравнению с предыдущим механизмом кинематическая схема данного механизма несколько усложнена. Ведомое звено 3 состоит из двух рычагов соединенных неподвижно друг с другом под углом  $\alpha$ . Шатун 2, связан с ведомым звеном двумя промежуточными звеньями 4 и 5.

Рассмотрим снова случай, когда к ведомому звену приложен постоянный внешний момент сопротивления  $M_c$ . Также для упрощения примем, что шатун имеет бесконечную длину и при работе располагается горизонтально.

Момент сопротивления ведомого звена  $M_c$  преодолевается с помощью момента от усилий  $S_4$  и  $S_5$  в звеньях 4 и 5, соответственно (рисунок 5):

$$M_c = S_4 \cdot h_4 + S_5 \cdot h_5, \quad (5)$$

где  $h_4, h_5$ - плечи действия усилий.

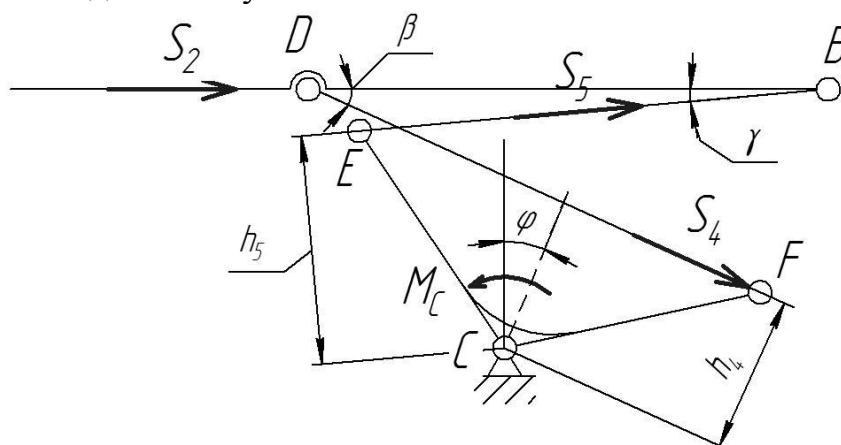


Рисунок 5 – Расчетная схема

Усилия  $S_4$  и  $S_5$  преодолеваются с помощью усилия в шатуне  $S_2$ :

$$S_2 = S_4 \cdot \cos\beta + S_5 \cdot \cos\gamma, \quad (6)$$

где  $\beta$  и  $\gamma$ - углы наклона 4 и 5 звеньев.

Так как шатун имеет бесконечную длину, то сумма моментов вертикальных составляющих усилий  $S_4$  и  $S_5$  приложенных в точках  $D$  и  $B$  относительно точки  $A$  равна нулю и далее:

$$S_4 \cdot \sin \beta - S_5 \cdot \sin \gamma = 0. \quad (7)$$

Определить неизвестные геометрические параметры проще всего графическим способом, построив в масштабе несколько положений данного механизма при различных значениях угла положения ведомого звена  $\varphi$  [1, 2]. Этот угол будем отсчитывать между осью симметрии ведомого звена и вертикальной линией.

При построении задаемся размерами звеньев: угол между рычагами ведомого звена  $90^\circ$ , длина этих рычагов  $CE = CF = 100$  мм, длина промежуточных звеньев  $DF = EB = 200$  мм, расстояние  $DB = 250$  мм.

После определения геометрических параметров  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $h_4$ ,  $h_5$  подставим полученные значения в уравнения (5)...(7). Задавшись значением относительного усилия в среднем положении ведомого звена  $S_0=1$ , получим значения нагрузок в механизме (рисунок 6).

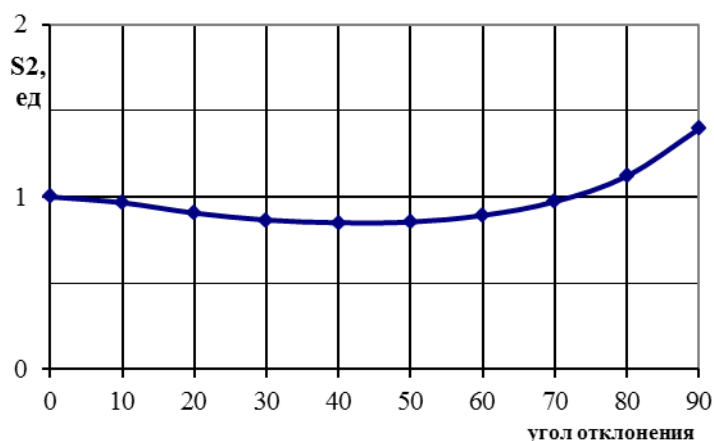


Рисунок 6 – Зависимость усилия  $S_2$  от угла отклонения ведомого звена  $\varphi$

Анализируя данный график, можно сказать, что нагрузка изменяется очень равномерно. Кроме того, изменяя размеры звеньев можно добиться угла колебания ведомого звена более  $180^\circ$ .

### **Библиографический список**

1. Гребнев, А.В. Исследование работы рычажного механизма [Текст] / А.В. Гребнев // Сб.: Знания молодых: наука, практика и инновации: Сборник научных трудов XVI Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых. В 2 ч. Ч.2. Технические и экономические науки. – Киров: Вятская ГСХА, 2016. – С. 6-10.
2. Теория механизмов и машин для направлений «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и «Технология транспортных средств»: Учебное пособие [Текст] / А.М. Кравченко, С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань: РГАТУ, 2012. – 192 с.

3. Исследование кинематики движения рабочих элементов мобильной дождевальнoй установки [Текст] / Д.С. Мельничук, В.Н. Мальчиков, А.И. Рязанцев, Г.К. Рембалович и др. // Сб.: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 243-247.

4. Гребнев, А.В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля [Текст] / А.В. Гребнев // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы IX Международной науч. практ. конф. «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сб. науч. тр. – Киров: Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98.

5. Поярков, М.С. Разработка технологического процесса изготовления и ремонта деталей автомобилей, тракторов и технологического оборудования: Методические указания и задания по выполнению домашнего задания по дисциплине «Современные материалы» студентами инженерного факультета очной формы обучения по направлениям подготовки бакалавров: 110800 - Агроинженерия, 190600 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 280700 - Техносферная безопасность [Текст] / М.С. Поярков, М.Л. Скрябин. – Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2014. – 30 с.

6. Скрябин, М.Л. Обзор современных материалов для поршней двигателей внутреннего сгорания [Текст] / М.Л. Скрябин // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. – Киров: Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С.272-278.

7. Скрябин, М.Л. Особенности выбора современных материалов для поршневой группы при работе дизеля на альтернативных видах топлива [Текст] / М.Л. Скрябин // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. – Киров: Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С.279-285.

8. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теория, расчет) : монография/С.Н. Борычев; М-во с/х Рос. Федерации, Рязанс. гос. с/х академия (РГСХА). -Рязань: РГСХА, 2006. -220 с.

9. Поливаев О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 280 с.

10. Бышов, Н.В. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства. /Н.В. Бышов, С.Н. Борычев,, Н.В. Аникин и др.// -Рязань, 2015.

*Евдокимов Д. М.,  
Морозов А.С., к.т.н.,  
Фатьянов С.О., к.т.н.,  
Пустовалов А.П., д.б.н.,  
Садовая И.И.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СПОСОБЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ МОЛОКА НА ФЕРМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Во всем мире наблюдается устойчивый рост производства молока и при последующей переработке – молочных продуктов [1]. Повышение требований Федеральных законов к качеству молока в плане его микробиологических показателей приводит к уменьшению сдачи молока высшего сорта, т.к. обсемененность молока бактериями остается высокой. В связи с этим приобретает все большую актуальность применение СВЧ установок для обеззараживания молока при сохранении его физико – химических и органолептических показателей. После пастеризации традиционными методами молока, которое характеризовалось высокой степенью обсемененности, в нем тем не менее остается большое количество микробов.

Это обстоятельство не позволяет повысить сортность молока по микробиологическим показателям, уменьшается срок хранения молока [2].

Применение СВЧ излучений при первичной обработке молока позволяет существенно снизить его обсемененность бактериями [3]. В связи с увеличением онкозаболеваемости населения РФ (600 тыс. новых зарегистрированных случаев в год) повышается необходимость выявления и последующего уничтожения вируса лейкоза у коров. Сам вирус лейкоза уничтожается при пастеризации молока, но в нем присутствуют онкогенные вещества, которые не разлагаются даже при кипячении.

Совершенствование аппаратов и установок для пастеризации молока на молочно-товарных фермах идет путем внедрения более эффективных устройств и новых методов, используемых при его первичной обработки.

При изменении температуры меняются физические параметры молока, например, на рисунке 1 представлена зависимость плотности молока от температуры. Также от температуры зависит удельная теплоемкость молока, вязкость, теплопроводность и многие другие параметры. От величины этих параметров зависит качество обработки молока и конструкция оборудования по его обеззараживанию. В свою очередь параметры молока характеризуют корову с точки зрения состояния ее здоровья. Например, при заболевании коровы в составе молока наблюдается повышенное содержание солей, что приводит к повышению его теплопроводности.



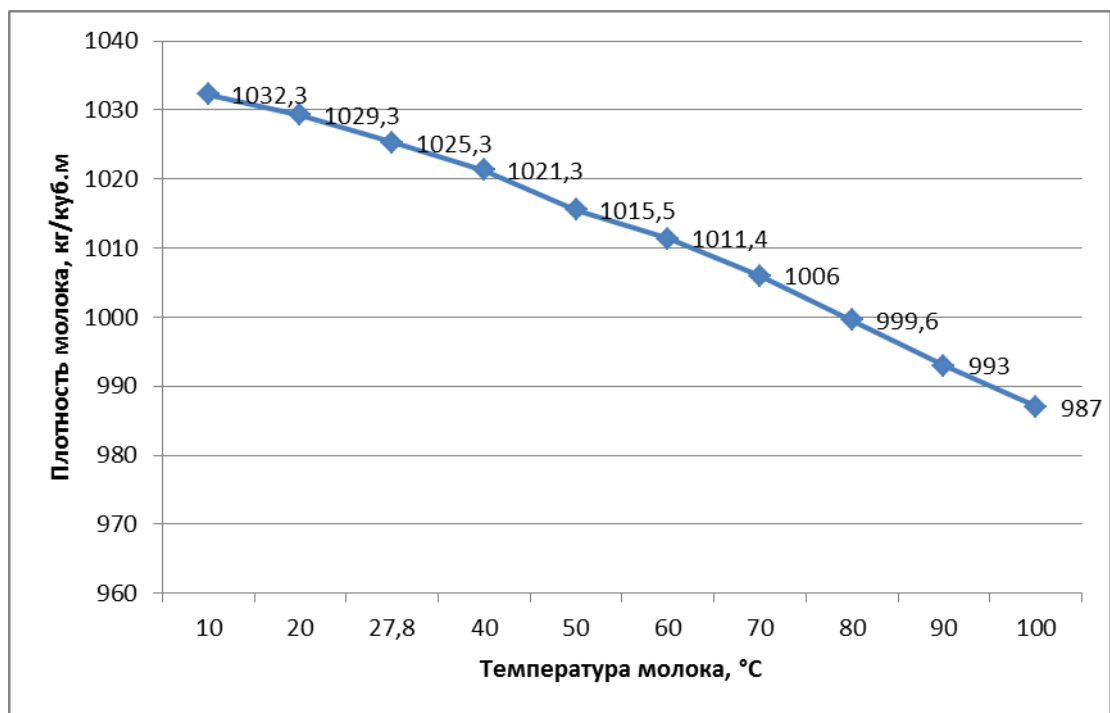


Рисунок 1 – Зависимость плотности молока от температуры

Одним из более современных методов обеззараживания молока можно считать использование инфракрасного (ИК) и ультрафиолетового (УФ) излучения, а также применяются установки, вырабатывающие электромагнитное излучение спектра радиоволн [4,5]. Это позволяет осуществить бесконтактную передачу лучистой энергии к обрабатываемому объекту. Эти методы показали высокую экономическую эффективность и качество обработки. При тепловой пастеризации молока подавляются все патогенные микроорганизмы, но сохраняются все его питательные качества. Самая высокая степень сохранности и лучшее качество молока получаются при его обработке непосредственно на ферме. Примером установки для пастеризации молока может быть УОМ-ИК-1 с инфракрасным пастеризатором. Ее установленная мощность составляет 20 кВт, а удельный расход электроэнергии не превышает 0,02 кВт·час/л. Во Франции производятся инфракрасные пастеризаторы для молока, действие которых основано на высокой способности молока поглощать инфракрасные лучи.

Существуют электродные пастеризаторы, которые просты по принципу работы, но в качестве недостатка можно отметить отложение молочного камня на электродах. Использование титановых электродов позволяет избавиться от этого недостатка. Расход электроэнергии электродным пастеризатором Афина составляет 0,07 кВт·час/л.

Е.П. Виноградовым предложен высокочастотный пастеризатор проточного типа, который характеризуется большим быстродействием и равномерностью прогрева молока. Это позволяет обеспечить сохранность физико-химических свойств молока. Оптимальные рабочие частоты пастеризатора составляют 35-50 МГц, а скорость нагрева до 40°С. в секунду.

Частоту генерации можно варьировать, подбирая наиболее губительную для микробов. Расход электроэнергии в таких пастеризаторах составляет 0,05-0,06 кВт·час/л.

Обеззараживание молока с помощью ультрафиолетового и инфракрасного облучения (активизация) осуществляется с помощью установок - активизаторов, которые встраиваются в поточную линию первичной обработки молока. Процесс по обеззараживанию молока с помощью активизатора можно представить по схеме на рисунке 2. Секция регенерации состоит из двух частей.

Потребляемая мощность установки на пастеризацию 1 л молока составляет 12-16 Вт. Это существенно ниже, чем при использовании теплообменных агрегатов.

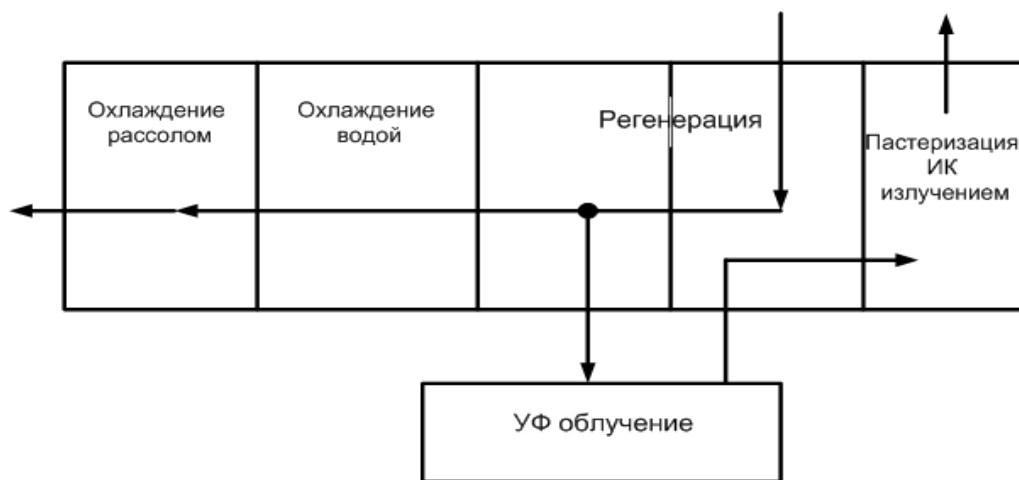


Рисунок 2 – Структурная схема обеззараживания молока с использованием активизатора

Ультразвуковая обработка молока основана на механическом воздействии ультразвука 16-1600 кГц на бактерии. В результате этого воздействия бактерия раздробляется.

Установка бактерицидной обработки молока (УБО-М) с помощью УФ воздействия обеспечивает полную стерилизацию молока с сохранением органолептических и технологических его свойств и устранением посторонних запахов.

Встречаются установки только с ИК облучением или УФ облучением. Установки с ИК облучением не эффективны при значительной обсемененности бактериями.

Большая эффективность процесса пастеризации молока обеспечивается воздействием электромагнитного поля высокой частоты [6]. Это производится с помощью различных вариантов непроточных и проточных высокочастотных пастеризаторов. Главной задачей разработки систем электродов является обеспечение равномерности распределения напряженности электрического поля при обработке жидкости. Обработка молока происходит в барабане с

использованием высокочастотного конденсатора, на высокопотенциальный электрод которого осуществляется подача напряжения от высокочастотного генератора.

В таблице 1 сведены данные анализа удельного расхода электроэнергии [7,8,9] при различных способах по обеззараживанию молока.

Таблица 1 – Удельный расход электроэнергии при различных способах обеззараживания молока

Способы	Удельный расход электроэнергии Вт·ч/г
Электродный пастеризатор «Атена», 220 В	0,071
Высокочастотный пастеризатор молока Виноградова ( 40,68 МГц)	0,05- 0,06
Установка для обработки молока УОМ-ИК-1	0,016 - 0,025
Активизатор молока (УФ и ИК воздействия)	0,0178 - 0,021
Установка бактерицидной обработки молока УБО-М (УФ воздействие)	0,0166 -0,019
Электропастеризатор А1-ОПЭ-1000 (ИК воздействие)	0,028

Таким образом, главной задачей обработки молока является получение качественного молока с наиболее длительным сроком хранения, что и подразумевает отсутствие в нем вредных микроорганизмов. Для решения этой задачи наиболее перспективными являются методы с применением ИК и УФ облучения и электромагнитной энергии спектра радиоволн. СВЧ нагрев обладает таким преимуществом, что можно обеспечить режим работы, при котором вредоносные клетки будут нагреваться быстрее, чем окружающее их молоко. При этом стерилизацию молока можно осуществить при уменьшенных значениях температуры и быстрее.

### ***Библиографический список***

1. Бредихин, С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. [Текст]/ С.А. Бредихин. - М.: Колос, 2010. - 408 с.
2. Баранов, Л.А., Захаров, В.А. Светотехника и электротехнология [Текст]/ Л.А. Баранов, В.А. Захаров. - М.: КолосС, 2006.- 344 с.
3. Дегтярев, Г.П., Рекин А.М. Технологические рекомендации по производству высококачественного молока. [Текст]/ Г.П. Дегтярев, А.М. Рекин. - М.: МСХА, 2003. -24 с.
4. Курочкин А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства. [Текст]/ А.А. Курочкин. — М.: Колос, 2010.-503 с.
5. Ильин, М.Е., Новиков, А.И., Фатьянов, С.О., Чураков, Е.П. Математическое обеспечение задач интерпретации результатов косвенных измерений в спектроскопии. [Текст]/ М.Е. Ильин, А.И. Новиков, С.О. Фатьянов, Е.П. Чураков // Электронное моделирование. – 1991. № 2, Киев.

6. Лавров, А.М., Фатьянов, С.О. Оптимизация формы ректального облучателя для лечения животных методом УВЧ-терапии. [Текст]/ А.М. Лавров, С.О. Фатьянов // Сборник научных докладов ВИМ.2010.Т1. С. 544-553.

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

8. Бышов Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№1. – С. 26-27.

9. Бышов Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов [Текст]/Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – №1. – С. 29-30.

10. Туников, Г.М. Повышение молочной продуктивности коров и качества молока как фактора устойчивого развития сельскохозяйственных организаций: монография[Текст] / Г.М. Туников, И.Г. Шашкова, Н.И.Морозова // Рязань : ЗАО «Приз», 2008. – 119 с.

11. Кулибеков, К.К. Молочная продуктивность и морфологические свойства вымени коров-первотелок в условиях роботизированной фермы[Текст] / К.К. Кулибеков, В.А. Позолотина, И.Ю. Быстрова // Главный зоотехник. – 2015. – № 9. – С. 38-43.

**УДК 635.135**

*Евтехов Д.В.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СХЕМНО-КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ СЕПАРАЦИИ В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ**

Технология процесса уборки картофеля вне зависимости от применяемых средств механизации включает в себя перечень основополагающих операций - от принятия клубней из объема почвы до их погрузки в тару или транспортные средства [1].

В целом процесс сепарации представляет собой разделение смешанных объёмов разнородных частиц, смесей жидкостей разной плотности и иных составляющих. В частности, сепарация в картофелеуборочных машинах представляет собой процесс отделения корнеклубнеплодов картофеля от почвенных примесей и других, неоднородных с картофелем частиц [2].

Необходимо учитывать, что при сепарации почвы, обладающей твердой консистенцией, эффективность данного процесса в большей степени будет зависеть от фракционного состава сепарируемой массы [3]. Для характеристики комковатости почвы при её обработке используют показатель, называемый степенью крошения, который определяется как отношение массы почвы с размерами комков, меньшими 50 мм, к общей массе пробы. Однако

применительно к картофелеуборочным машинам более важно знать содержание фракций с размерами, которые не превышают 25 мм, которые могут быть отсеяны сепарирующими рабочими органами [4]. Существует ряд методов [5,6,7,8], по которым определяется фракционный состав почвы, различающийся способом взятия проб, просеивания, типом сит и размерами отверстий сит. Однако все известные методы не имеют высокой степени точности из-за разрушения части комков при просеивании [9,10].

Зазоры решет сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин принимают в пределах 25-30 мм. Отсюда следует, что большое значение для просеивания почвы имеет содержание в ней фракций с частицами не превышающих в размерах 25 мм.

Одними из самых востребованных сепарирующих органов являются прутковые элеваторы (картофелекопатели ТЭК-2, КТН-2, КТН-2В). В некоторых конструкциях в качестве сепарирующих органов используют также кулачковые и валковые грохоты. Для работы в наиболее тяжелых условиях в картофелекопателях применяют друг за другом от двух до трех элеваторов (конвейеров) пруткового типа (например, в картофелекопателе КСТ-1,4А), и оснащают их сепарирующими решетками, рыхлителями и битерами.

Почва, которая поступает на сепарирующие рабочие органы, может в зависимости от условий (например, изменяющейся влажности почвы) принимать формы и размеры отдельных комков, приближенные к виду клубней, могут наблюдаться достаточно твердые и крупные структурообразования, кроме того, наоборот, почва может иметь липкую и пластичную консистенцию. В целях повышения качества сепарации клубней от многообразных по размеру и массы элементов профессором Г.Д. Петровым было испытано несколько десятков типов сепарирующих рабочих органов, на основе различных принципов действия. Многочисленные попытки разработать и внедрить универсальный рабочий орган, который будет способен сепарировать клубни от почвы при любом состоянии последней, привели к задержке решения этой проблемы в целом, поскольку это перспективное направление на текущем уровне развития техники оказалось неразрешимой проблемой. Наиболее правильным является создание сепарирующих рабочих органов исходя из конкретного состояния почвы с учётом анализов различия в физико-механических свойствах.

Основной задачей интенсификаторов сепарации в картофелеуборочных машинах является повышение качества просеивания элеваторами картофельного вороха. Из основных разработанных учёными способов можно выделить схемы пневматического, гидравлического и механического принципа действия. К такому типу рабочих органов предъявляется перечень основных требований:

- высокий коэффициент полезного действия для типовых органов сепарации;
- высокий показатель, характеризующий количественное удаление почвенных остатков (80-90%);

- сведенный к минимуму ущерб от потерь и повреждений корнеклубнеплодов (2- 3%);
- хорошие показатели работоспособности вне зависимости от влажности и засоренности почв;
- простота конструкции;
- высокий уровень эксплуатационной надёжности.

Невзирая на элементарную схему и высокий КПД, пневматические и гидравлические сепарирующие рабочие органы из-за экономической нецелесообразности, значительных расходов энергии и шума не нашли широкого применения. Поэтому, хотя гидравлика и широко применяется в приводах сепараторов, для действий, связанных с непосредственным воздействием на картофельный пласт (клубненоносный ворох), в настоящее время предпочтительными являются сепарирующие рабочие органы механического принципа действия (Рисунок 1) [11,12,13,14,15].

Дисковые интенсификаторы сепарации [5] используются с целью повышения эффекта от работы устройства за счёт организации вибрационно-колебательных процессов эластичных элементов отбойного валика и оптимально возможного назначения кинематического режима их воздействия на картофельный ворох в зависимости от физико-механических свойств и фракционного состава его компонентов. В условиях повышенной влажности почвы (свыше 23%) целесообразно применять именно этот тип интенсификаторов сепарации. В устройстве для отделения корнеклубнеплодов от примесей [8] установлены расположенный под углом пальчикового типа элеватор, и размещенный над ним отбойный валик. Из описания технического решения известно, что отбойный валик установлен на вал. Он представляет из себя последовательность эластичных дисков, расположенных под углом относительно оси вала, в сторону которой в данном варианте предусмотрены колебания, а так же смещение угла на который происходит наклон дисков, благодаря специальному приводу. Сам вал отбойного валика представляет из себя геометрическое тело цилиндрической формы, внутри которой установлен привод колебаний эластичных дисков, выполненный из пары шестерен конической формы, ведущая из которых связана с дополнительным приводом отбойного валика, а ведомая снабжена эксцентрично установленным пальцем, кинематически связанным посредством шатуна с коленчатыми элементами дисков. Принцип работы устройства следующий: картофельный ворох посредством элеватора перемещается на разделительную горку. В результате попадания на элеватор картофельного вороха совокупность упругих и фрикционных свойств всех элементов, а также других показателей, на функционирующей ветви происходит процесс сепарации, то есть разделение клубней от почвенных комков и примесей.



Рисунок 1 - Классификация интенсификаторов сепарации основного элеватора картофелеуборочных машин

Подавляющее большинство клубней перемещается по плоскости пальчиков на выгружающий элемент агрегата, а остальные ненужные вещества задерживаются пальчиками полотна и перемещаются выше к отбойному валу. Некоторые клубни с ботвой также пальчиковым полотном горки подаются к валу. Непосредственно на месте работы наблюдается избавление от комков почвы, камней и растительных остатков, поскольку последние принимают участие в контакте с наклонными дисками отбойного валика, вал которого от привода через звездочку получает вращательное движение. Звездочка через вал, шестерни, палец и шатун приводит в колебательное движение диски. Таким образом, возникает непрерывное переменное изменение угла наклона дисков относительно вала, и повышается эффективность сепарации.

Широко применяются также пальчатые интенсификаторы сепарации. Интенсификаторы сепарации пальчатого типа имеют множество модификаций [16]. К особенностям подобных конструкций можно отнести вращательные движения пальцев, которые интенсивно воздействуют на картофельный ворох с широким диапазоном режимов работы, что позволяет повысить эффективность отделения картофеля вследствие разрушения смеси в почвенной массе, и перераспределения пласта по площади полотна пруткового элеватора. Известно сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины, включающее просеивающий элеватор, над полотном которого установлена рамка, содержащая пассивные брусья с пальцами [17]. Значительным недостатком, в случае использования в качестве интенсификатора первичной сепарации пассивного пальчатого бруса со спаренными пальцами, является сгуживание массы во время работы в тяжелых условиях, которое влечёт за собой нарушение стабильного выполнения технологического процесса, что в свою очередь приводит к снижению сепарирующей способности конвейера и повышению повреждаемости клубней.

Для устранения этого недостатка был предложен на внедрение роторно-винтовой сепаратор [17]. Принцип работы заключается в постоянном



перемещении перерабатываемого объекта по оси вращения барабана, реализуемого благодаря движущемуся тросу. Один оборот барабана пропорционален и равен одному обороту винтовых направляющих валиков, за счёт имеющегося дифференциального механизма. Бесконечный трос по направляющим перемещается на другой конец барабана и последовательно складывается внутри впадин винтовых валиков. К отрицательным сторонам данного варианта для сепарации стоит отнести непростой механизм и расположение обрабатываемого материала по всей площади выходного цилиндра, что способствует сложности в собирании клубней.

Основная масса недоработок предыдущего образца исправлена при создании роторно-чашевого сепаратора [17]. Устройство привода в значительной степени стало проще установкой сепарирующего органа на валу. Темп перемещения клубней уменьшен установкой улавливающего конуса. Сепарирующий орган komponуется с подъемным барабаном. Из плюсов очередной рассматриваемой установки можно отметить возможность сепарирования и транспортирования при центробежном режиме и при режиме грохочения.

Винтовые (шнековые) сепараторы нашли своё применение в картофелеуборочных и свеклоуборочных машинах. Из особенности конструкции можно отметить одну или несколько пар винтов, вращающихся в противоположных направлениях. Мелкие примеси удаляются сквозь зазоры между ними, а крупные перемещаются витками вдоль винтов. Отличительной особенностью принципа действия этого типа сепараторов является участие в рабочем процессе наряду с гравитационными силами ещё и сил трения. Поэтому они с успехом отделяют не только мелкую почву, но и растительные примеси, протаскивая их через щель. Ещё одним достоинством данных интенсификаторов сепарации является возможность направленного перемещения вороха по всей ширине конвейера. Наряду с достоинствами необходимо отметить и недостатки. Одним из них является уменьшение сепарирующей площади поверхности конвейера. Объясняется это тем, что поверхность, находящаяся за шнеками, используется неэффективно, а так же повышение вероятности повреждения клубней, которое возникает из-за их взаимодействия с навивкой массивных активных шнеков. Применение винтовых сепараторов можно встретить на некоторых картофелеуборочных машинах, например, на американском комбайне «Брюннер», на отечественном КПК-2-01 и др.

В целом анализ схемно-конструктивных решений сепараторов показывает, что одним из перспективных решений, широко применяемых на современных картофелеуборочных машинах, являются сепараторы, оснащенные активными интенсификаторами, расположенными над сепарирующей поверхностью. Решение проблемы эффективной сепарации почвенных и растительных примесей во всём возможном диапазоне условий уборки лежит в области разработки новых технических и технологических решений сепараторов, что требует дальнейших исследований в данной области.



### ***Библиографический список***

1. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля [Текст] / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2013. - № 8 (194) - С. 22-24.

2. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах [Текст] / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар :КубГАУ, 2013. – № 05 (089). - С. 859 – 869. – IDA [article ID] : 0891305058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/58>.

3. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв [Текст] / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2014. - № 4 (24). - С. 59–64.

4. Инновационные решения уборочно–транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Рембалович Г.К., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Рязанов Н.А., Безносюк Р.В., Булатов Е.П. / В сборнике: «Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства». Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. М.: ФГБНУ ВИМ. Ответственный редактор: Лачуга Ю.Ф., 2011. - С. 455-461.

5. Рембалович, Г.К. Инновационные решения вторичной сепарации: результаты испытаний в картофелеуборочных машинах. / Г.К. Рембалович, Д.Н. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] / В журн. «Вестник РГАТУ». – 2011 г., № 4 стр. 34-37.

6. Рембалович, Г.К. Совершенствование первичной сепарации в картофелеуборочных машинах / Г.К. Рембалович, Н.А. Рязанов, И.А. Успенский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. - №10. - С. 5 - 6.

7. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом [Текст] / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. - № 102. – С. 417-431.

8. Рембалович, Г.К. Повышение эффективности уборки картофеля на тяжелых суглинистых почвах совершенствованием сепарирующих органов комбайнов / Г.К. Рембалович // Монография. – Рязань, ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – 300 с.

9. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской

области [Текст] / Г. К. Рембалович, И. А. Успенский, А. А. Голиков [и др.] // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2013. - № 1 (17). – С. 64-68.

10. Костенко, М.Ю. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин. / М.Ю. Костенко. Дис... д-ра техн. наук. – Рязань, 2011. – 345 с.

11. Пат. 2399191, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей / Бышов Д.Н., Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К. [и др.] / заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.09.2010, бюл. №26.

12. Пат. 102171, RU, М.кл.7 А 01 В 76/00. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля / Беркасов К.С., Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К. [и др.] / заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - Оpubл. 20.02.2011, бюл. № 5.

13. Пат. 63637, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей / Паршков А.В., Рембалович Г.К., Бoryчев С.Н. [и др.] / заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 10.06.2007, бюл. №16.

14. Пат. 157146 Российская Федерация, МПК А 01 D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины [Текст] / Д.А. Волченков, Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). - № 2015120963/13; заявл. 02.06.2015 ;опубл. 20.11.15. : ил.

15. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля / Успенский И.А., Рембалович Г.К., Кокорев Г.Д., Безносюк Р.В., Юхин И.А. / Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2010. - №4 (8). - С. 72-74.

16. Туболев С.С., Шеломенцев С.И. , Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Машинные технологии и техника для производства картофеля. — М.: Агроспас, 2010. — 316 с. ISBN 978-5-904610-05-0 Под общей редакцией Н. Н. Колчина.

17. Картофелеуборочные машины / Г. Д. Петров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 320 с.

**УДК 531.8**

*Качин И.Е.,  
Ложкин Д.В.,  
Научный руководитель: Гребнев А.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, г. Киров, РФ*

## **РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ УДАРА АВТОМАТИЧЕСКОГО КЕРНЕРА**

Кернение – это нанесение точечных углублений на заготовке или изделии. Кернер – это слесарный инструмент, по форме похожий на металлический стержень, одна сторона которого заострена, а другая подготовлена к нанесению по ней ударов молотка [1].

Предназначением кернера является создание лунок, позволяющих сделать дальнейшее сверление материала заготовки максимально удобным. Такое углубление предотвращает внезапное соскальзывание сверла и гарантирует, что отверстие будет создано в нужном месте.

В настоящее время в магазинах инструмента появились автоматические кернеры.

Для восприятия того, как работает автоматический кернер, приведём схему этого устройства (Рисунки 1, 2).

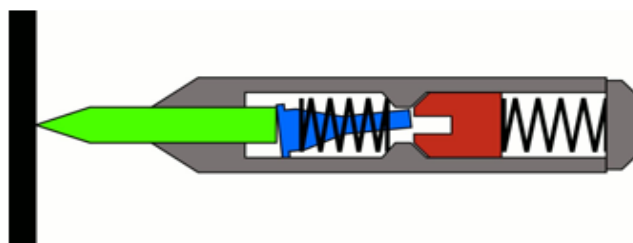


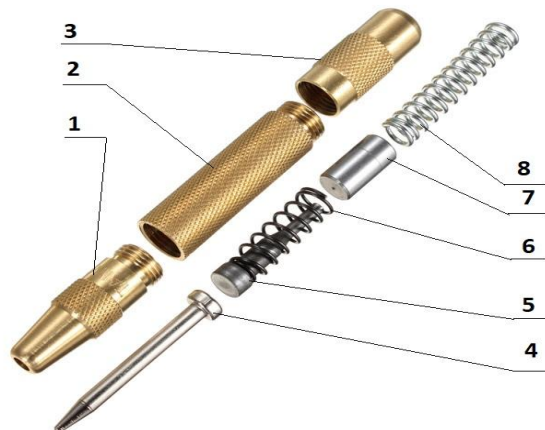
Рисунок 1 – Схема автоматического кернера

Автоматический кернер работает за счет сжатия и последующего резкого высвобождения цилиндрической пружины, которая приводит в движение ударник, ударяющий по ответной части байка, баек ударяет по наконечнику.

На ответной части байка, упирающегося в наконечник, установлена пружина, которая при нагрузке сжимается. Из-за того, что с одной стороны ее диаметр уже, а с другой шире – движение ответной части байка происходит со смещением относительно центра. То есть, грубо говоря, хвостовик байка упирается в край ударника.

В ударнике с одной стороны имеется отверстие, выполняющие роль спускового механизма. В определенный момент хвостовик ударной части центрируется и попадает в это отверстие. Пружина толкает ударник, который наносит удар по ответной части байка, а та, в свою очередь, по наконечнику из-за чего и получается отметка.

Для того, чтобы накернить место сверления отверстия, необходимо поставить наконечник в нужную точку и надавить рукой сверху на кернер, в определенный момент раздастся щелчок и инструмент сделает свое дело.



1, 2, 3 – составные части; 4 – наконечник; 5 – подпружиненный баек; 6 – пружина; 7 – ударник; 8 – пружина)

Рисунок 2 – Составные части автоматического кернера:

Рассмотрим схему работы механизма при ударе (рисунок 3).

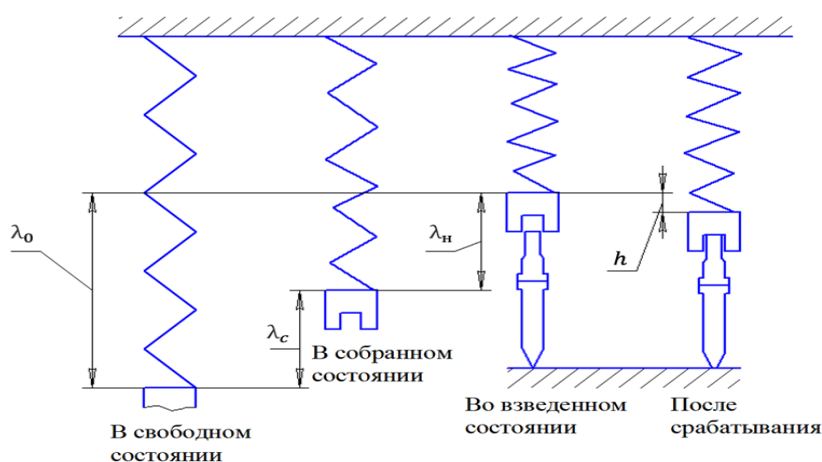


Рисунок 3 – Схема работы механизма автоматического кернера

Запишем основное уравнение динамики [2, 3]:

$$m\bar{a} = \bar{F}. \quad (1)$$

С учетом сил, действующих на ударник, уравнение (1) примет вид:

$$m\bar{a} = \bar{F}_{yn}. \quad (2)$$

Проецируем уравнение (2) на ось  $x$ , получаем уравнение в виде:

$$ma_x = -cx, \quad (3)$$

где  $-cx = F_{yn}$  – сила упругости пружины;  
 $m$  – масса ударника.

После интегрирования получим уравнение скорости ударника:

$$V = \sqrt{-\frac{c}{m}x^2 + 2C_1}. \quad (4)$$

Подставляем в уравнение (4) начальные условия  $V = 0$ ;  $x = \lambda_0$  и находим постоянную интегрирования  $C_1$ :

$$C_1 = \frac{c\lambda_0^2}{2m}.$$

Уравнение (4) принимает вид:

$$V = \sqrt{-\frac{cx^2}{m} + \frac{c\lambda_0^2}{2m}}. \quad (5)$$

Сила упругости зависит от жесткости пружины, которая находится по формуле [4]:

$$c = \frac{Gd^4}{8D^3n} \cdot \frac{H}{m}$$

где  $G = 85 \cdot 10^9$  – модуль упругости при кручении,  $\text{Н/м}^2$ ,

$d$  – диаметр проволоки, м,  $d = 0,001\text{м}$ ,

$D$  – средний диаметр пружины, м,  $D = 0,0066\text{ м}$ ,

$n$  – число витков пружины,  $n = 12$ ,

$$c = \frac{85 \cdot 10^9 \cdot 0,001^4}{8 \cdot 0,0066^3 \cdot 12} = 3080 \frac{H}{m}.$$

Находим скорость груза в момент удара о баёк, при:

$$x = \lambda_0 - h = 0,014\text{м}; c = 3080 \frac{H}{m}; m = 0,00595 \text{ кг};$$

$$V = 4,88 \frac{m}{c}.$$

Энергия удара будет равна кинетической энергии ударника, которую рассчитаем по формуле:

$$E = \frac{mV^2}{2}. \quad (6)$$

Получаем, что энергия удара автоматического кернера равняется:

$$E = 0,0708 \text{ Дж}.$$

Расчетное значение энергии удара можно дальше использовать для определения величины деформации поверхности заготовки [5...9].

### ***Библиографический список***

1. Поярков, М.С. Разработка технологического процесса изготовления и ремонта деталей автомобилей, тракторов и технологического оборудования: Методические указания и задания по выполнению домашнего задания по дисциплине «Современные материалы» студентами инженерного факультета очной формы обучения по направлениям подготовки бакалавров: 110800 - Агроинженерия, 190600 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 280700 - Техносферная безопасность [Текст] / М.С. Поярков, М.Л. Скрябин. – Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2014. – 30 с.

2. Теория механизмов и машин для направлений «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и «Технология транспортных средств»: Учебное пособие [Текст] / А.М. Кравченко, С.Н.

Борычев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань: РГАТУ, 2012. – 192 с.

3. Ульянов, В.М. Движение тела, подвешенного на нити с изменяющейся длиной подвеса [Текст] / В.М. Ульянов, А.Ю. Кирьянов, В.А. Хрипин // Кн.: Геометрические методы в теории управления и математической физике: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 70-летию С.Л. Атанасяна, 70-летию И.С. Красильщика, 70-летию А.М. Самохина, 80-летию В.Т. Фоменко. – Рязань: РГУ им. С.А. Есенина, 2018. – С. 26-27.

4. Кинасошвили, Р.С. Сопротивление материалов [Текст] / Р.С. Кинасошвили. – М.: Наука, 1975. – 384 с.

5. Гребнев, А.В. Интенсификация обработки резанием труднообрабатываемых материалов [Текст] / А.В. Гребнев // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы X Международной науч. практ. конф. «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сб. науч. тр. – Киров: Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 113-116.

6. Скрябин, М.Л. Обзор современных материалов для поршней двигателей внутреннего сгорания [Текст] / М.Л. Скрябин // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. – Киров: Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С.272-278.

7. Скрябин, М.Л. Особенности выбора современных материалов для поршневой группы при работе дизеля на альтернативных видах топлива [Текст] / М.Л. Скрябин // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. – Киров: Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С.279-285.

8. Повышение жаропрочности поршневых алюминиевых сплавов дизельных двигателей / В.А. Лиханов, А.В. Гребнев, М.Л. Скрябин, И.Н. Смехова // Строительные и дорожные машины. – 2018. – № 2. – С. 40-46.

9. Скрябин, М.Л. Исследование влияния тонких нитридных пленок алюминия на камневидный излом литой стали / М.Л. Скрябин, С.С. Чухлова // Информационно-технологический вестник. – 2018. – № 3 (17). – С. 158-153.

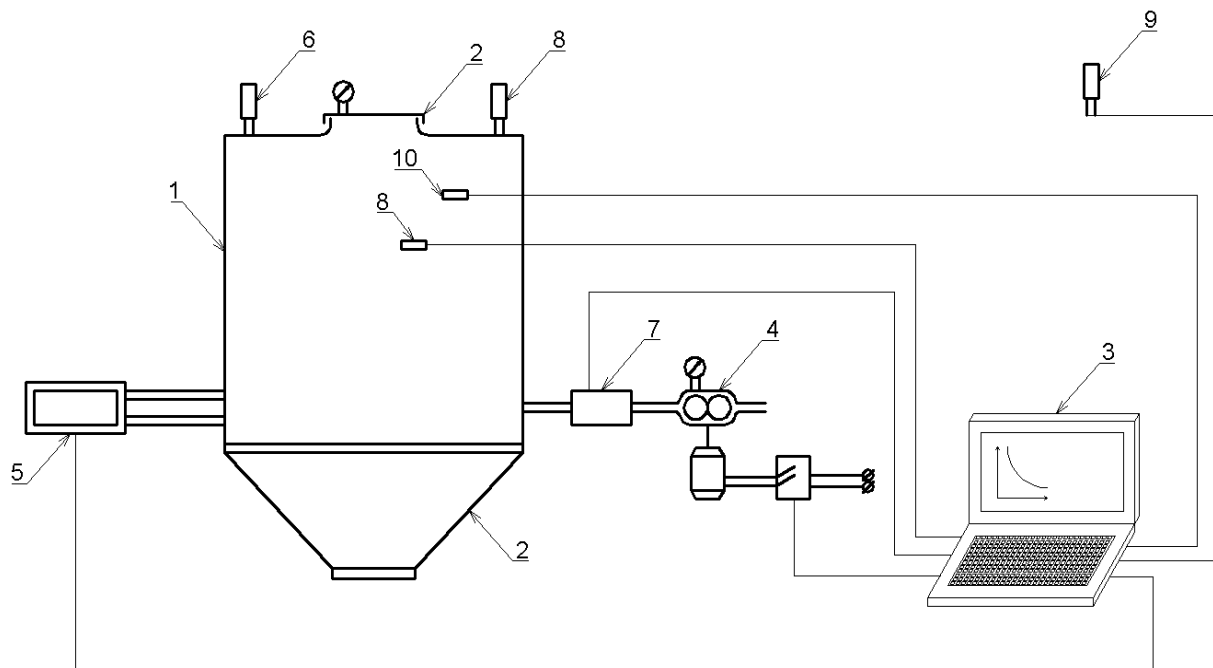
10. Поливаев О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 280 с.

11. Бышов, Н.В. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства. /Н.В. Бышов, С.Н. Борычев,, Н.В. Аникин и др.// -Рязань, 2015.

12. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теория, расчет) : монография/С.Н. Борычев; М-во с/х Рос. Федерации, Рязанс. гос. с/х академия (РГСХА). -Рязань: РГСХА, 2006. -220 с.

## АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА В КОНТЕЙНЕРЕ

Процесс хранения зерна в специальном контейнере в разряженной атмосфере, как показали предварительные исследования, можно проводить в автоматическом режиме без участия человека, что дополнительно позволит снизить себестоимость хранения. Для этого контейнер должен быть оборудован дополнительными приборами контроля, которые позволят включать и отключать систему вентиляции контейнера через команды поступающими от управляющего устройства [1-7]. Схема автоматического управления системой вентиляции контейнера представлена на рисунке 1.



- 1 – контейнер; 2 – герметичная крышка контейнера с контрольным вакуумметром; 3 – управляющее устройство; 4 – вакуумный насос;  
 5 – газоанализатор; 6 – атмосферный электромагнитный клапан; 7 – вакуумный электромагнитный клапан; 8 – автоматический датчик контроля температуры и влажности воздуха в межзерновом пространстве; 9 – автоматический датчик контроля температуры и влажности наружного воздуха; 10 – автоматический датчик вакуумного давления

Рисунок 1 – Схема автоматического управления системой вентиляции контейнера

Алгоритм штатного режима автоматической замены воздуха в контейнере представляет последовательность девяти технологических операций (Рисунок 2).

После включения системы через 5 секунд управляющее устройство (УУ) подает команду на открытие вакуумного клапана 7 и закрытие атмосферного клапана 6.

После того как выполнены действия по первой операции УУ включает вакуумный насос 4 который начинает процесс откачки воздуха из контейнера.

В ходе выполнения третьей технологической операции проводится контроль разряжения воздуха в атмосфере контейнера, контроль осуществляется автоматическим датчиком вакуумного давления 10. Если в ходе контроля установлено, что вакуумное давление в контейнере выше давления критического, установленного в соответствии с параметрами технологии хранения зерна в разряженной атмосфере, то процесс откачки воздуха из контейнера продолжится. Откачка воздуха прекратится с получением сигнала от датчика 10 о том, что давление воздуха в контейнере достигло критического значения. Контроль давления воздуха в контейнере в дальнейшем осуществляется с периодичностью 60 минут.

Контроль содержания кислорода в разряженной атмосфере контейнера проводится в ходе выполнения шестой технологической операции. С периодичностью 12 часов УУ включает газоанализатор 5, который проводит замер концентрации кислорода в воздухе внутри контейнера. Если концентрация кислорода выше критического значения, то процесс хранения зерна продолжается в установленном режиме. Если в результате замера газоанализатор выдал значения содержания кислорода равное или ниже критического, управляющее устройство подает команду на открытие вакуумного клапана 7 и включении вакуумного насоса 4, который начнет откачку воздуха из контейнера. Откачка воздуха проводится в течение 5-30 минут в зависимости от объема контейнера.

Восьмая технологическая операция предусматривает подачу с УУ команды на закрытие вакуумного клапана и выключение вакуумного насоса после истечения времени откачки.

Девятая технологическая операция начинается через 10 секунд после окончания восьмой. УУ подает команду на открытие атмосферного клапана, через который свежий воздух засасывается в контейнер, заполняя все свободное межзерновом пространство. Время продолжения операции зависит от объема контейнера. По окончании девятой операции УУ подает команду к переходу выполнения первой технологической операции.

Аварийный режим (Рисунок 3) включается, если УУ получив сигналы от датчиков температуры и влажности воздуха, один из которых установлен внутри контейнера 8, другой обычно устанавливается на внутренней стене помещения, в котором находится контейнер.



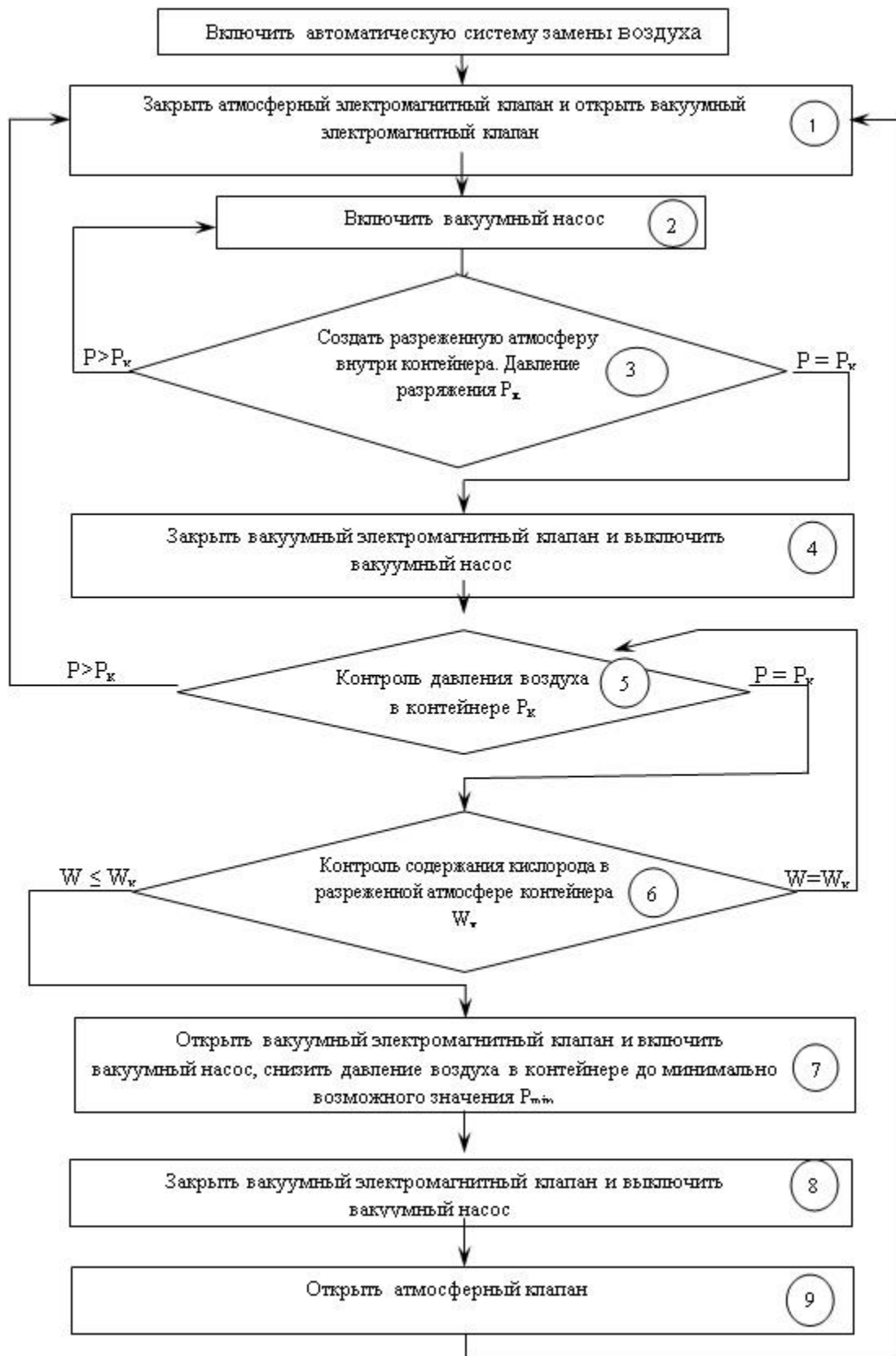


Рисунок 2 – Алгоритм штатного режима автоматической замены воздуха в контейнере для хранения зерна в условиях разреженной атмосферы

Показания с датчиков снимаются ежечасно, если разность температуры зерна находящегося в контейнере будет превышать температуру наружного

воздуха более, чем на  $5^{\circ}\text{C}$  или относительная влажность воздуха в контейнере приблизится к 100 %, то начнется процесс замены воздуха в контейнере. Для этого будут проводиться технологические операции семь, восемь и девять штатного режима работы автоматической системы замены воздуха. Операции будут выполняться до тех пор, пока температура зерна и относительная влажность воздуха внутри контейнера не сравняется значений температуры и влажности наружного воздуха. После чего с УУ поступает команду на выполнение автоматический переход в штатный режим работы начиная с технологической операции один.

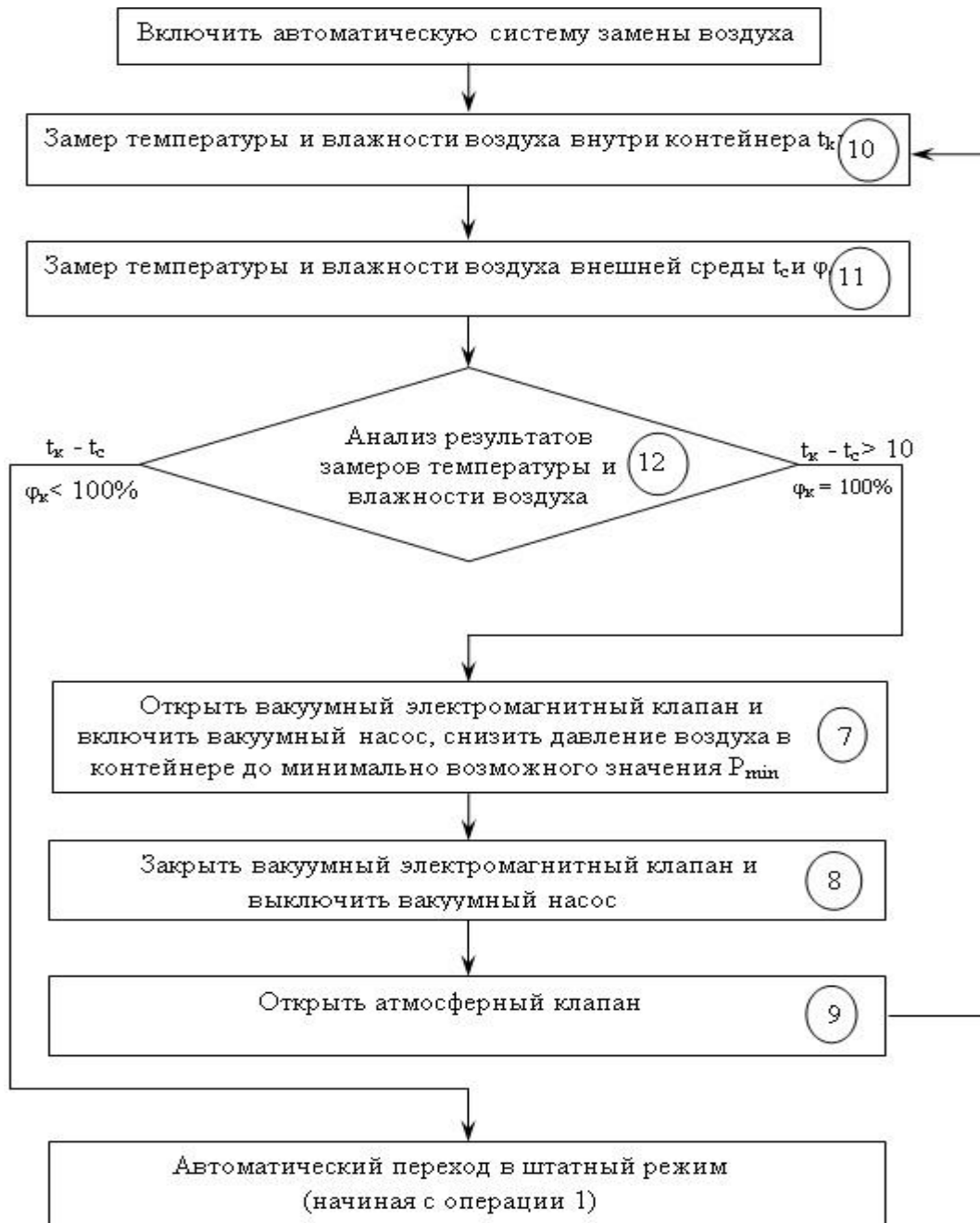


Рисунок 3 – Алгоритм аварийного режима автоматической замены воздуха в контейнере для хранения зерна в условиях разряженной атмосферы

Применение разработанного алгоритма позволит автоматизировать процесс хранения семенного зерна и снизит трудоемкость выполнения этих работ.

### ***Библиографический список***

1. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна [Текст] / Пер. с англ. – М.: Агропромиздат, 1991. – 607 с.
2. Ивашкин, А.В. Контейнерный способ хранения семенного зерна в малых фермерских хозяйствах [Текст] / А.В. Ивашкин, М.Б. Латышенок, Н.М. Латышенок, В.А. Биленко // Материалы 69-ой международной научно-практической конференции РГАТУ. – 2018. – С. 58-62.
3. Латышенок М.Б. Лабораторные исследования сохранности семенного зерна в контейнерах с разряженной атмосферой [Текст] / М.Б. Латышенок, М.Ю. Костенко, Н.М. Латышенок, А.В. Ивашкин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – №3 (39). – С. 98-102.
4. Латышенок, М.Б. К проблеме истечения сыпучих материалов из бункеров для хранения сельскохозяйственной продукции [Текст] / М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков // Материалы науч.-практ. конф. РГАТУ. –Рязань, 2009. – С. 90-93.
5. Латышенок, М.Б. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункеров для хранения сельскохозяйственной продукции [Текст] / М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева: Материалы научно-практической конференции. –Рязань, 2009. –С. 255-256.
6. Пат. 108029 Российская Федерация, МПК7 В65D 88/66. Бункерное устройство [Текст] / Гайдуков К.В., Латышенок М.Б., Костенко М.Ю.; заявитель и патентообладатель Гайдуков Константин Владимирович. - № 2011120915/12; заявл. 24.05.2011; опубл. 10.09.2011 Бюл. № 25
7. Пат. 2346875 Российская Федерация / Гайдуков К.В., Латышенок М.Б., Терентьев В.В., Шемякин А.В. –Опубл. 03.07.2007

**УДК 531.13**

*Лузгин Н.Е., к.т.н.,  
Коченов В.В.,  
Савушкин Д.М.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **РАСЧЕТ ВЫСОТЫ СЛОЯ РАСПЛАВЛЕННОГО ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ КАПСУЛИРОВАНИИ**

Для капсулирования подкормки пчелам с целью обеспечения ее сохранности во время хранения [1,2] предложена установка гравитационного

действия, в которой гранулы шаровидной формы проходят под действием силы тяжести последовательно три технологические зоны: зону нанесения покрытия (расплавленный воск), зону снятия излишков (горячая вода) и зону отвердевания покрытия (холодная вода) [3,4].

Разделение вышеуказанных слоев происходит за счет разности плотностей расплавленного воска, горячей и холодной воды.

Возможны три способа подачи гранул в установку для капсулирования:

- свободным падением без вращения гранул при соприкосновении их с поверхностью воска, то есть с нулевой начальной скоростью;

- свободным падением без вращения гранул с некоторой высоты  $h$ , то есть с определенной начальной скоростью;

- свободным падением гранул с некоторой высоты  $h$  с одновременным вращением вокруг собственного центра тяжести и, соответственно, с определенной начальной скоростью [5,6].

Для получения защитной оболочки необходимой толщины и управления процессом капсулирования необходимо знать скорость осаждения гранул в каждом случае и в каждом слое для выбора их высоты, так как толщина покрытия зависит от времени пребывания гранулы подкормки в расплавленном слое воска. Чем больше время пребывания, тем толще слой нанесенного защитного покрытия [7,8].

Из указанных выше способов время пребывания в слое расплавленного воска будет наибольшим при первом способе подачи, так как начальная скорость гранулы в этом случае равна нулю. Осаждение гранулы в слое расплавленного воска при этом будет сначала ускоренным, а затем, когда сила сопротивления среды станет равной движущей силе, равномерным.

При втором и третьем способах подачи гранул время прохождения через слой защитного покрытия будет меньшим, так как при входе в него гранулы подкормки имеют некоторую начальную скорость. Перемещение подкормки в слое воска в данных случаях осуществляется сначала замедленно, а через некоторое время, когда сила сопротивления среды станет равной движущей силе, равномерным.

С энергетической точки зрения наиболее предпочтительным является первый способ, когда гранула подкормки не имеет начальной скорости и, следовательно, время её нахождения в зоне нанесения защитного покрытия максимальное. Этот способ позволяет уменьшить толщину слоя защитного покрытия и, следовательно, уменьшить энергозатраты на его разогрев.

Рассмотрим движение гранул подкормки под действием гравитационной силы в слое расплавленного воска (Рисунок 1) [9,10]. На гранулу будут действовать сила тяжести  $G$ , Архимедова сила  $A$  и сила сопротивления среды  $R$ .

Сила тяжести рассчитывается по формуле:

$$G = mg, \tag{1}$$

где  $m$  - масса гранулы, кг;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Архимедова сила рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{\pi d^3}{6} \rho_g g , \quad (2)$$

где  $d$  - диаметр гранулы, м.;

$\rho_g$  - плотность расплавленного воска, кг/м<sup>3</sup>.

Сила сопротивления рассчитывается по формуле:

$$R = \xi S \rho_g \cdot \frac{V_o^2}{2} , \quad (3)$$

где  $S$  - миделево сечение, которое для шара равно  $\frac{\pi d^2}{4}$ ; м<sup>2</sup>;

$\xi$  - коэффициент сопротивления среды;

$V_o$  - скорость осаждения гранулы, м/с.

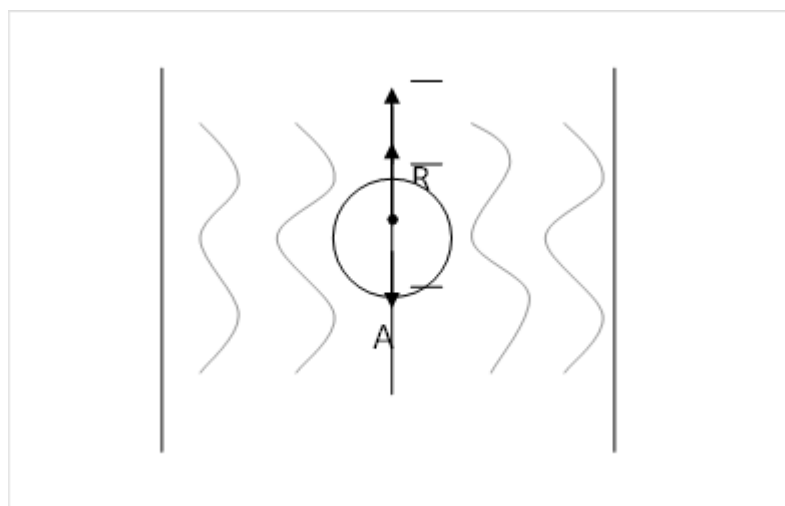


Рисунок 1 - Схема сил, действующих на гранулу в вязкой среде.

Движущая сила  $P$ , под действием которой гранула осаждается в расплавленном воске, определится из выражения:

$$P = G - A = mg - \frac{\pi d^3}{6} \rho_g g , \quad (4)$$

Подставив в формулу вместо  $m$  его значение, выраженное через объем гранулы и её плотность и сделав необходимые преобразования, получим формулу для расчета движущей силы  $P$ :

$$P = \frac{\pi d^3}{6} g(\rho_z - \rho_g) , \quad (5)$$

где  $\rho_z$  - плотность гранулы подкормки, кг/м<sup>3</sup>.

Приняв движение гранулы в расплавленном воске равномерным, можно записать равенство  $P = R$  и, подставив значения, получим формулу:

$$\frac{\pi d^3}{6} g(\rho_2 - \rho_6) = \frac{\xi \pi d^2}{8} \rho_6 V_o^2, \quad (6)$$

Из этого равенства определим скорость движения гранулы в расплавленном воске

$$V_o = \sqrt{\frac{4dg(\rho_2 - \rho_6)}{3\rho_6\xi}}, \quad (7)$$

С учетом того, что  $\xi = \frac{24}{R_e}$ ,

где  $R_e$  - число Рейнольдса, определяемое по формуле

$$R_e = \frac{V_o d \rho_6}{\eta}, \quad (8)$$

где  $\eta$  - эффективная вязкость Па·с, получим выражение для определения скорости осаждения гранулы в расплавленном воске в виде

$$V_o = \frac{d^2 g(\rho_2 - \rho_6)}{18\eta}, \quad (9)$$

Зная время  $t$ , необходимое для формирования заданной толщины защитной оболочки на гранулах подкормки для пчел, можно определить высоту слоя расплавленного воска в установке для его нанесения:

$$h = V_o \cdot t = \frac{d^2 g(\rho_2 - \rho_6)t}{18\eta}, \quad (10)$$

Таким образом, высота слоя расплавленного воска зависит от геометрических параметров гранулы подкормки, плотности гранулы и вязкой среды, необходимого времени формирования защитной оболочки и эффективной вязкости среды.

### ***Библиографический список***

1. Применение канди в кормлении пчел и установка для защиты подкормок от засыхания / Н.Е. Лузгин, С.В. Корнилов, Н.А. Грунин и др. // Инновационные и нанотехнологии в системе стратегического развития АПК региона. Тверская государственная сельскохозяйственная академия. Тверь, 2013. – С. 216-221.

2. 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, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

2013. – С. 150-153.

3. Патент на изобретение RUS 2363239 С1. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, С.В. Корнилов, М.И. Чагин // Бюл. №22, 10.08.2009.

4. Пат. № 2174748 Российская федерация, МПК А01К53/00. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел и устройство для его осуществления В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников, Н.Е. Лузгин, С.В. Корнилов - 2000101917/13 опубл. 20.10.2001. Бюл. №29.

5. Лузгин, Н.Е. Технология и агрегат для капсулирования подкормок пчелам: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Рязань, 2004. – 20с.

6. Некрашевич, В.Ф. Приготовление тестообразных подкормок для пчел / В.Ф. Некрашевич, С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин // Пчеловодство. – 2002. – № 8. – С. 48.

7. Защитное покрытие на подкормки для пчел / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, М.И. Чагин, С.В. Корнилов // Пчеловодство. – 2009. – № 9. – С. 46-47.

8. 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, 2009. – С. 88-94.

9. Способы подачи гранул подкормки пчелам в расплавленную покрывающую массу при капсулировании / В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников, Н.Е. Лузгин, С.В. Корнилов // Совершенствование средств механизации и мобильной энергетики в сельском хозяйстве: Сборник научных трудов 11-ой научно-практической конференции ВУЗов Поволжья и Юго-Нечерноземной зоны Российской Федерации. – Рязань, 2000. – С.299-302.

10. Определение коэффициента вязкости воска методом Стокса / В.Ф. Некрашевич, Н.Г. Кипарисов, Н.Е. Лузгин и др. // Пчеловодство. – 2006. – № 10. – С. 48.

**УДК 664.8.038.7**

*Лузгин Н.Е., к.т.н.,  
Савушкин Д.М.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **РАСЧЕТ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ТЕСТООБРАЗНУЮ ПОДКОРМКУ**

При содержании пчел и ухода за ними решающее значение имеет рациональное обеспечение их кормами [1]. Доказано, что с подкормкой пчел увеличивается сила семей [2,3]. Наиболее эффективными для выращивания пчел являются тестообразные подкормки, т.к. они менее трудоемки в раздаче, их можно заблаговременно готовить, обеспечивают достаточно хороший расплод и др. Однако часто эти подкормки засыхают в процессе хранения и

пчелы не могут их использовать [4]. Кроме того, при подкормке в холодное время пчелы испытывают необходимость вылетать для забора воды, что часто приводит к их гибели, поэтому подкормка должна быть тестообразной с повышенной влажностью, а этого можно достигнуть только в том случае, если эта подкормка будет в защитной оболочке [5,6,7]. Нанесение оболочек зачастую сопровождается значительными затратами, связанными с разогревом защитного состава.

Энергосбережение в современных условиях – один из важнейших факторов перехода к устойчивому развитию и обеспечению конкурентоспособности продукции. Снижение затрат энергии при каждой технологической операции приводит к снижению себестоимости конечного продукта. В частности, нами представлен расчет энергозатрат при нанесении защитного покрытия на гранулированную тестообразную подкормку для пчел.

В настоящее время известен бесконтактный способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел [8], сущность которого заключается в прохождении продукта через слой расплавленного воска, а затем через слои соответственно горячей и холодной воды. Этот способ можно использовать и для нанесения защитных покрытий на другие пищевые продукты. Недостатком данного способа является значительный расход электроэнергии, затрачиваемой на разогрев массы защитного вещества [9,10] и на нагрев воды. С целью экономии электроэнергии нами предлагается ввести предварительное охлаждение гранул подкормки, что приведет к более быстрому формированию защитного покрытия [4]. В результате опыта было доказано, что для нанесения защитного покрытия на предварительно охлажденные гранулы, в отличие от гранул подкормки с комнатной температурой, требуется меньшая толщина слоя защитного вещества и горячей воды [11].

Для сравнения энергозатрат приведем расчет затрачиваемого количества теплоты  $Q$  в предлагаемом нами способе с учетом процесса охлаждения и снижения массы нагреваемых веществ [12,13].

В обоих случаях общий расход теплоты  $Q$  будет складываться из количества теплоты, расходуемой на разогрев защитного вещества  $Q_{з.в.}$  и количества теплоты, затрачиваемой на нагрев воды  $Q_{в.}$ . В предлагаемом нами способе добавится еще количество теплоты, затрачиваемое на охлаждение продукта  $Q_{охл.}$ . Расход теплоты на нагрев камеры, в которой наносится защитное покрытие, принимается одинаковым.

Рассмотрим эти слагаемые по отдельности.

Количество теплоты, расходуемое на разогрев защитного вещества, будет определяться по формуле:

$$Q_{з.в.} = m_{з.в.} \cdot c_{з.в.} \cdot (t_{з.в.2} - t_{з.в.1}), \text{ кДж} \quad (1)$$

где  $m_{з.в.}$  – масса защитного вещества в камере, кг;

$c_{з.в.}$  – удельная теплоемкость защитного вещества, кДж/кг·°С;

$t_{з.в.2}$  – конечная температура защитного вещества, °С;

$t_{з.в.1}$  – начальная температура защитного вещества, °С.



Массу защитного вещества в камере определяем по формуле

$$m_{3.B.} = \rho_{3.B.} \cdot V_{3.B.}, \text{ кг} \quad (2)$$

где  $\rho_{3.B.}$  – плотность защитного вещества, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{3.B.}$  – объем защитного вещества в камере, м<sup>3</sup>.

Объем  $V_{3.B.}$ , если камера цилиндрическая, находим по формуле, определяющей объем цилиндра

$$V_{3.B.} = \pi R^2 h_{3.B.}, \quad \text{м}^3 \quad (3)$$

где  $R$  – радиус камеры, м;

$h_{3.B.}$  – высота слоя защитного вещества в камере, м.

Зная указанные выше параметры, находим массу защитного вещества в камере.

Далее количество теплоты, затрачиваемое на разогрев воды, определяем по аналогичной формуле

$$Q_B = m_B \cdot c_B \cdot (t_{B2} - t_{B1}), \text{ кДж} \quad (4)$$

где  $m_B$  – масса воды в ванне, кг;

$c_B$  – удельная теплоемкость воды, кДж/кг·°С;

$t_{B2}$  – конечная температура воды, °С;

$t_{B1}$  – начальная температура воды, °С.

Массу воды определяем по формуле (2), а объем воды определяем по формуле (3).

Теперь рассмотрим количество теплоты, затрачиваемое на предварительное охлаждение гранул подкормки. Оно определяется по формуле

$$Q_{OХЛ} = m_{П} \cdot c_{П} \cdot (t_{1П} - t_{2П}), \text{ кДж} \quad (5)$$

где  $m_{П}$  – масса гранул подкормки, на которые наносится защитное покрытие, кг;

$c_{П}$  – удельная теплоемкость гранул подкормки, кДж/кг·°С;

$t_{1П}$  – начальная температура гранул подкормки, °С;

$t_{2П}$  – конечная температура гранул подкормки, °С.

Для упрощения расчетов принимаем, что с нанесением покрытия на гранулы масса защитного вещества и горячей воды в камере остается постоянной.

Тепловой баланс без охлаждения покрываемых гранул будет:

$$Q = Q_{3.B.} + Q_B \quad (6)$$

Тепловой баланс при охлаждении покрываемых гранул будет

$$Q' = Q_{3.B.}' + Q_B' + Q_{OХЛ} \quad (7)$$

Экономия теплоты  $Q_{\text{э}}$  равна разности

$$Q_{\text{э}} = Q - Q' \quad (8)$$

Опытами установлено, что толщина слоя защитного вещества и слоя горячей воды в камере и, следовательно, их масса и теплота  $Q_{\text{з.в.}}$  и  $Q_{\text{в.}}$  при подаче охлажденного на  $10^{\circ}\text{C}$  продукта уменьшается на 18,3%.

Нами было подсчитано количество теплоты, затрачиваемое в обоих способах при указанных условиях. В результате расчетов установлено, что экономия электроэнергии в способе с охлаждением продукта составила около 15%.

### ***Библиографический список***

1. Лузгин, Н.Е. Технология и агрегат для капсулирования подкормок пчелам: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Рязань, 2004. – 20с.
2. Лузгин, Н.Е. Эффективность скармливания подкормок пчелам / Н.Е. Лузгин, Е.С. Лузгина // Инновационная деятельность в модернизации АПК: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 частях. – Курск, 2017. – С. 72-75.
3. Некрашевич, В.Ф. Приготовление тестообразных подкормок для пчел / В.Ф. Некрашевич, С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин // Пчеловодство. – 2002. – № 8. – С. 48.
4. Патент на изобретение RUS 2363239 С1. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, С.В. Корнилов, М.И. Чагин // Бюл. №22, 10.08.2009.
5. Патент на изобретение RUS 2265327 С2. Линия приготовления подкормки для пчел / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, И.А. Панфилов // Бюл. №34, 10.12.2005.
6. Капсулирование тестообразных кормов для подкормок / В.Ф. Некрашевич, С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин, А.В. Музалев // Пчеловодство. – 2002. – № 7. – С. 51.
7. 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, 2009. – С. 88-94.
8. Пат. № 2174748 Российская федерация, МПК А01К53/00. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел и устройство для его осуществления В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников, Н.Е. Лузгин, С.В. Корнилов - 2000101917/13 опубл. 20.10.2001. Бюл. №29.
9. Результаты изучения свойств пчелиного воска / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, Н.Б. Нагаев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – №1. – С.80-85.
10. 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 // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию института механики и энергетики. – Саранск, Мордовский ГУ, 2012. – С. 102-106.

11. Некрашевич, В.Ф. Теоретическое обоснование времени нарастания защитного слоя из воска на гранулы подкормки для пчел / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, Е.И. Троицкий и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3 (27). – С. 118-123.

12. Некрашевич, В.Ф. Теория движения материала в барабанной сушилке пыльцевой обножки и перги / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, В.Д. Левин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 4 (24). – С. 73-76.

13. Сравнительный расчет энергозатрат при нанесении защитного покрытия на пищевые продукты / В.К. Киреев, С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин, А.В. Музалев // Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников РГСХА. – Рязань, 2001. С.401-403.

**УДК 631.356**

*Рузимуродов А.А,  
Калмыков Д.В.,  
Голахов А.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НАД СЕПАРИРУЮЩИМИ ЭЛЕВАТОРАМИ**

В Российской Федерации увеличение объема производства картофеля является одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства. По объему производимого картофеля в мире РФ занимает 3 место после Китая (25%) и Индии (12%), на ее долю приходится до (9%)[1].

При возделывании картофеля, наиболее трудозатратной технологической операцией является процесс уборки. Принимая во внимание все технологические особенности процесса механизированной уборки картофеля, его можно разделить на 3 основных способа[2]:

1) процесс сбора урожая простейшими машинами (картофелекопателями) с дальнейшим ручным подбором урожая;

2) процесс сбора урожая копателями-погрузчиками с погрузкой картофеля, во время процесса уборки, в кузов транспортного средства;

3) процесс сбора урожая картофелеуборочными комбайнами со сбором клубней в бункер.

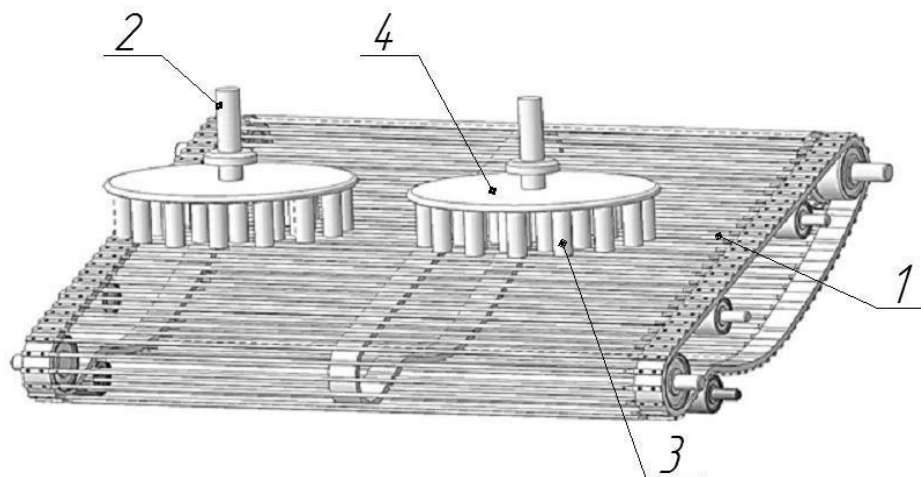
В настоящий момент, самыми перспективными можно считать два последних способа уборки урожая картофеля, так как они имеют большую

производительность и лучшее качество работы с одновременным уменьшением затрат труда. Тем не менее значительные площади под картофелем до сих пор убираются картофелекопателями, что связано с неравномерным уровнем технологического развития отдельных регионов и хозяйств (особенно хозяйств малых форм), с конкретными почвенно-климатическими и погодными условиями уборки и другими факторами[2].

Для улучшения сепарирующей способности пруткового элеватора применяются различные интенсификаторы, встряхиватели: эллиптический, кулачковый, ворошители, шнеки и другие. За счет интенсивного подбрасывания материала достигается некоторое повышение сепарации почвы, но при этом возрастает и повреждаемость картофеля. Для повышения эффективности уборки в различных условиях разработали разные виды интенсификаторов. На основании работ В.А. Кочеткова, Д.А. Лапина [2,7] и других ученых можем сказать, что картофелеуборочные машины, которые имеют элеваторы оборудуются интенсификатором.

Задача интенсификаторов заключается в том, чтобы улучшить сепарацию почвы. Рассмотрим основные виды интенсификаторов, расположенные над поверхностью элеватора.

На основании работ ученых [3,4,5] можно сделать вывод о неравномерности распределения клубненосного вороха по ширине сепарирующего элеватора. В результате происходит ухудшение сепарации почвы, и увеличение нагрузки на последующие рабочие органы. Для решения этой проблемы было предложено применение в конструктивно-технологической схеме сепарирующего элеватора дискового ворошителя [2].



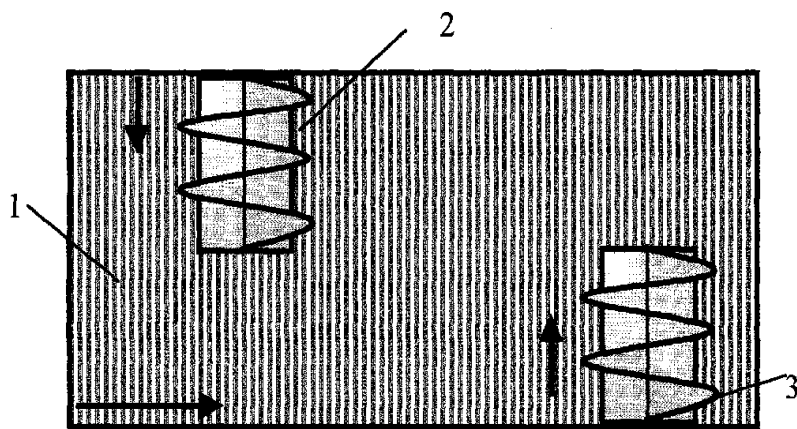
1 – сепарирующий элеватор, 2 – дисковый ворошитель; 3 – палец; 4 – обрешиненный диск;

Рисунок 1 – Сепарирующий элеватор с дисковыми ворошителями: а) вид общий, б) рабочий элемент (палец) дискового ворошителя[6]

Устройство работает следующим образом. Картофельный ворох подкапывающего рабочего органа (на рисунке не показан) поступает на полотно сепарирующего элеватора 1. По мере продвижения совместно с

полотном элеватора происходит сепарация части примесей и их удаление сквозь просветы между прутками полотна, но этот процесс не всегда протекает достаточно эффективно. В момент начала контакта дискового ворошителя с картофельным ворохом, в последний плавно внедряются пальцы, которые закреплены консольно на нижней стороне дисков ворошителя. Плавность входа пальцев в пласт обеспечивается за счет того, что пальцы выполнены в виде резиновых трубок, закрепленных на металлических стержнях. Поскольку пальцы выполнены с возможностью изменения длины свободного конца трубки на металлическом стержне, при изменении погодных условий, обеспечивается щадящее воздействие и снижение повреждений клубней картофеля. Возможность изменения жесткости пальцев повышает эффективность сепарации за счет разрушения локальных структурных образований в ворохе и его перераспределения по площади пруткового элеватора [6].

Шнеко-элеваторный сепаратор, установленный на картофелеуборочном комбайне типа КПК -2-01 и представляющим собой элеватор, с двумя шнеками над ним. Элеватор выполнен в виде двух замкнутых прутковых полотен на прорезиненных ремнях и предназначен для отделения мелких примесей через просветы между прутками полотен при перемещении поступающей массы на второй элеватор. Каждый шнек представляет собой барабан с навивкой, выполненной в виде эластичных лопастей. Шнек снабжен винтом для регулировки величины вертикального зазора между шнеком и прутковым полотном элеватора[7].



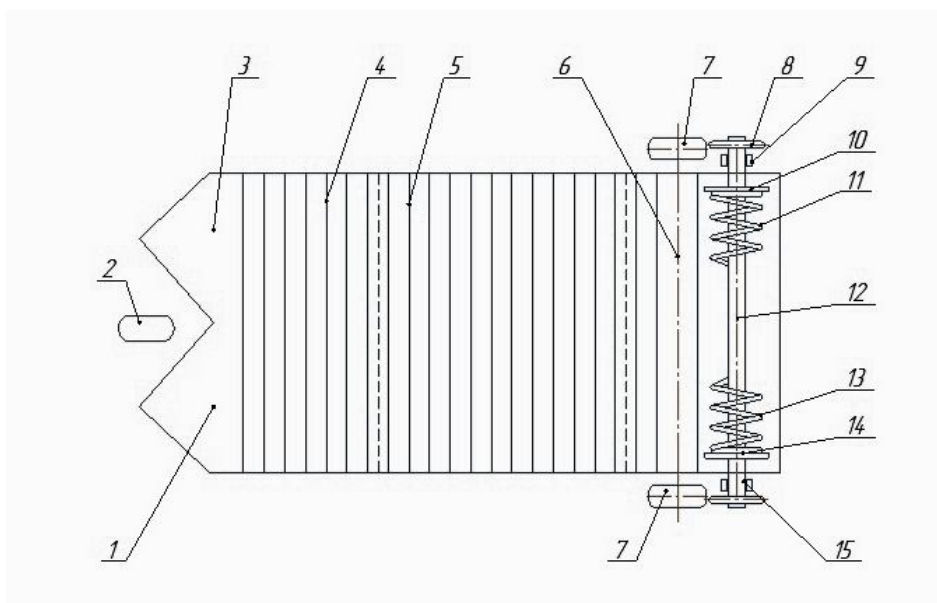
1- элеватор; 2- боковой правый шнек; 3 - боковой левый шнек[7]

Рисунок – 2 Схема шнеко-элеваторного сепаратора:

Почвенно-картофельная клубненоносная масса подается к шнекам, которые распределяют ее по поверхности элеватора и осуществляют интенсивное крашение комков почвы, что обеспечивает улучшение сепарации почвы[7].

Клубни картофеля в данном случае взаимодействуют как с винтовой поверхностью шнека, так и с поверхностью элеватора. В этом случае возможно защемление клубня картофеля в зазоре между поверхностями элеватора и лопастью шнека, а также повреждения клубней из-за высокой скорости соударения клубней с витками шнека[7].

Для уменьшения повреждений клубней предложен пружинный ворошитель с вращением в сторону движения элеватора: Разрушающее воздействие на почвенные комки и улучшение сепарации почвы обеспечивается за счет относительного движения компонентов картофельного вороха относительно сепарирующего элеватора, а снижение потерь картофеля путём предотвращения раскатывания клубней за картофелекопателем с образованием валка клубней картофеля[8].



1, 3 – лемех; 4 – скоростной прутковый элеватор; 5 – основной прутковый элеватор; 6 – каскадный прутковый элеватор; 7 – ходовые колеса; 2 – опорные колеса; 12 – приводной вал; 10,14 – фланец; 11,13 – спиральная пружина; 9,15 – подшипник; 8 – звездочка

Рисунок – 3 Принципиальная схема картофелеуборочной машины, вид сверху[8]

В настоящее время для первичной сепарации почвенных примесей широкое применение на картофелеуборочных машинах нашли прутковые элеваторы. Наиболее перспективными являются интенсификаторы, расположенные над полотном элеватора, и имеющие вращение в сторону его движения, что обеспечивает снижение повреждений.

### ***Библиографический список***

1. Интернет-ресурс: <http://мниап.рф/analytics/Mirovoj-rynok-kartofela/>
2. Лапин Д.А. Обоснование параметров дискового ворошителя сепарирующего элеватора картофелеуборочных машин // Дис. ... канд. техн. наук. – Рязань, 2018. – 133с.
3. Сорокин, А.А. Теория и расчет картофелеуборочных машин / А.А. Сорокин. – М.: ВИМ, 2006. – 158с.
4. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины/ Г.Д.Петров. М. Машиностроение, 1984-320с.

5. Сорокин, А.А. Теория и расчет картофелеуборочных машин / А.А. Сорокин. – М.: ВИМ, 2006. – 158с.

6. Заявка на полезную модель №2018128249/13(045240) Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины/ Д.А.Лапин Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // от 01.08.2018 г.

7. Кочетков В.А. Технология и шнеко-элеваторное устройства для сепарации почвенно-картофельного вороха // Дис. ... канд. техн. наук. – Рязань, 2001. – 143с.

8. Патент РФ на изобретение № 2672492 RU, МПК А01D 17/22 А01D 33/08. Картофелекопатель / Бышов Н.В. , Борычев С.Н., Костенко М.Ю., Липин В.Д., Рузимуродов А.А – Оpubл. 15.11.2018 Бюл.№ 32.

9. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв /Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович и др.//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. - 2014. -№ 4 (24). -С. 59-64.

**УДК 631.3.07**

*Рязанцев А.И., д.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Антипов А.О., к.т.н.  
ГОУ ВО МО ГСГУ, г. Коломна, РФ*

## **КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНОЙ С УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ПОЛИВА УГЛОВ**

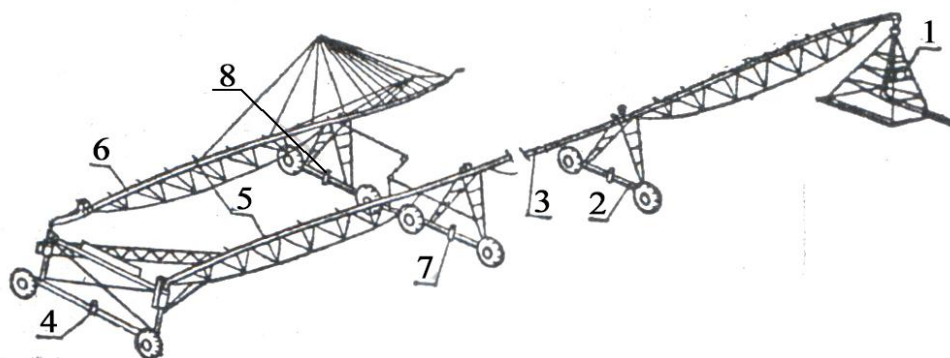
Предшествующей созданию дождевальной машины «Кубань–ЛК1» была электрифицированная машина «Бригантина», воплотившая в себе на конец прошлого столетия практически все новейшие достижения в области разработки многоопорных дождевальных машин систем. Однако не все решения, которые актуальны и на сегодняшний день, в силу технических и экономических причин, были реализованы в последующей, выше указанной, её модификации.

«Бригантина» имеет неподвижную опору, одиннадцать самоходных тележек, основной трубопровод, устройство для полива углов (УПУ). Приводят ее в движение электродвигатели, установленные на каждой тележке (рисунок 1) [1].

При работе основного трубопровода устройство для полива углов отключено и находится в сложенном положении (девятая тележка идет по следу одиннадцатой). Углы участка поливаются при остановленной машине и выключенных дождевальных аппаратах. Включение и отключение основного трубопровода и УПУ автоматическое.

Площадь полива с одной позиции – 55,4 га. Радиус полива трубопроводом составляет 420 м, устройством – 105 м. Давление воды на входе в машину 0,56 МПа. Максимальные общий уклон трубопровода  $\pm 0,05$ , время оборота машины (с разворотом УПУ) – 28,2 ч. Минимальная норма полива 110 м<sup>3</sup>/га. Масса без воды – 24,5, с водой – 34,1 т. Наименьшее расстояние от поверхности земли до фермы – 2,8 м.

Сначала на все тележки ставились шины высокого давления 14 – 20. Поэтому особенно у наиболее нагруженных (девятая и десятая) тележек наблюдалось интенсивное колееобразование и буксование, что приводило к остановке машины [2].



1 – неподвижная опора; 2 – самоходная тележка; 3 – основной трубопровод; 4 – электродвигатели; 5 – дождевальные аппараты; 6 – устройство для полива углов (УПУ); 7, 8 – девятая и одиннадцатая тележки

Рисунок 1 – Дождевальная машина «Бригантина»



1 – дождевальная тележка; 2 – одиннадцатая тележка УМУ

Рисунок 2 – тележки дождевальной машины «Бригантина» на пневматических шинах 21,3–24





1,2,3 – соответственно шины М – 20, 16,0 – 20 и 21,3 – 24

Рисунок 3 – Зависимость глубины колеи машины от числа проходов

Чтобы улучшить проходимость и обеспечить требуемые тягово–сцепные свойства, исходя из нагрузочного режима на тележки и условий их работы (совместное движение девятой и одиннадцатой), с первой по восьмую тележки стали оборудовать пневматическими шинами повышенной проходимости 16,0 – 20, а с девятой по одиннадцатую – шинами 21,3 – 24 [4]. Внутреннее давление в первых – 0,10 МПа, во-вторых, в зависимости от нагрузки, – 0,10...0,13 МПа. В результате все тележки имели примерно одинаковое среднее удельное давление колес на почву – около 100 кПа, что почти в три раза меньше, чем у девятой – одиннадцатой тележек с шинами 14 – 20. Этим объясняется приблизительно равное значение глубины колеи [3].

Исследования проходимости машины в агрофирме «Дружба народов» крымской области (агрофон – всходы кукурузы, почва – солонцеватый суглинистый чернозем) показали, что глубина колеи тележек на пневматических шинах 14–20 имеет большее значение, чем на шинах 16,0 – 20 и 21,3 – 24. Так, при третьем проходе глубина колеи после первой по восьмую и девятой по одиннадцатую тележки на шинах 14 – 20 была соответственно 16 и 20 см, а на шинах 16,0 – 20 и 21,3 – 24 13 и 11 см. Лучший эффект дает оборудование с девятой по одиннадцатую тележек шинами 21,3 – 24, что обусловлено почти в 2,5 раза большей опорной площадью (рисунок 2 и 3).

Хорошо развитые почвозацепы у шин 16,0–20 и 21,3–24 обеспечивают хорошую самоочищаемость и движение «Бригантины» без заметного буксования и скольжения.

Серийное производство модифицированной машины под маркой «Кубань–ЛК1» было начато в 1987–1988 гг [5].

#### **Библиографический список**

1. Рязанцев, А. И. Повышение эксплуатационных показателей транспортных систем многоопорных машин / А. И. Рязанцев, А. О. Антипов, Е.

А. Смирнова. – Коломна: Издательство ГОУ ВО МО ГСГУ, 2018. – 246 с.

2. Рязанцев, А.И. Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин: Монография [Текст] / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов. – Коломна: Издательство ГОУ ВО МО ГСГУ, 2016. – 225 с.

3. Антипов А.О. Эколого-энергетические направления повышения надежности технологического процесса полива многоопорными дождевальными машинами кругового действия на сложном рельефе [Текст] / А.О. Антипов., А.И. Рязанцев // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 2. С. 79-83.

4. Ryazantsev A.I. Water conservation while using irrigation devices of multiple supports in the conditions of the Moscow region [Электронный ресурс] / A.I. Ryazantsev, A.O. Antipov, G.V. Olgarenko, A.I. Smirnov // Amazonia Investiga. – 2019. – Т. 8. № 18. С. 323-329. – URL: [https://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga/article/view/1247/pdf\\_1](https://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga/article/view/1247/pdf_1)

5. Ryazantsev A.I. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines [Электронный ресурс] / A.I. Ryazantsev, A.O. Antipov, G.V. Olgarenko, I.A. Uspensky, G.K. Rembalovich, M.Y. Kostenko, V.M. Makarov and dr. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2019. – Т. 14. № 3. С. 677-685. –

URL: [http://www.arpnjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2019/jeas\\_0219\\_7604.pdf](http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2019/jeas_0219_7604.pdf)

6. Пат. 187870 Российская Федерация, МПК А01G 25/09 (2006.01) Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице [Текст] / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Ремболович Г.К. [и др.] заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ - № 2018133057; заявл. 17.09.2018; опубл. 21.03.2019 Бюл. № 9. – 4 с.

7. Polishchuk S.D. Physiological and biochemical grounding of different nanomaterials use when growing corn seeds/S.D. Polishchuk., A.A Nazarova., N.V. Byshov, D.V. Kuznetsov, D.G. Churilov, G. I. Churilov//Modern Applied Science.- 2017. -Т. 11.№ 1.-С. 195-203

**УДК 621.794**

*Скрябин М.Л., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, г. Киров, РФ*

## **УПРОЧНЕНИЕ ПОРШНЕВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

Для поверхностного упрочнения алюминиевых сплавов методом микродугового оксидирования (МДО) была выбрана поршневая группа автомобильного дизеля Д-245.7 [1, 2]. Для определения соответствия сплава заявленной марке и точного подбора электролитического раствора был определен элементарный химический состав данного сплава. Для этого использовался энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр EDX-720P/800P, предназначенный для точного неразрушающего определения элементного состава различных веществ. Принцип его работы основывается на

флуоресцентном излучении отдельных атомов вещества с помощью рентгеновской трубки. Полученное от образца излучение направляется в полупроводниковый детектор SDD-типа, где в дальнейшем происходит преобразование квантов в электрические сигналы, амплитуда которых прямо пропорциональна энергии отдельных поглощенных квантов. Частота импульсов рабочей амплитуды прямо пропорциональна концентрации определенного химического элемента в анализируемой пробе. Применение рентгенофлуоресцентного спектрометра позволило определить с точностью до тысячных долей процента содержание компонентов в исследуемом сплаве.

Полученный результат химического анализа позволил точно определить марку сплава, из которого изготовлены поршни данного дизеля - АК4-1 [3]. Жаропрочные алюминиевые системы Al – Cu – Fe – Ni используются в современном машиностроении для деталей машин, работающих в условиях повышенных температур.

Микродуговое оксидирование поршневой группы проводилось на экспериментальной установке с использованием тиристорно-конденсаторного источника питания при обработке в электролитических растворах с концентрацией KOH – от 1,5 до 2,0 кг/м<sup>3</sup> и NaAlO<sub>2</sub> – от 14 до 16 кг/м<sup>3</sup> (данная концентрация является оптимальной для исследуемых поршневых алюминиевых сплавов). Необрабатываемые поверхности поршня тщательно изолировались жидким стеклом.

Ванна для гальванических покрытий, в которой проводилось МДО, имела измененный на тиристорно-конденсаторный источник питания, благодаря чему в прианодной области наблюдалось стабильное гороение множества микродуг. Такой источник питания позволял регулировать общую плотность тока и соотношение катодного тока к анодному в достаточно больших пределах [4]. Мощность разрядов, появляющихся на поверхности поршня, обеспечивала стабильный поток ионов, обладающий высокой реакционной способностью, что обеспечивало образование на поверхности поршня оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с включенными в него частицами электролита. Одновременно с этим около плазменных кратеров распадались и в дальнейшем оплавливались продукты промежуточных реакций. Вследствие мощных дуговых разрядов скорость образования Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> возрастала и изменялись физические и химические свойства получаемых пленок – формировались кристаллические включения и высокотемпературные структуры [5].

После проведения МДО фазовый состав упрочненной поверхности выявил уменьшение содержания Cu и Mg. Это можно объяснить их незначительным содержанием и частичным растворением данных легирующих элементов в алюминиевой матрице.

Исследование микроструктуры поверхности поршня после проведенного МДО проводилось с помощью растрового электронного микроскопа РЭМ-103-01, имеющего увеличение от 10 до 50000 крат.

При рассмотрении микроструктурного снимка следует отметить разнородность оксидного слоя и разветвленную морфологию поверхности,

имеющую определенную шероховатость. Морфология сформированного оксидного слоя свидетельствует о достаточно высокой теплоизоляционной способности, что при работе в условиях повышенных температур приводит к безусловному снижению теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы дизельных двигателей.

Полученные изображения микроструктуры продольного разреза поршня доказывают, что оксидные пленки формируются в частично растворяющих оксид алюминия водных электролитических растворах. Они состоят из двух независимых слоев, которые имеют четко выраженную границу раздела барьерного и наружного слоя, обладающего высокой пористостью [6].

Для полного анализа полученной пористости применялся сканирующий микроскоп MIRA – 3. Из снимка видно, что линейные размеры пор варьируются в интервале от 0,2 до 9 мкм (рисунок 1). Поры разветвленные, присутствует большое количество ответвлений и замкнутых областей. Покрытия, не содержащие пор получить невозможно, так как образование пор определяется характером протекания микродуговых разрядов на поверхности поршня.

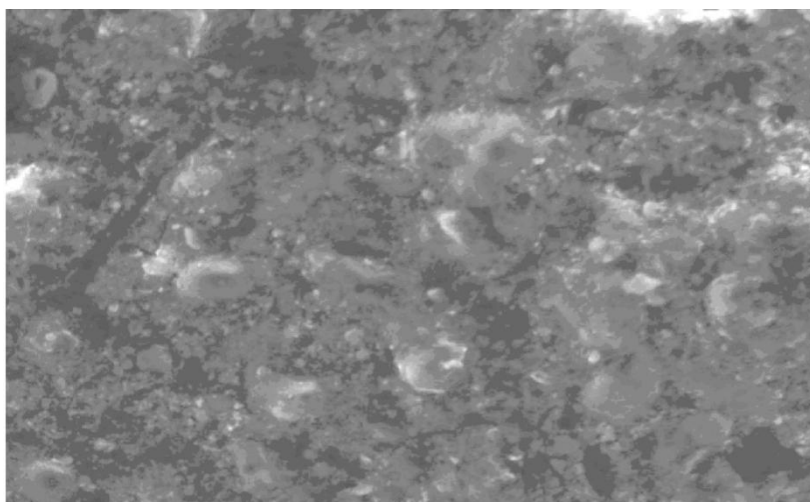


Рисунок 1 - Микроструктурные исследования поверхности поршня после МДО  $\times 556$

Покрытия, имеющие поверхностные поры и работающее в условиях недостатка смазки, частично впитывают смазывающую жидкость и обеспечивают присутствие постоянной масляной пленки в сопряжении движущихся частей. Для дизельных двигателей влияние пористости днища поршня минимально, так как при сгорании топлива частицы сажи оседают на поверхности и забивают туннели пор.

Химический состав упрочненной поверхности зависит от наличия растворенных в электролите элементарных частиц. После МДО покрытие будет состоять и из оксидов легирующих элементов, которые распределяются в пластичной алюминиевой матрице. Хорошая адгезия сформированного покрытия и отсутствие сквозных пор определяет высокую жаропрочность и приводит к снижению теплонапряженности поршневой группы. Исследование

элементарного состава днища поршня после МДО показывает массоперенос как в матрицу, так и в оксидный слой частиц электролита и дальнейшую их диффузию вглубь металла [7, 8].

Полученные результаты позволяют рекомендовать использование тонких оксидных пленок, образующихся в процессе МДО для защиты поршней двигателей внутреннего сгорания и уменьшения теплонапряженности поршневых групп при эксплуатации машинно-тракторного парка [9, 10]. Исследование получаемых нанопористых (нанотрубчатых) структур на поршневых алюминиевых сплавах, актуально как с фундаментальной, так и с прикладной точек зрения. Применение предложенной методики МДО дает возможность за непродолжительное время сформировать на поверхности поршневого алюминиевого сплава пористые пленки оксида алюминия поликристаллической мезоструктуры с размерами пор от 15 до 160 нм, толщиной от 8 до 90 мкм.

### ***Библиографический список***

1. Лиханов В.А., Гребнев А.В., Скрыбин М.Л., Смехова И.Н. Повышение жаропрочности поршневых алюминиевых сплавов дизельных двигателей [Текст] // Строительные и дорожные машины. 2018. № 2. С. 40-46.

2. Скрыбин М.Л., Смехова И.Н. Условия формирования нанопористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов [Текст]// Упрочняющие технологии и покрытия. 2018. № 3. С. 124-127.

3. Скрыбин М.Л. Получение стойких оксидных пленок на поверхности поршневых алюминиевых сплавов при микродуговом оксидировании [Текст]// Научно-технические аспекты в машиностроении. 2018. № 5. С. 19 -26.

4. Скрыбин М.Л., Смехова И.Н. Этапы формирования пористых структур при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов [Текст] // Ползуновский вестник. 2017. № 4. С. 192-196.

5. Скрыбин М.Л. Основные теории образования оксидных пленок на поршневых алюминиевых сплавах при микродуговом оксидировании [Текст]// Ползуновский вестник. 2018. № 1. С. 165-169.

6. Скрыбин М.Л. Исследование структур оксидных пленок на поршневых алюминиевых сплавах после микродугового оксидирования [Текст]// Упрочняющие технологии и покрытия. 2018. № 12. С. 572-576.

7. Скрыбин М.Л. Теоретические аспекты образования оксидных пленок на алюминиевых сплавах при оксидировании в водных электролитах [Текст] // Информационно-технологический вестник. 2018. № 1 (15). С. 182-189.

8. Скрыбин М.Л., Смехова И.Н. Особенности физико-геометрической модели образования пористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов [Текст] // Информационно-технологический вестник. 2017. № 4. С. 200-207.

9. Основы инженерного проектирования: монография/Н. В. Бышов, А. М. Кравченко, С. Н. Борычев и др. -Рязань: РГАТУ, 2010.

*Старунский А.В.,  
Рембалович Г.К., д.т.н.,  
Костенко М.Ю., д.т.н.,  
Исаев И.В.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

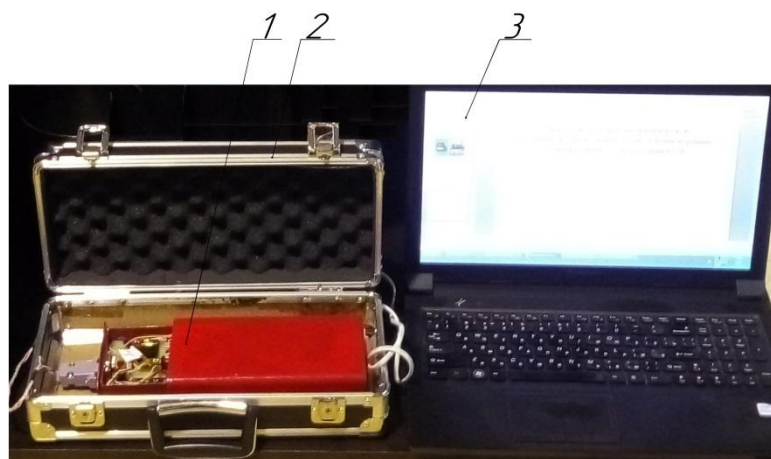
## **ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАСЕЛ И ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ АГРЕГАТОВ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

Повышение эффективности эксплуатации мобильных энергетических и транспортных средств можно достичь расширением оперативной информативности бортовых систем диагностирования агрегатов на основе разработки и внедрения современных методов контроля технического состояния системы «агрегат-масло-фильтр» [1, с. 106].

Анализ публикаций и работ в области организации оперативного диагностирования работоспособного состояния гидросистем агрегатов и их узлов автотракторной техники позволил выделить в качестве наиболее перспективного и универсального электрофизический метод оценки диэлектрической проницаемости для определения различных параметров (количественный и качественный состав, загрязненность, массовая доля содержания продуктов износа, воды и топлива) [2, с. 81], [3, с. 333].

В предлагаемом методе организации оперативного диагностирования и контроля определения состояния элементов гидросистем (фильтра и масла) [4] в процессе эксплуатации обеспечивается возможность интегрирования в существующие системы и агрегаты мобильных энергетических и транспортных средств, работу от их бортовой сети и совместимость с современным программным обеспечением компьютерных и диагностических средств (Рисунок 1).

Мобильное устройство для диагностирования состояния гидросистем и их фильтрующих элементов состоит из следующих основных узлов: блока питания (для условий стационарной работы от сети напряжением 220В), элемента питания напряжением 9В для автономной работы, корпуса с жидкокристаллическим дисплеем для отображения оперативных данных о состоянии смазочной среды и фильтрующего элемента, адаптера с датчиками электропроводности, диэлектрической проницаемости и температуры [5,6,7]. Общий вид и принципиальная мобильного устройства для диагностирования гидросистем и их фильтрующих элементов представлены на рисунке 2.



1 – контрольно-измерительный блок с датчиками; 2 – кейс; 3 – ноутбук.

Рисунок 1 – Общий вид устройства для диагностирования

На представленной схеме (Рисунок 2) контроллер может быть подключен двумя способами:

- при программировании, настройке или при передаче информации на компьютер через кабель связи с компьютером от USB порта;

- в стационарном или мобильном варианте питание может быть осуществлено от внешнего источника питания напряжением 6-20 В. Допускается запитывание нестабилизированным напряжением, но с низким уровнем пульсаций.

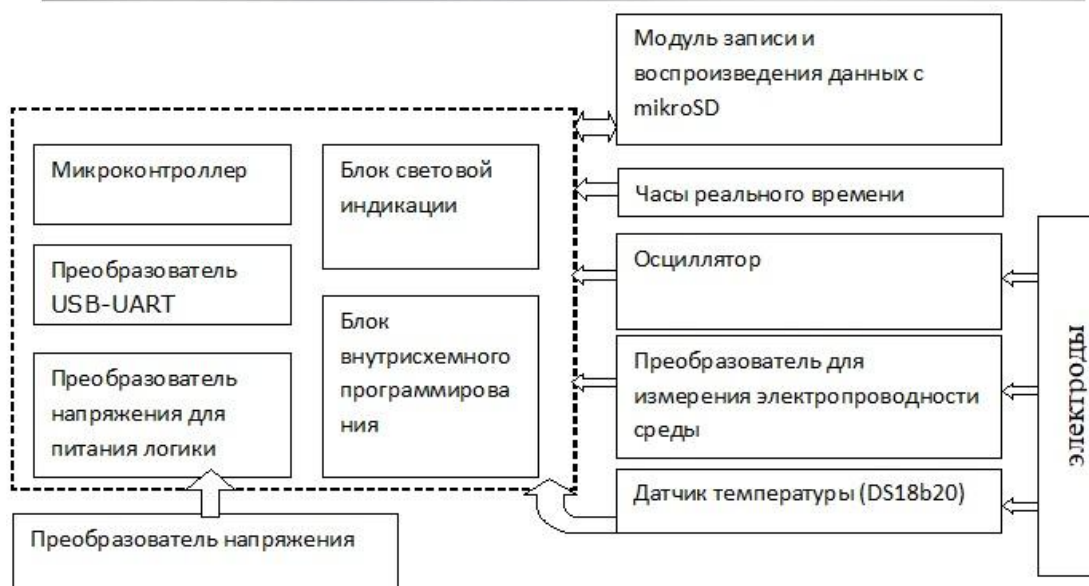
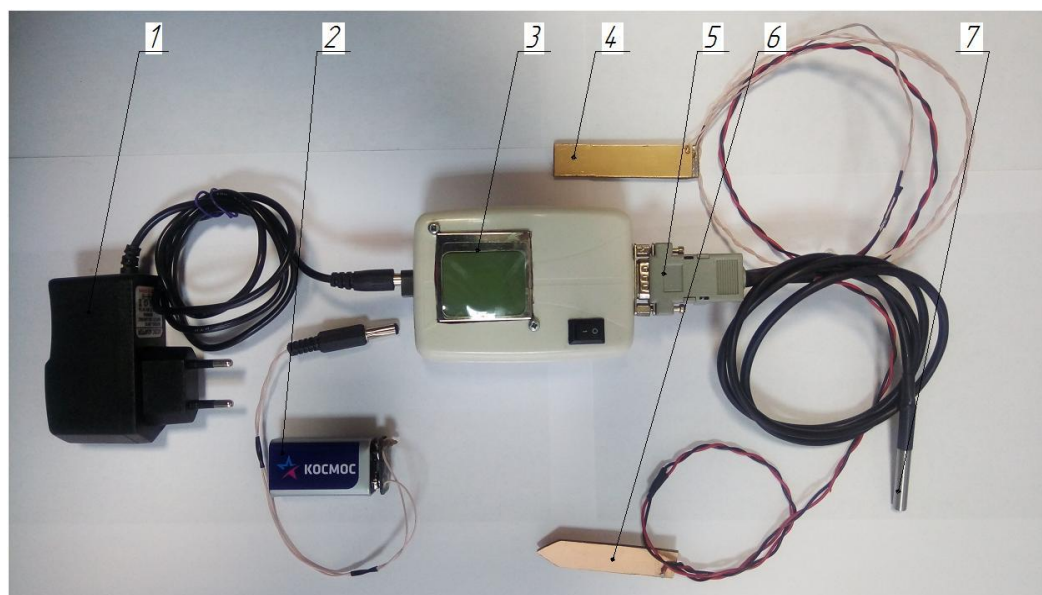
Для вывода информации применен ЖКИ индикатор Nokia 5110 с монохроматическим дисплеем и подсветкой.

В качестве осциллятора – генератора частоты применены микросхемы – мощные прецизионные таймеры с дополнительной обвязкой. Выход осциллятора соединяется с входом контроллера, имеющего внешнее прерывание (interrupt 0).

Преобразователь для измерения электропроводности сред основан на компараторе, с возможностью подстройки, или регулировки порога срабатывания датчика. Электроды выполнены из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм и слоем фольги 35мкм.

Обработка данных проводится с широким частотным диапазоном в режиме реального времени. Текущие значения контролируемых параметров записываются запоминающим устройством, данные о величине прогнозируемого остаточного ресурса фильтрующего элемента через информационное устройство передаются водителю (оператору) для принятия решения о планировании (корректировке) или проведении регламентных работ по техническому обслуживанию смазочной или гидравлической систем с учетом фактического технического состояния фильтра и масла [8,9,10]. Устройство может использоваться совместно с персональным компьютером посредством USB – интерфейса. Предусмотрена полуавтоматическая компьютерная калибровка, по заданным данным или перерасчет, а также сохранение результатов измерения в памяти компьютера для дальнейшего анализа в форматах TXT или CSV.





1 – блок питания; 2 – элемент питания для автономной работы; 3 – корпус; 4 – датчик диэлектрической проницаемости; 5 – адаптер; 6 – датчик электропроводности; 7 – датчик температуры

Рисунок 2 – Общий вид и принципиальная схема устройства для диагностирования гидросистем и их фильтрующих элементов

Принципиальная схема реализации работы устройства для диагностирования в системе ГЛОНАСС представлена на рисунке 3.

Принцип работы системы следующий: данные, о состоянии системы смазки агрегата (двигателя), с датчика-фильтра непрерывно поступают на терминал, установленный в автомобиле, также на терминал поступают данные навигационных спутников. От терминала данные в виде GSM/GPRS сигнала поступают на станцию GSM оператора. Бортовые отчеты со станции оператора поступают на сервер услуг, далее отправные данные и отчеты поступают диспетчеру, либо владельцу автомобиля на персональный компьютер или смартфон.



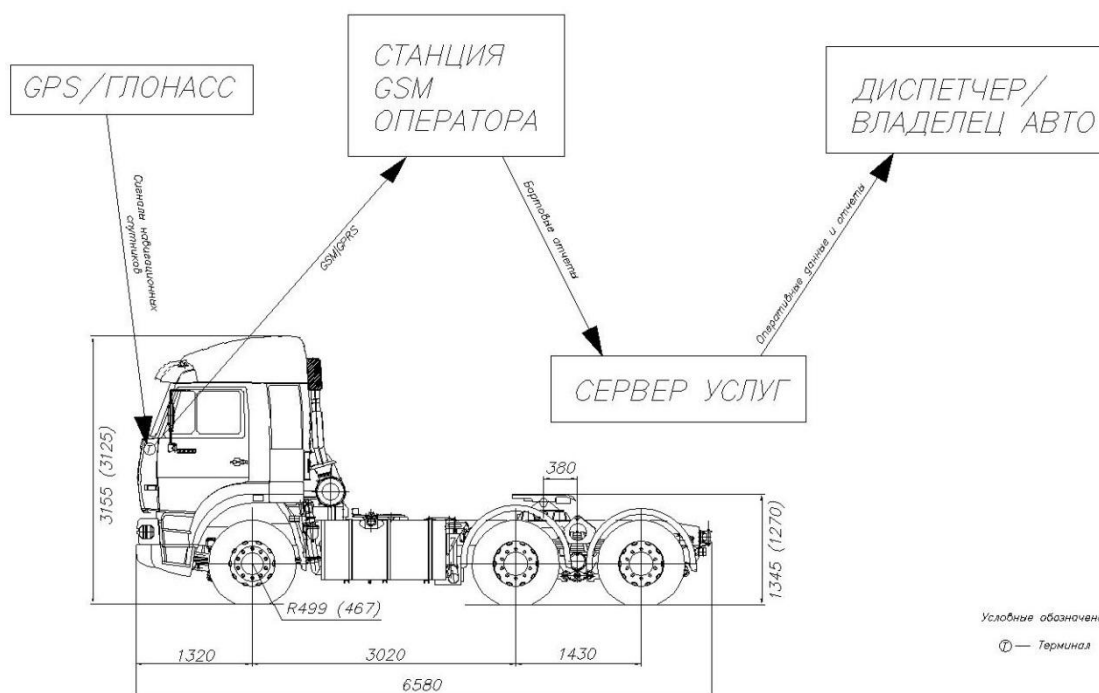


Рисунок 3 – Принципиальная схема работы устройства для диагностирования в системе ГЛОНАСС

Применение спутниковой навигационной системы в комплекте с устройством для диагностирования обеспечивает возможность постоянного контроля технического состояния фильтрующего элемента с целью определения наличия неисправности в агрегате с высокой точностью на расстоянии, а также своевременно предотвратить выход из строя агрегата (при резком изменении показателя диэлектрической проницаемости и сигнала датчика).

### **Библиографический список**

1. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве / В.В. Акимов [и др.] // Международный научный журнал. 2017. № 2. С. 106–111.
2. Власов, Ю.А. Организация предварительного контроля свойств работающего масла методами экспресс-диагностики / Ю.А. Власов, А.Н. Ляпин, О.В. Ляпина, Р.Ю. Таньков // Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы III МНПК. – Новокузнецк: Изд-во фил. КузГТУ, 2013. – С. 81–84.
3. Выбор методики исследований диагностических параметров масляного фильтра автотракторных двигателей [Текст] / А.В. Старунский, Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко и др. // Сб.: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2018. – Часть II. – С. 333-339.

4. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / А. А. Голиков, А. В. Старунский, В. В. Акимов [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО РГАТУ. – № 2015124080; заявл. 12.10.2015; опубл. 20.01.2017, Бюл. № 2.

5. Старунский, А.В. Устройство для функционального диагностирования и методика определения остаточного ресурса фильтрующих элементов мобильных энергетических и транспортных средств [Текст] / А.В. Старунский, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович // Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2017.– С. 169-174.

6. Диагностирование фильтрующих элементов по диэлектрической проницаемости [Текст] / А.В. Старунский, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк и др. //Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 40-41.

7. Рембалович, Г.К. Актуальные вопросы совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственных процессов с применением интерактивной диагностики [Текст] / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, А.В. Старунский // 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. 28-35.

8. Рембалович, Г.К. Диагностирование состояния моторного масла с помощью фильтра-датчика [Текст] / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, А.В. Старунский, И.В. Исаев // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2018.– С. 154-157.

9. Рембалович, Г.К. Диагностирование состояния системы смазки автомобильных двигателей [Текст] / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, А.В. Старунский, И.В. Исаев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 78-83.

10. Старунский, А.В. Диагностирование состояния гидросистем и агрегатов автотракторной техники средствами мобильной диагностики [Текст] / А.В. Старунский, Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, И.В. Исаев // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 г. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019.– Часть 1. – С. 387-392.

## **ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УДОБРЕНИЙ**

К наиболее важным физико-механическим свойствам твердых минеральных удобрений, оказывающим существенное влияние на работу машин, относятся: влажность, объемная масса, гранулометрический состав, статическая и динамическая прочность, сыпучесть, сводообразование, скорость витания и коэффициент парусности[1].

Исследователями установлено, что большинство физико-механических и технологических свойств удобрений, взаимно связанных между собой, изменяются в широких пределах в зависимости от содержания в них влаги.

В различных удобрениях вода содержится в виде:

- химически связанной с питательными веществами (конституционная влага);
- гигроскопической влаги, образуемой поглощением частицами удобрений водяных паров из окружающего воздуха;
- молекулярной влаги, образующей водную пленку на поверхности частиц удобрений;
- гравитационной влаги, заполняющей свободное пространство между частицами удобрений.

В зависимости от количества содержания влаги удобрения оказывают значительное влияние на работу машин, особенно для локально-ленточного внесения удобрений. Такое внесение удобрений должно проводиться с достаточной надежностью, в противном случае эффективность туков будет ниже по сравнению с поверхностным внесением удобрений, осуществляемом при помощи более простых и высокопроизводительных машин[2-4].

Поскольку поставка минеральных удобрений сельскому хозяйству идет круглосуточно, а применение их, то есть внесение в почву, периодически, то при транспортировке и хранении физико-механические свойства удобрений, особенно от количества в них влаги, могут ухудшаться.

В литературе не достаточно опытных данных о влиянии влажности комплексных и односторонних удобрений и их смесей при оптимальных условиях хранения на высеваемость машинами для локального внесения удобрений[5,6]. Впервые в нашей стране подобные исследования были выполнены еще в 1935 г., подтвердившие низкую высеваемость удобрений с повышенным содержанием влаги.

С появлением качественно новых видов удобрений и высевающих аппаратов изучение влияния влажности туков на физико-механические свойства удобрений и их высева не теряет своей актуальности.

В задачу наших исследований входило изучение влияния влажности на высеваемость и другие физико-механические свойства удобрений. Определение физико-механических свойств туков проводили по стандартным методикам. В опытах использовали гранулированный суперфосфат, аммиачную селитру, хлористый калий, нитроаммофос и нитроаммофоску.

Влажность удобрений во время опытов соответствовала стандартной, кроме опытов, в которых изучалось влияние влажности на отдельные свойства удобрений. Анализ гранулометрического состава туков показал, что массовое содержание гранул размером от 1 до 4 мм, как наиболее оптимальных, с точки зрения посева, не выходило за пределы 75 %. Крупные частицы размером больше 5 мм составляли 5 %, остальные частицы удобрений - размером 1 ...2 мм. Перед проведением опытов из порций удобрений отсеивались частицы крупнее 4 мм[7].

Исследование влияния влажности на высеваемость различных видов удобрений проводили с использованием сеяющего аппарата (как наиболее распространенного). Во всех вариантах опыта аппарат был установлен на одну и ту же дозу посева, привод — от колес стеновой установки. Пробы отбирали из-под одного сеяющего аппарата через 15 оборотов колеса за время, соответствующее скорости движения сеялки 8,1 км/ч. Для получения необходимой влажности удобрения смачивали водой и тщательно перемешивали. Повторность опытов - пятикратная.

Результаты исследований показали, что с повышением влажности туков высеваемость их уменьшается вплоть до полного прекращения. При этом количество посеянных удобрений по отдельным повторностям значительно колеблется. При оптимальной влажности коэффициент вариации составляет 3,4...6,0 %, при повышенной - возрастает до 35,4...79,9 % (в соответствии с агротехническими требованиями на туковысевающие аппараты комбинированных машин неравномерность внесения составляет 8 %).

Этому требованию удовлетворяют суперфосфат с влажностью до 5,7 %, хлористый калий с влажностью до 0,5 % и смесь суперфосфата с хлористым калием при влажности до 2,2 %.

Исследования также показали, что удобрения стандартной влажности имеют хорошую сыпучесть и минимальную пульсацию высеваемых туков. Характер пульсации обусловлен наклоном ребер катушек сеяющего аппарата.

С увеличением влажности туков над сеяющими аппаратами образуются своды, которые необходимо разрушать специальными устройствами - ворошилками. Под действием дисковых ворошителей высеваемость удобрений увеличивается в пять и более раз[8].

При высоком содержании влаги удобрения вообще теряли способность к свободному истечению под действием гравитационных сил. Так, для хлористого калия такое состояние наступало при влажности 4 %, для тукосмеси - при 8,6 %.

Анализ данных о влиянии влажности на другие физико-механические свойства удобрений показывает, что независимо от размеров гранул прочность, сыпучесть, скорость питания и коэффициент парусности удобрений находятся в тесной связи с содержанием в них влаги и по мере их увлажнения снижаются. Такая зависимость установлена для всех изучаемых форм удобрений: суперфосфата, нитроаммофоски, нитроаммоса.

Для отдельных форм удобрений снижение механической прочности и сыпучести гранул при повышении влажности составляло соответственно 8,4...89,2 % и 10,6...68,6 % от исходного показателя.

Кроме того, нашими исследователями установлено, что при высевае с низкой прочностью образуется значительно количество пылевидных частиц, которые налипают на поверхность высевающих аппаратов, тукопроводов, сошников и других деталей и узлов машины. Это приводит к снижению дозы высева удобрений. Крупные твердые частицы, встречающиеся в массе гранул двойного суперфосфата даже в небольшом количестве (сотые доли процента), забивают высевные отверстия, что приводит к полному прекращению высева туков.

Масса удобрений, высеваемых катушечными аппаратами за один и тот же промежуток времени, значительно колеблется в зависимости от температуры, влажности воздуха и гигроскопичности гранул удобрений. Так, в течение двух суток в зависимости от указанных факторов, отклонение от первоначальной массы высеваемых удобрений составило: аммиачной селитры- 10,2%, хлористого калия- 10,5%, томного суперфосфата - 4,5 %. Если сравнить данные по отклонению первоначальной массы высеваемого удобрения с агротехническими требованиями по стабильности дозы высева 5 %, то высевающий аппарат, необходимо перенастраивать в течение одного дня работы, несколько раз - не менее четырех.

Важное значение для сохранности высевающей способности туков имеют условия хранения удобрений. Установлено, что тукосмеси увлажняются более интенсивно, чем односторонние удобрения. Так, в тукосмесях стандартного гранулометрического состава и различных фракций после месячного хранения содержание влаги возросло в 2...3 раза, а после трех месяцев- в 2...5,5 раза.

Изучение изменения физико-механических свойств мочевины и суперфосфата двойного при хранении (в течение 6...9 месяцев в мешках по 40...50 кг в каждом) в складских условиях показало:

- при хранении удобрений в течение осенне-зимнего периода с невысоким содержанием влаги в исходных образцах, они значительно увлажнились. Смеси практически потеряли устойчивое физическое состояние и приобрели мажущиеся свойства и слежались;

- в результате увлажнения туков их прочностные свойства снижались. После 9 месяцев хранения статистическая прочность гранул мочевины в смесях снизилась на 3,2...30,7 %. а количество разрушенных гранул (динамическая прочность) возросло для стандартных туков на 5,9 %;

• при хранении мочевины и двойного суперфосфата в чистом виде меньше, чем при хранении их в тукосмесях[9].

Увеличение влажности туков незначительно влияет на критическую скорость и коэффициент парусности частиц размером 1,9...4,2 мм.

Анализ полученных результатов показал, что качество внесения тукосмесей минеральных удобрений будет высоким, если выпускать удобрения такого гранулометрического состава, который обеспечивал бы одинаковую дальность их рассева по полю и иметь соответствующую влажность [10].

### ***Библиографический список***

1. Андреев К.П. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений [Текст] / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев. Курск, – 2018.

2. Андреев К.П. Самозагружающийся разбрасыватель минеральных удобрений [Текст] / К.П. Андреев// Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 8-9.

3. Совершенствование центробежных разбрасывателей для поверхностного внесения минеральных удобрений [Текст]/ К.П.Андреев, В.А.Макаров, А.В.Шемякин, М.Ю.Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1 (33). – С. 54-59.

4. Андреев К.П. Самозагружающийся разбрасыватель минеральных удобрений [Текст] / К.П. Андреев// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 6. – С. 173-179.

5. Бышов Н.В. Эффективность внутрипочвенного внесения минеральных удобрений [Текст] / Н.В. Бышов, П.Н. Дыков // В сборнике: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерно-экономического института Рязань, – 2009. – С. 13-14.

6. Андреев К.П. Самозагружающийся разбрасыватель минеральных удобрений [Текст] / К.П. Андреев// Аграрная Россия. – 2017. – № 10. – С. 34-37.

7. Андреев К.П. Влияние гранулометрических и прочностных свойств удобрений на равномерность внесения [Текст]/ К.П.Андреев, А.В.Шемякин, В.В. Терентьев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 8-9.

8. Силовое взаимодействие лопасти ворошителя со слоем удобрений[Текст]/ К.П.Андреев, М.Ю.Костенко, А.В. Шемякин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 163-167.

9. Андреев К.П. Влияние гранулометрического состава на качество внесения удобрений [Текст] / К.П. Андреев, А.Д. Ерошкин // В сборнике: Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства Материалы I международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 13-15.

10. Andreev K.P. Determining the inequality of solid mineral fertilizers application [Text] / K.P. Andreev, Zh.V. Danilenko, M.Yu. Kostenko, B.A. Nefedov, V.V. Terentev, A.V. Shemyakin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – Т. 10.№ 10 SpecialIssue. – С. 2112-2122.

11. Лузгин, Н.Е. Теоретическое обоснование производительности скребкового транспортера-дозатора сыпучих минеральных удобрений / Н.Е. Лузгин, В.Н. Туркин // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – С. 66-70.

12. Дьячков А. П. Математическое моделирование распределения удобрений многолопастными роторами /А. П. Дьячков, А. Д. Бровченко //Механизация и электрификация сельского хозяйства, – 2008. – №10. –С. 12-13

13. Лузгин, Н.Е. Определение основных мощностных параметров скребкового транспортера-дозатора сыпучих грузов / Н.Е. Лузгин, В.Н. Туркин //Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – С. 73-77.

**УДК 638.171.2**

*Каширин Д. Е., д.т.н.,  
Бышов Д.Н. , к.т.н.,  
Нагаев Н.Б., к.т.н.,  
Гобелев К.Е.,  
Казаков Д.В ,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВИБРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЕРГИ ИЗ СОТОВ И ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ**

Перга является уникальным по набору и сбалансированности ценных питательных компонентов продуктом пчеловодства, спрос на который с каждым годом растет.[1,2,3] Подкормки, приготавливаемые из перги, необходимы для эффективного развития пчеловодства. Перга находит широкое применение в медицинской, пищевой и парфюмерной промышленности. Ограниченное использование этого ценного продукта в настоящее время связано с трудностями его извлечения из пчелиных сотов. В настоящее время процесс извлечения перги из перговых сотов имеет высокую трудоемкость, связанную с большим количеством технологических операций. Значительно упростить существующую технологию позволяет разработанная нами вибрационная установка [4].

Предложенный нами способ извлечения перги из перговых сотов позволяет получать целые перговые гранулы и высококачественное, очищенное

от оболочек коконов и остатков перги, восковое сырье [2,5,6]. Кроме того, предложенная установка дает возможность одновременно проводить очистку воскового сырья сота, что способствует увеличению выхода воска при последующей вытопке. Так же такой способ позволяет сохранить сохранность сота для последующей эксплуатации, что при других способах извлечения невозможно.

Вибрационная установка состоит из несущей рамы[7] 1, внутри которой посредством роликовых опор 2 расположен рабочий корпус 3, снабженный вибровозбудителем 4, приводимым в действие от электродвигателя 5 [7]. Роликовая опора 2 состоит из корпуса 6, внутри которого закреплен направляющий ролик 7. С внешней стороны корпус 6 роликовой опоры 2 снабжен регулировочным винтом 8. На боковых сторонах рабочего корпуса 3 закреплены направляющие стержни 9. Внутри рабочего корпуса 3 поперечно расположены четыре ряда пазов 10, в которых размещены пчелиные соты 11 и накопительные ящики 12 и 13. Накопительные ящики 12 и 13 представляют собой прямоугольные емкости, внизу которых расположено дно, в верхней части ящиков вдоль вогнутой линии 14 закреплены опорные стержни 15 и 16. Нижний накопительный ящик 12 снабжен опорными стержнями 15, расположенными параллельно длинной стороне, а верхний накопительный ящик 13 снабжен опорными стержнями 16 параллельно короткой стороне. Рабочий корпус 3 вибрационной установки снабжен фиксирующим стержнем 17 и несущей плитой 18. На несущей раме 1 под рабочим корпусом 3 закреплены ударные пластины 19.

Вибрационная установка для очистки пчелиных сот от загрязнений работает следующим образом. Подготовленные пчелиные соты 11 (высушенные до влажности 12-13%) располагают в пазах 10 рабочего корпуса 3. При этом восковая основа сотов приходит в соприкосновение с опорными стержнями 15 и 16. Установленные пчелиные соты фиксируют в пазах 10 рабочего корпуса 3 с помощью фиксирующего стержня 17. Для работы включают электродвигатель 5, приводящий в действие вибровозбудитель 4. Под действием вибровозбудителя 4 рабочий корпус 3 начинает совершать колебательные движения к плоскости, перпендикулярной к плоскости основания вибрационной установки. Посредством роликовых опор 2 и направляющих стержней 9 поддерживается требуемое направление колебаний рабочего корпуса 3. При достижении заданной величины амплитуды колебания рабочий корпус 3 начинает взаимодействовать с ударными пластинами 18. В момент удара пчелиные соты выгибаются, принимая положение по касательной вдоль опорных стержней 15 и 16. При этом происходит выход механических и органических загрязнений из ячеек сот. Извлеченные механические и органические загрязнения скапливаются на дне накопительных ящиков 12 и 13. Через 2-3 минуты электропривод установки отключают, а частично очищенные пчелиные соты 11 переворачивают на 180° и продолжают очистку. После проведенной очистки соты меняют местами и повторяют технологический процесс.



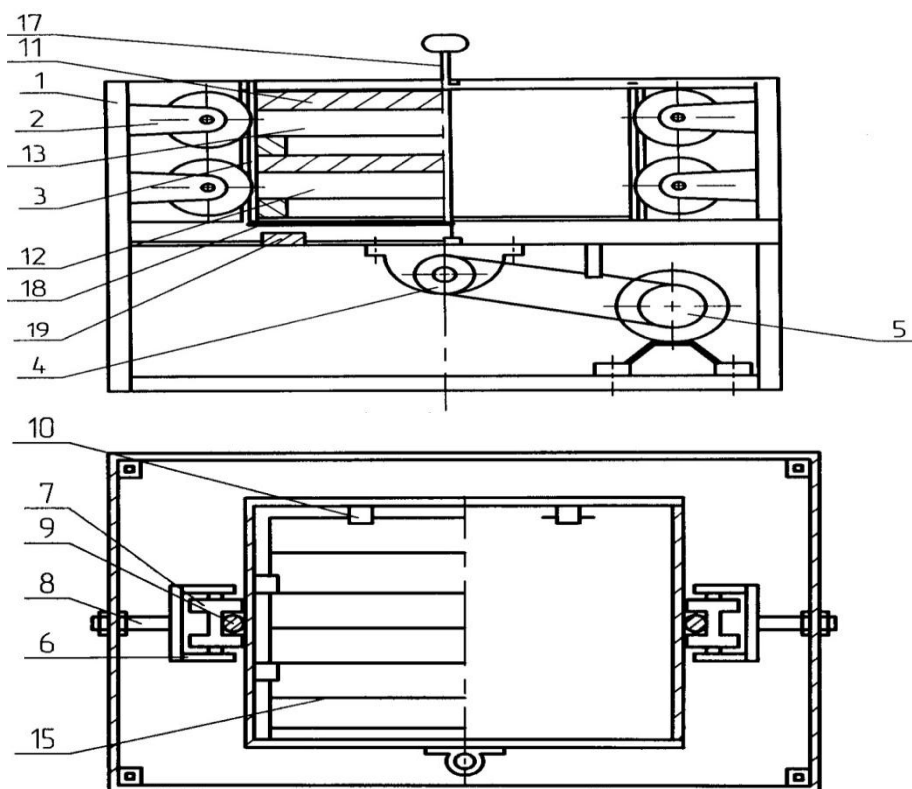


Рисунок 1- Вибрационная установка для извлечения перги из ячеек сот.

Данная вибрационная установка позволяет получать высококачественную пергу (Качество получаемого продукта характеризуется комплексом физико-химических и биологических показателей, приведенных в ТУ 10 РФ 505-92 «Перга сушеная») и очищенное восковое сырье непосредственно из перговых сот, что позволит пчеловодам и переработчикам продукции нарастить темпы производства и снабдить население качественными и полезными продуктами.

### ***Библиографический список***

- 1 .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.
2. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор № 7 2015. – М.– С. 26-27.
3. Бышов, Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья [Текст] / Д. Н. Бышов, И.А. Успенский, Д. Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. – № 7 – 2015. – С. 28–29.
4. Бышов, Н.В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воскоперговой массы [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ – №1 – 2013. – С.160-162.
5. Нагаев, Н.Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : диссертация на соис. уч. степ. кандидата техн. наук [Текст] / Нагаев Н.Б.– Рязань, 2016.

6. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор № 7 2015. – М.– С. 26-27.

7. Нагаев, Н.Б. Исследование процесса вытопки воска [Текст] / Н.Б. Нагаев, В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин Т.В. Торженева, Н. А. Грунин // Пчеловодство №3 2014 г, Москва, 2014. – С.50-51

8. Пат. № 2483811 РФ. МПК В07В 1/40, А01К 59/00. Вибрационная установка для очистки пчелиных сотов от загрязнений [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов.– Заявл. 23.11.2011; опубл. 10.06.2013 Бюл. № 16–6с.

9. Результаты изучения свойств пчелиного воска / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, Н.Б. Нагаев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – №1. – С.80-85.

10. Исследование теплофизических и реологических свойств воскового сырья и воска / В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, Н.Б. Нагаев и др. // Исследования молодых ученых – аграрному производству: Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. Ассоциация аграрных вузов ЦФО. – Белгород, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – С. 102-110.

**УДК 631.354.2.076**

*Кабанов И.В.,  
Бышов Н.В., д.т.н.,  
Рембалович Г.К., д.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СРАВНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В КОНКРЕТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АПК РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В последние годы в России наблюдается тенденция увеличения потребности испытания сельскохозяйственной техники в связи с резким ростом конкуренции между производителями. Руководителям хозяйств все тяжелее становится подобрать подходящую машину для уборки зерновых культур, так как на выбор техники влияет и урожайность сельскохозяйственных культур, и агроклиматические условия данной местности, а также ряд других факторов.

Для определения эксплуатационных свойств машины, характеристики способности выполнения ей технологического процесса с наибольшей производительностью при соблюдении показателей качества уборочных работ, проводят эксплуатационно-технологическую оценку зерноуборочных комбайнов. При этом основными показателями эксплуатационно-технологической оценки являются [1]:

- производительность за 1 ч основного времени;
- производительность за 1 ч сменного времени;

- дробление бункерного зерна, %;
- потери зерна за комбайном, %;
- засоренность бункерного зерна, %;
- эксплуатационно-технологические коэффициенты: рабочих ходов, технологического обслуживания, надежности технологического процесса, использования сменного и эксплуатационного времени.

Все эти показатели в целом определяют уровень технического оснащения зерноуборочного комбайна и эффективность его применения в хозяйстве [2...6]. Поэтому их количественные и качественные оценки важны для сельскохозяйственных предприятий.

В Центральном регионе Европейской части России широко применяются комбайны «Полесье» производства белорусского завода «Гомсельмаш» в городе Гомель. Эти современные высокопроизводительные сельхозмашины появились на полях Рязанской области приблизительно в 2007 году и хорошо зарекомендовали себя на уборке зерновых и бобовых культур. Они характеризуются как качественным намолотом, так и отличной скоростью уборки урожая, экономичностью и выносливостью к различным нагрузкам. В настоящее время на землях Рязанского региона работают около 250 комбайнов этого завода.

Ежегодно в регионе увеличивается количество комбайнов производства стран дальнего зарубежья. Например, в Рязанской области успешно работают около 100 комбайнов фирмы John Deere, которую на территории региона представляет официальный дилер «Эко-Нива». Агрегаты данной фирмы давно известны своим высоким качеством и надежностью. Одни из их главных преимуществ — это высокая мощность, эффективность и длительный рабочий ресурс. Модели John Deere обладают преимуществами при работе на крупных угодьях и на территориях со сложным рельефом.

Вышесказанное определяет причину интереса сельхозпроизводителей к эксплуатационным показателям комбайнов компаний «Полесье» и John Deere, характеристике которых посвящена данная статья.

Научно-образовательный центр «Лаборатория инжиниринга в механике и энергетике» Рязанского государственного агротехнологического университета (РГАТУ) ежегодно проводит научно-исследовательские работы в области механизации сельского хозяйства. В 2018 году совместно с ЗАО «Победа» Захаровского района Рязанской области были начаты работы по эксплуатационно-технологической оценке зерноуборочных комбайнов в конкретных условиях предприятия АПК Рязанской области. В качестве объектов оценки выбраны комбайны одного класса: «Полесье GS 16» (первого года эксплуатации) и «John Deere T 660» (второго года эксплуатации). Комбайны имеют классическую барабанную схему обмолота, оснащены измельчителем - разбрасывателем и жатками шириной захвата 9 м.

Наблюдения за работой комбайнов проводились в ЗАО «Победа» на поле, засеянном безостой пшеницей с урожайностью 45 ц/га, влажность соломистой массы составляла 14%, засоренность и полеглость были, соответственно, 2 и

5%, отношение зерна к соломе – 1:1,2. Комбайнеры работали на одном поле в одинаковых условиях, начали работу одновременно, в 10:00, и закончили в 23:00, то есть в течение 13 часов. За этот временной промежуток комбайн «Полесье GS 16» убрал 44 га и намолотил 198 т, а «John Deer T 660» - 52 га и собрал 234 т. Уборка проводилась одним из традиционных методов сбора урожая - способом прямого комбайнирования [8..10].

Для сбора информации был проведен сплошной хронометраж за работой сравниваемых комбайнов в течение одной смены. В ходе хронометража фиксировались намолот, убранная площадь и элементы эксплуатационного времени работы комбайна. Затем определялась фактическая производительность комбайнов по основному и сменному времени.

Были произведены замеры показателей качества технологического процесса уборки. Настройка и регулировка комбайнов осуществлялась комбайнерами по рекомендациям фирмы - изготовителя. Полученные результаты эксплуатационной оценки представлены в таблице.

Таблица - Результаты эксплуатационно-технологической оценки

Наименование	Показатели	
	Полесье GS 16	John Deer T 660
Рабочая скорость комбайна, км/ч	7,4	8,1
Производительность за 1 час времени:		
основного, т/ч	23	25,2
сменного, т/ч	15,2	18
основного, га/ч	5,12	5,6
сменного, га/ч	3,38	4
Потери зерна за молотилкой комбайна, %	1,45	1,1
Дробление зерна, %	1,4	1,2
Содержание сорной примеси, %	3,1	1,8
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:		
рабочих ходов	0,913	0,925
технологического обслуживания	0,909	0,954
надежности технологического процесса	0,972	0,991
использования сменного времени	0,662	0,675

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- сменная производительность зерноуборочного комбайна «John Deer T 660» выше производительности комбайна «Полесье GS 16» (фактически на 15,5%);

- сравниваемые комбайны имеют практически одинаковые коэффициенты рабочих ходов и технологической надежности. Это объясняется тем, что комбайны работали с жаткой одинаковой ширины и имеют идентичное по конструкции молотильное устройство. Следует отметить, что за одну рабочую смену достаточно сложно адекватно оценить показатели надежности работы

машин (особенно если единицы техники имеют разную фактическую наработку), т.к. для этого нужны более длительные исследования, проводимые на большем количестве техники. Поэтому в развитие данного исследования планируется провести анализ работы парка машин в течение всего уборочного сезона 2019 года (в том числе удаленно с применением средств глобального позиционирования), что позволит получить более точные данные;

- показатели качества работы у комбайна «John Deer Т 660» были выше, чем у «Полесье GS 16», однако у обоих наблюдаемых комбайнов они находились в диапазоне нормативных значений.

Из выше приведенного следует, что в целом эксплуатационно-технологические показатели «John Deer Т 660» в конкретных производственных условиях оказались несколько выше, чем у «Полесье GS16». Но, как уже отмечено, необходимо проведение дальнейших исследований, которые позволят получить более точные и актуальные данные по производительности, показателям качества работы, надежности и экономической эффективности, эксплуатируемых в хозяйстве комбайнов «John Deer Т 660» и «Полесье GS 16», а также других моделей зерноуборочной техники применительно к конкретным производственным условиям.

### ***Библиографический список***

1. Перспективная система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна/ Бышов Н.В., Безносюк Р.В., Фокин В.В., Рембалови Г.К., Костенко М.Ю., Успенский И.А.-В сб.: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства. Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015.- С. 182-185.

2. Устройство контроля технологического процесса зерноуборочного комбайна Костенко М.Ю., Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К., Фокин В.В., Голиков А.А., Тетерина О.А., Гусев А.С. патент на полезную модель RUS 152481 02.03.2015.

3. Теоретическое обоснование необходимости использования системы контроля загрузки зерноуборочного комбайна/ Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Фокин В.В., Безносюк Р.В., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К.//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017.№ 1 (33). С. 59-63.

4. Максимов, И.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон, дан. — СПб. Лань, 2015. — 407 с.— Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php> - ЭБС Лань.

5. Годовой отчет сельскохозяйственной организации ЗАО «Победа» Рязанской области Захаровского района 2017-2018 г.

6. Titov, N. V. Innovative method of tillage tool hardening / N. V. Titov, A. V. Kolomeichenko, N. N. Litovchenko // Vestnik OrelGAU. - 2014. - №2(47). - P. 42-48.

7. Titov, N.V. Investigation of the hardness and wear resistance of working sections of machines hardened by vibroarc surfacing using cermet materials / N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev, I.N. Kravchenko, N.N. Litovchenko // Welding International. - 2015. - V.29. №9. - P. 737-739.

8. Ерохин, Г. Н. Оценка надежности зерноуборочных комбайнов в условиях Рязанской области / Г. Н. Ерохин, В. В. Коновский // Наука в центральной России. –2013. -№1. –С. 36-40.

9. Сазонов, С. Н. Направления повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах / С. Н. Сазонов // Техника и оборудование для села. –2008. –№3. –С. 2-3.

10. Ерохин, Г. Н. Оценка эффективности комбайнового обеспечения уборки зерновых культур / Г. Н. Ерохин // Техника в сельском хозяйстве. –2006. -№4 – С. 27 – 29.

11. Бышов, Н.В. Эффективность работы комбайнов различных марок в условиях уборочного сезона 2003 года /Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.П. Кожурин//Сборник материалов научно-практической конференции инженерного факультета. Посвящается 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин». -Рязань: ФГОУ ВПО Рязанская Государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева, 2004. -С. 34-36.

12. Бышов, Н.В. Особенности эксплуатации комбайнов при уборке крестоцветных культур /Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин//Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерно-экономического института -Рязань, 2009. -С. 9-12.

13. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов/Коченов В.В., Лузгин Н.Е., Богданчиков И.Ю.//Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ. 2016. с. 98-102.

**УДК 338.43**

*Костенко М.Ю., д.т.н.,  
Горячкина И.Н., к.т.н.,  
Наумов К.С.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СВИНЫХ И КУРИНЫХ ОТХОДОВ**

На фермах имеет широкую популярность способ очистки помещений от фекалий при помощи воды, так называемый гидросмыв. Данный способ приводит к разжижению и снижению концентрации полезных веществ в навозе. Большое количество полезных веществ, которые находятся в навозе, воспринимаются растениями, только после разложения их бактериями. Свежие удобрения не богаты кальцием и могут повышать кислотность земли. При внесении свежего

фекалия на почвы высока вероятность не получить желаемый результат, а причина в том, что некоторые сложные органические элементы, содержащиеся в нем, имеют длительный срок разложения. Так же не исключено загрязнение грунтовых вод, деградация почвы и её эрозия. Поэтому поспешное использование отходов в качестве удобрений может привести к пагубным последствиям.

В навозе большое количество, например, в одной тонне свиного навоза находится около 10 кг микробной массы, а в одном грамме – около 90 млрд. живых микробных клеток. Навоз формируется за счет микроорганизмов, которые взамен используют питательные вещества из него. Навоз приобретает свои характеристики, как органическое удобрение, за счет деятельности микробов. Вещественный состав навоза все время меняется. Он зависит от факторов, таких как: количества и состава корма, подстилки, соотношение твердых и жидких фракций, вида животных и других факторов. Поэтому микрофлора будет отличаться. В удобрении, которое получается из фекалия, присутствуют нитрификаторы, плесневые грибы, денитрификаторы, возбудители брожения, аммонификаторы, а так же возбудители инфекционных заболеваний.

Птице- и свинофермы являются огромными источниками заражения природы, зловонные запахи и мухи, разные вредоносные микроорганизмы распространяются на значимые территории от помета или навозохранилища, осложняют социальные и экологические условия жизни и труда сотрудников предприятий, жильцов прилегающих населенных пунктов, здоровья животных, вынужденных дышать парами аммиака и другими вредными испарениями из отстойников и сборных ям.

Птичий помет содержит большое количество питательных веществ. Куриный помет, если его рассматривать как удобрение, превосходит любой навоз. Содержание фосфора и азота в курином помете намного больше, чем в навозе крупного рогатого скота и свиней. Концентрация элементов напрямую зависит от питания и вида содержания птицы. Из-за особенностей физиологических пищеварения у птиц, скорость продвижения пищи по пищеварительному тракту намного быстрее, чем у других типов животных. Так как пища продвигается по тракту очень быстро, питательные вещества не успевают эффективно усваиваться и значимая часть их остается в помете птицы (таблица 1). Свежие отходы свиней и птиц обладают сильным запахом, содержат семенасорняков, яйца и личинки гельминтов и мух, вредоносные микроорганизмы, среди которых присутствуют возбудители опасных заболеваний.

Свежие отходы свиней и птиц содержат большое количество аммиачного азота, из-за этого они обладают сильным зловонным запахом. Непосредственно после выделения, возьмем для примера, куриного помета мочевиная и гиппуровая кислоты, находящиеся в составе отходов, подвергаются гидролитическому расщеплению под влиянием уробактерий с появлением, в конечном итоге, углекислого аммония, который делится на аммиак и углекислоту. Из-за этого

следует, что чем быстрее убранный помет поступит на переработку и будет произведено обеззараживание всех бактерий и патогенной микрофлоры, содержащейся в нем, тем больше азота сохранится в помете. То же самое можно сказать и о свином навозе.

Таблица 1 - Химический состав отходов свиней и кур

№ п/п	Наименование	Куриный	Свиной
1	pH	7,2	7,9
2	азот общий, %	0,7-2,5	0,84
3	фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	1,5-2,0	0,58
4	калий (K <sub>2</sub> O) %	0,8-1,0	0,62

Выживаемость патогенных микроорганизмов в жидких отходах. Удобрение, которое используется при созревании сельскохозяйственной продукции, должно соответствовать техническим условиям, а именно нормам токсичности, ветеринарно-санитарным, гигиеническим. Применение органических удобрений не должно быть иррациональным с точки зрения экологической безопасности. В требованиях к удобрениям (ГОСТ Р 53117-2008) говорится о том, что они должны соответствовать категории «чистая почва». В них не должны присутствовать патогенные бактерии, жизнеспособные личинки или же яйца гельминтов, куколки, а так же личинки мух, цисты кишечных простейших.

Но в навозе присутствуют не только аммонификаторы, нитрификаторы, денитрификаторы, возбудители брожений, плесневые грибы и актиномицеты, но и встречаются возбудители инфекционных болезней, яйца гильминтов.

Навозные стоки ферм могут являться источником более 100 инфекционных и паразитарных болезней (бруцеллез, туберкулез, ящур). В жидкой фракции свиного навоза можно встретить от 11 до 21 штамма энтеропатогенной кишечной палочки, а так же от 22 – 59 штаммов сальмонелл.

Биологическая опасность навозных стоков животных ферм заключается не только в присутствии патогенных микроорганизмов и высокой концентрации их в отходах, но также в сроках выживаемости. Срок выживаемости бруцелл составляет от 20-25 суток, в неразбавленном навозе при температуре +25°, микобактерий туберкулеза - 475 дней, вируса ящура в летнее время - 42 суток, зимой (замерзший навоз) - 190 суток. При повышении влажности навоза, возрастают сроки выживаемости. В навозе и навозных стоках свиней, помимо патогенных бактерий, могут находиться и вредоносные для человеческого организма яйца или личинки гельминтов. В 1л их может содержаться от пары десятков, до пары сотен, влияет на это уровень пораженности гельминтозами животных, а так же расход воды на одно животное. В теплый период, когда стоки хранятся в навозохранилищах, если влажность снижена с 95% до 65% , время выживания яиц гельминтов достигает 4 месяцев. В холодный период для улучшения дегельминтизации увеличивают



время выдерживания, но даже это помогает достичь полного завершения процесса. В составе навоза и его жидких стоках остается до 90% жизнеспособных яиц гельминтов.

Отличие жидкого навоза от твердого заключается в отсутствии процесса самонагревания. От этого сроки выживаемости патогенной микрофлоры и яиц гельминтов растут. Например, яйца аскарид живут до 15 месяцев, если проникают в почву на глубину пахотного слоя, даже до 2 лет. Для сравнения в обычном навозе, уложенном в бурты, погибают через 4 месяца.

Но для борьбы с вредоносными бактериями в жидком навозе следует разработать специальные методы обеззараживания, например, применять кавитацию, бактерицидное действие данного воздействия заключается в изменении физико-химических свойств биологических объектов, с проявлением ряда вторичных эффектов, а бактериальная флора, находящаяся в обрабатываемой жидкости, служит центром образования кавитационных пузырьков. При попадании жидкости в зону пониженного давления жидкость вскипает, а у бактерий, оказывающихся в центре или рядом с образовавшимися кавитационными пузырьками, под действием разности давлений внутри них и в окружающем пространстве, происходит нарушение жизнедеятельности биологических объектов за счёт полного или частичного разрушения клеточной оболочки и разложения белков, что способствует гибели вредоносных микроорганизмов.

### ***Библиографический список***

1. Методика исследования обеззараживающих свойств различных материалов для дезинфекции автомобильных фургонов. / Костенко М.Ю. //

В сборнике: сборник научных работ студентов рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева По материалам научно-практической конференции "Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК". 2012. С. 18-22.

2. Способ дезинфекции фургонов и помещений. / Мельников В.С., Горячкина И.Н., Костенко М.Ю. // В сб.: Современная наука глазами молодых ученых: достижения, проблемы, перспективы Материалы межвузовской научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева". 2014. С. 81-85.

3. Исследование влияния параметров и режимов работы генератора горячего тумана на эффективность дезинфекции фургонов. / Мельников В.С., Горячкина И.Н., Костенко М.Ю., Голиков А.А., Костенко Н.А., Кузина Н.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 107. С. 419-432.

4. Анализ влияния физических воздействий на процесс обеззараживания стоков сельского хозяйства / Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров, Б.Г. Шаповал //

Инновационные технологии в науке и образовании. ИТНО-2016: сб. науч. тр. – Ростов на-Дону; зерноград; п. Дивноморское, 11-17 сентября, 2016. – с. 118-122.

5. Новак, А.И. Экологические проблемы накопления и утилизации отходов в рязанской области [Текст] / А.И. Новак, Ю.О. Лящук // Сб.: DNY VĚDY - 2014 = ДНИ НАУКИ - 2014 MATERIÁLY X MEZINÁRODNÍ VĚDECKO – PRAKTICKÁ KONFERENCE. – 2014. – С. 14-18.

6. Федосова, О.А. Физико-химический и биоиндикационный анализ состояния территории складирования отходов в городе Рязани [Текст] / О.А. Федосова, А.И. Новак // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона материалы 67-ой международной научно-практической конференции. – ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2016. – С. 140-146.

**УДК 631.171**

*Сидоров О.А.,  
Виников В.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ. г. Рязань, РФ*

## **К ВОПРОСУ ОБ ОПЕРАТИВНОМ КОНТРОЛЕ НАПОЛНЕННОСТИ БУНКЕРА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, определено, что продовольственная безопасность является необходимым условием повышения качества жизни российских граждан. При этом стратегической целью продовольственной безопасности является обеспечение населения страны продовольствием. Гарантией её достижения является наличие стабильно функционирующего внутреннего производства и необходимых резервов и запасов.

На себестоимость производства сельскохозяйственных культур оказывает влияние множество факторов. К их числу относятся и затраты на уборочно-транспортные процессы. По литературным источникам видно, что в общей себестоимости производства сельскохозяйственной продукции транспортные затраты составляют до 40-45 % от общих затрат производства культур [1]. Сжатые сроки проведения уборочных работ диктуют необходимость сокращения простоев транспортных и технологических машин. Простой комбайнов в ожидании выгрузки составляют от 5 до 29 % от их общего времени работы на поле [2]. Снижение технической оснащенности и низкая эффективность использования потенциала машин значительно увеличивает фактическую продолжительность уборочных работ по сравнению с нормативными показателями, и вызывает потери продукции до четверти урожая [3].

Таким образом, повышение эффективности уборочно-транспортных процессов за счет сокращения простоев транспортных и технологических машин является актуальной задачей для сельскохозяйственной отрасли страны.

В настоящее время зарубежными и отечественными учеными разрабатываются технологии и технические системы удаленного контроля за сельскохозяйственными процессами. В зарубежных странах активно развиваются информационные системы мониторинга, способствующие развитию цифровой экономики [4].

В трудах ученых недостаточно внимания уделено вопросам сокращения потерь времени при выполнении уборочно-транспортных процессов, включая вопросы формирования структуры системы учета времени на транспортных операциях, разработки технологии и средств непрерывного мониторинга количества зерна в бункере комбайна, являющихся отправной точкой процесса перемещения зерна с поля на ток.

В то же время в уборочно-транспортном процессе получение данных о наполненности бункера комбайна, месте нахождения транспортного средства, времени на ожидание своей очереди на загрузку (дозагрузку), выгрузку является одной из приоритетных задач, позволяющих оперативно направлять транспортные средства к уборочной технике и тем самым сократить простои и технологических и транспортных машин.

В этом случае потребуется разработка комплекса технологических и технических решений, обеспечивающих непрерывное формирование, передачу и обработку данных о наполненности бункера зерноуборочного комбайна на основе использованием информационных технологий.

На потребность в транспортных средствах (ТС), оказывают влияние следующие факторы:

- урожайность;
- объемный вес убираемой культуры;
- объем бункера комбайна;
- время наполнения бункера продукцией;
- типы имеющихся в хозяйстве транспортных средств;
- удаленность полей от токов и мест хранения;
- состояние дорог;
- наличие механизмов разгрузки и мест складирования и т.д.

При совместной работе уборочных и транспортных средств возникают взаимообусловленные простои. Для их минимизации используют: закрепление транспортных средств за комбайнами; работу уборочно-транспортными отрядами; различные способы транспортного обеспечения [5,6].

Самыми известными технологиями сбора и транспортировки сельскохозяйственной продукции от комбайна, являются:

1. Прямые перевозки;
2. Комбитрейлерный способ;
3. Порционный способ;
4. Использование бункеров-перегрузчиков.

Таблица 1 - Показатели использования времени смены при различных способах уборки зерновых

№	Способы перевозки	Кол-во комбайнов в звене, шт.	Коэффициент использования времени смены	
			зерноуборочный комбайн	транспортное средство
1	Прямые перевозки	3...5	0,55...0,6	0,4...0,6
2	Комбитрейлерный способ	4...6	0,55...0,6	0,5...0,6
3	Бункер- перегрузчик	5...8	0,6...0,65	0,6...0,7
4	Порционный способ	5...7	0,65...0,75	0,7...0,75

Как видно из таблицы 1 от выбора способа уборки зерна зависит показатель использования времени смены транспортного средства и комбайна, что в свою очередь имеет важное значение для более полного использования потенциала техники и соблюдение требуемых сроков уборки.

Научными исследованиями и практическим опытом земледелия давно доказано: уборка хлебов в течение первых 3-4 дней обеспечивает получение максимального объёма зерна наивысшего товарного качества, 5-й день уборочной страды даёт 34% потерь, в 11-й день теряется до 14-17% зерна, в 15-й - ещё 20-25%. Если уборочная кампания затянулась на месяц, количественные потери зерновых составляют 60% (качество тоже резко снижается) [2].

Важным резервом, увеличивающим производство зерновых, является минимизация причин, вызывающих потери зерна во время уборки. Все потери зерна во время уборочных работ можно классифицировать. Потери могут носить как прямой, так и косвенный характер. Прямые потери зерна основываются на количественных показателях урожая, косвенные потери - на качественных.

На количественные потери зерна влияют: техническое состояние комбайна, не корректная наладка жатки и других агрегатов, технология уборочных работ, состояние хлебостоя, своевременность начала жатвы, мастерство механизаторов и многие другие факторы (рисунок 1).

Таким образом, сравнив и проанализировав методы учета и контроля объемов собранного урожая зерновых культур во время уборочной кампании, можно сделать вывод, что среди различных способов, самую высокую точность измерения обеспечивают автомобильные электронные весы. Важным недостатком такого способа выступают возможные логистические потери и стоимость эксплуатации системы. Сравнив несколько методов, можно сказать, что на современном этапе развития земледелия, наиболее выигрышным в соотношении «цена - качество» есть установка и дальнейшее использование непосредственно в бункерах зерноуборочных комбайнов датчиков учета сыпучих материалов.



Рисунок 1 - Причины и факторы, обуславливающие количество потерь и механических повреждений зерна при уборке

### ***Библиографический список***

1. Бышов, Н.В. Эффективность работы комбайнов различных марок в условиях уборочного сезона 2003 года /Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.П. Кожурин//Сборник материалов научно-практической конференции инженерного факультета. Посвящается 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин». - Рязань: ФГОУ ВПО Рязанская Государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева, 2004. -С. 34-36.

2. Махонин, И.С. Комбайны должны работать в полную силу [электронный ресурс] / электрон.дан.// М. – 2014. – Режим доступа: <http://krestyane34.ru/kombainy-dolzny-rabotat-v-polnuyu-silu.html/>

3. Шепелев, С.Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах: дис. на соиск. уч. степ.канд. тех. наук (05.20.01)/ Шепелев Сергей Дмитриевич; Челябинский государственный агроинженерный университет. – Челябинск, 2010. – 459 с.

4. Бышов, Н.В. Особенности эксплуатации комбайнов при уборке крестоцветных культур /Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин//Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерно-экономического института -Рязань, 2009. -С. 9-12.

5. Бышов, Н.В., К вопросу об измельчении и заделке растительных остатков при внедрении ресурсосберегающих технологий [Текст] / Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин, П.Н. Дьяков // Сельский консультант. – 2008. – № 1. – С. 24-27.

6. 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.

7. Лопатин, А.М. Какой комбайн выбрать хозяйству /А.М. Лопатин, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин//Сельский механизатор. -2006. -№8. -С. 20-21.

8. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов/Коченов В.В., Лузгин Н.Е., Богданчиков И.Ю.//Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ. 2016. с. 98-102.

9. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности/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.

**УДК 631.363:636**

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

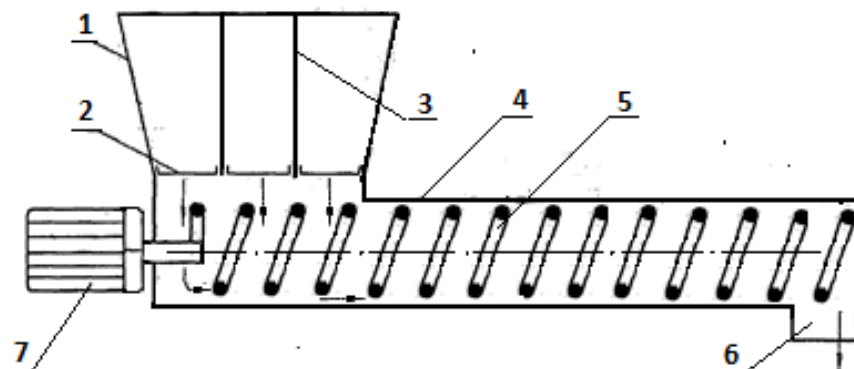
## **СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОЙ СМЕШИВАЮЩИЙ ТРАНСПОРТЕР**

Рост молочного животноводства в стране требует улучшения кормовой базы, в том числе за счет побочных продуктов крахмального производства [1]. Значительная доля концентрированных кормов готовится непосредственно в хозяйствах производителей сельскохозяйственной продукции [2,3]. В связи с этим необходимы простые и высокоэффективные смесители кормов, способных приготавливать качественные смеси. Наиболее перспективно применение смесителей-транспортеров. В таких машинах совмещаются операции по перемещению компонентов с одновременным их перемешиванием, что значительно снизит энергоёмкость технологического процесса приготовления концентрированных кормов [4,5].

На наш взгляд, перечисленным требованиям отвечают транспортеры со спирально-винтовым рабочим органом.

Винтовой транспортер кормов включает кожух 4, на противоположных концах которого размещены загрузочный бункер 1 и выгрузное окно 6. Загрузочный бункер 1 разделен на секции вертикальными перегородками 3 (рис. 1). В нижней части секций бункера установлены дозаторы 2, которые

выполнены в виде заслонок. Внутри кожуха 4 вдоль его внутренней поверхности размещен спиральный винт 5. Спиральный винт 5 соединен одним концом со ступицей привода 7. Частота вращения спирального винта 5 регулируется с помощью высокочастотного преобразователя.



1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – перегородка; 4 – корпус; 5 – винтовая спираль; 6 – выгрузная горловина; 7 – привод

Рисунок 1– Схема спирально-винтового смесителя-конвейера сухих кормов

Винтовой транспортер-смеситель работает следующим образом. Компоненты для приготовления концентрированного корма поступают в секции загрузочного бункера 1. Разделение загрузочного бункера на секции вертикальными перегородками 3 позволяет подавать дозаторами 2 в кожух 4 отдельные компоненты корма в необходимой пропорции. Ингредиенты корма из секций бункера поступают во внутреннюю полость кожуха 4 и захватываются витками вращающегося спирального винта 5. Который перемешивает и транспортирует материал в сторону выгрузного окна 6. При сложном движении корма, включая вращательное и возвратно-поступательное движения вдоль кожуха 4 компоненты корма перемешиваются. Готовая кормовая смесь выгружается через выгрузное окно 3.

Смеситель эффективно перемешивает кормовые компоненты концентрированного корма при значительной производительности и соблюдении зоотехнических требований.

На основе анализа спирально-винтовых устройств [6,7], их теоретического обоснования предлагается выражение для определения производительности спирально-винтового смешивающего транспортера, кг/с:

$$Q = k \frac{\pi n D_{cn}^2}{4 D_k} \left( D_k^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right) \frac{\sin \alpha_k \cos(\alpha_k + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \gamma_0$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, который определяется из эксперимента;  $n$  – частота вращения спирали,  $c^{-1}$ ;  $\varphi_1$  – угол трения скольжения

между перемещаемым материалом и спиралью;  $\delta$  – диаметр проволоки спирали, м;  $\gamma_0$  – объемная масса материала, кг/м<sup>3</sup>;  $D_{cn}$  – диаметр спирали, м;

$\alpha = \arctg \frac{S}{\pi D_{cp}}$  – угол наклона винтовой линии оси проволоки спирали;

$\alpha_k = \arctg \frac{S}{\pi D_k}$  – рабочий угол наклона винтовой линии оси проволоки спирали

при диаметре кожуха  $D_k$ ;  $D_{cp} = (D_{cn} - \delta)$  – средний диаметр спирали.

Для проверки аналитических зависимостей проведены экспериментальные исследования. Для этого был изготовлен лабораторный образец смесителя со спиральным винтом. В исследованиях использовались два винта диаметром 0,05 м и шагом спирали 0,04 и 0,05 м соответственно. Диаметр прутка спирали в транспортере-смесителе был 6 мм, а диаметр кожуха 0,055 м. Частота вращения рабочего органа изменялась посредством высокочастотного регулятора от 400 до 1200 мин<sup>-1</sup>. Результаты исследований при приготовлении концентрированного корма из дерти кукурузы, мезги и сгущенного экстракта приведены на рисунке 2.

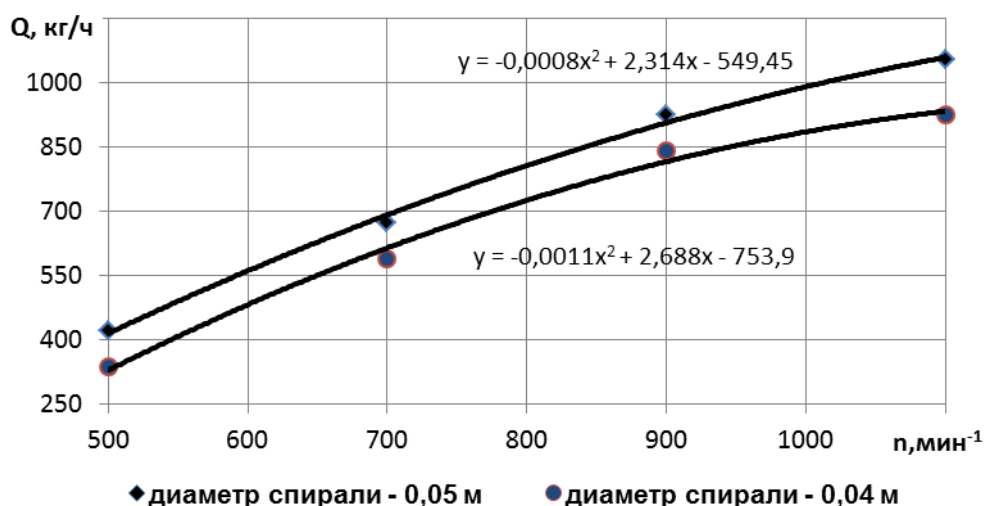


Рисунок 2– Графические зависимости изменения производительности (Q) транспортера от частоты вращения спирального винта (n)

С ростом частоты вращения винта увеличивается подача транспортера для обоих спиральных винтов, при максимуме подачи у большего по шагу рабочего органа. При повышении частоты вращения спирали выше 1000 мин<sup>-1</sup> приращение производительности падает. Это связано с тем, что с увеличением частоты вращения колебания витков препятствуют перемещению кормового материала вдоль кожуха транспортера. Рабочий диапазон для частоты вращения лежит в диапазоне 800...1000 мин<sup>-1</sup>, при этом однородность смеси выше 90%, что соответствует зоотехническим требованиям, при производительности 750...1000 кг/ч.

Результаты выполненных исследований могут быть полезны при обосновании параметров транспортеров для перемещения сыпучих компонентов, таких как дерть зерна кукурузы, мезги и сгущенного экстракта с



их одновременным смешиванием при приготовлении концентрированных кормов.

### ***Библиографический список***

1. Способ приготовления корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства [Текст] / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, М.А. Коньков, Н.В. Счастликова // Техника в сельском хозяйстве. – 2011, № 1. – С. 8-9
2. Технологическая линия и смеситель концентрированных кормов [Текст] / В.А. Паршина, В.В. Валиков, В.В. Басманов, В.М. Ульянов // В сборнике: 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. – С. 15...20.
3. Ульянов, В.М. Агрегат для плющения зерна [Текст] / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, И.А. Иванова // Механизация и электрификация сельского хозяйства, №6, 2011. – С.9...11.
4. Пат. РФ №2469942. Спиральный питатель-дозатор сыпучих материалов / Бышов Н.В., Тришкин И.Б., Липин В.Д., Макаров В.А., Паршина М.В. – Оpubл. 20.12.2012; Бюл. №35.
5. Шнеково-лопастной смеситель для приготовления кормов [Текст] / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Механизация и электрификация сельского хозяйства, №6, 2013. – С. 11-12.
6. Ульянов, В.М. Смеситель кормов [Текст] / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, М.В., М.В. Паршина // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции 25 апреля 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – Часть II. – С. 348...353.
7. Исаев, Ю.М. Длинномерные спирально-винтовые транспортирующие устройства: Монография [Текст] / Ю.М. Исаев. – Ульяновск: ФГОУ ВПО УГСХА, 2006. – 433 с.
8. Испытания спирального смесителя в производственных условиях / В.В. Утолин, Н.Е. Лузгин, Е.Е. Гришков и др. // Сельский механизатор. – 2018. – №2. – С. 26-27.
9. Утолин, В.В. Оптимизация параметров смесителя для приготовления кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства / В.В. Утолин, В.А. Хрипин, Н.Е. Лузгин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3 (35). – С. 114-118.

*Ульянов В. М., д.т.н.,  
Сахаров В.Г.,  
Голиков Д.Е.,  
Беспалов В.Г.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ЗУБО-ДИСКОВЫЙ РЫХЛИТЕЛЬ**

Наибольшее применение для операций образования гребней и окучивания получили окучники лемешно-отвального типа, а также активные рабочие органы [1,2].

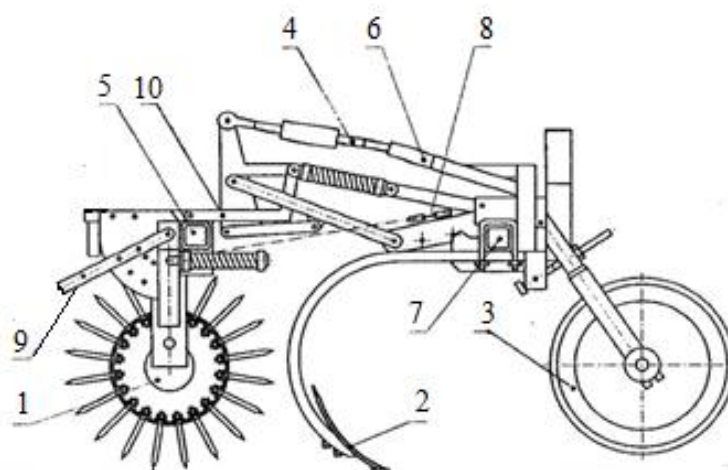
Сельскохозяйственные машины с лемешно-отвальными рабочими органами для окучивания не лишены недостатков. Осуществление технологического процесса связано со значительным тяговым сопротивлением почвы, что повышает расход топлива. Такие орудия из-за некачественного крошения не обеспечивают в слое гребня оптимальный гранулометрический состав почвы. Кроме того наблюдается у гребней уплотнение их боковых поверхностей. Это нарушает водно-воздушный режим в гребне, который может негативно воздействовать на урожайность картофеля.

Применение машин с активных рабочими орудиями, особенно, на легких почвах переизмельчает её структуру и ведет к эрозии, что сокращает урожайность возделываемых культур. К тому же такие конструкции машин имеют повышенную энергоёмкость, более сложную конструкцию, что снижает надежность и сказывается на их распространении [3].

Наиболее предпочтительнее сельскохозяйственные машины, у которых рабочие органы выполнены в виде дисков с зубьями [3,4]. Они используются для формирования гребней, окучивания и борьбы с сорняками. Такие орудия совмещают в себе преимущества как пассивных, так активных рабочих органов. Их конструкция отличается простотой, надежностью в осуществлении технологического процесса и малой энергоёмкостью при значительной производительности.

Наиболее предпочтительнее применять культиваторы с зубо-дисковый рыхлителем для междурядной обработки картофеля с одновременным щелеванием, измельчение почвы и формированием гребней (рисунок 1).

Рабочий орган такого рыхлителя представляет диск, на наружной обечайке которого крепятся съёмные зубья с заостренным нижним концом для разрушения почвы. Наиболее предпочтительнее криволинейные зубья с комбинированным поперечным сечением. Ось дисков рыхлителя под углом  $\beta$  фиксируется к стойке, закрепленной на раме культиватора. Такое крепление обеспечивает необходимый угол наклона дисков. Для формирования гребня используются два зубо-дисковых рыхлителя, которые помимо наклона установлены также под углом  $\gamma$  (угол атаки) к продольной плоскости направления движения культиватора.



1–зубо-дисковый рыхлитель; 2 – щелеобразователь; 3 – опорное колесо; 4, 8 – верхний и нижний стабилизаторы; 5 – задний брус; 6 – кронштейн; 7 – передний брус; 9– тяга крепления; 10– рамка

Рисунок 1– Схема культиватора

Вращение дисков осуществляется за счет силы трения при взаимодействии с почвой. Зубья диска, внедряясь в почву, производят её захват, измельчение и при вращении вынос почвы с разрыхлением с последующей подачей в зону образования гребня. Он формируется интегрированием потоков почвы от симметрично установленных относительно продольной оси гребня дисков с зубовыми элементами. В зависимости от установки угла  $\beta$  дисков на стойке при последующих обработках гребня можно регулировать глубину воздействия на почву.

При движении культиватора по полю, лапа щелеобразователя делает щель по центру междурядья с разрушением почвы. Такая операция улучшает внедрение в почву зубо-дискового рыхлителя. При поступательном движении агрегата каждый зуб рыхлителя вращается за счет сцепления с почвой. При этом зубья входят в почву в зоне щели, выполненной лапой щелеобразователя. В процессе вращения зубо-дискового рыхлителя, его элементы измельчают почву по всей площади междурядья и боковин гребня. Перемещают почву в направлении вершины гребня, что окончательно формирует оптимальный гребень для культуры.

Рабочий орган в виде зубо-дискового рыхлителя, установленного с углом атаки, может быть одним из перспективных рабочих органов для возделывания картофеля.

Для определения аналитических выражений, описывающих кинематику движения точек зубьев, сначала рассмотрим случай, когда зубо-дисковый рыхлитель движется без буксования. Пусть диск радиусом  $R_0$  перемещается по прямой в виде оси  $OX$ . Получим уравнение траектории точки  $A_0$ , лежащей на оси  $OX$ . Исходным положением точки будет начало координат (рисунок 2). Угловую скорость вращения диска обозначим через  $\omega$ , угол поворота  $\varphi$ .

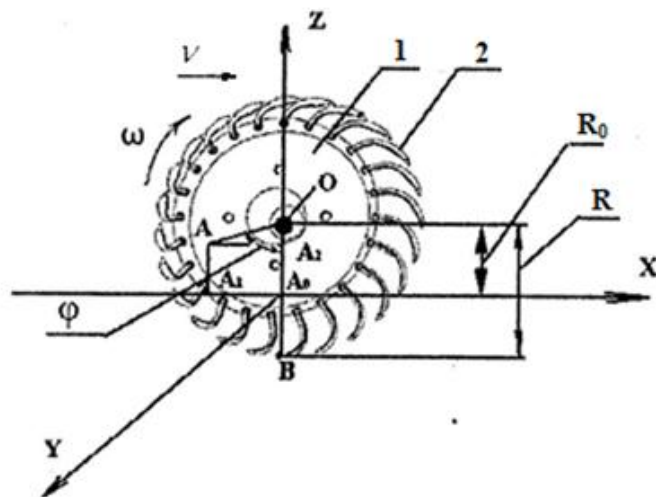


Рисунок 2 – Схема к расчету

За время  $t$  диск радиуса  $R_0$  повернется на угол  $\varphi = \omega t$ . Точка  $A$  при этом будет иметь координаты  $x_A = -R_0 \sin \varphi$ ;  $z_A = R_0(1 - \cos \varphi)$ . Диск при вращении перемещается по оси  $Ox$  со окружной скоростью  $v$ . Тогда координаты точки вращающегося диска радиуса  $R_0$  будут

$$x = vt - R_0 \sin \varphi, \quad z = R_0(1 - \cos \varphi) \quad (1)$$

Если диск движется без скольжения и пробуксовки, то  $v = \omega R_0$ . При этом траектория движения является циклоидой:

$$x = R_0(\omega t - \sin \omega t), \quad z = R_0(1 - \cos \omega t) \quad (2)$$

Линия движения зубового элемента (точка  $B$ ) определяется удлиненной циклоидой, в виде уравнения:

$$x = R_0 \omega t - R \sin \omega t, \quad z = R_0 - R \cos \omega t, \quad y = 0 \quad (3)$$

В реальном практическом случае, диск вращается в плоскости, составляющей с вертикалью угол  $\beta$ , и расположен под углом  $\gamma$  к направляющей движения агрегата. Поэтому уравнения движения точки зубодискового рыхлителя можно получить с помощью поворота осей координат на требуемый угол.

Уравнения траектории точки вращающегося зубо-дискового рыхлителя в этом случае будет

$$\begin{aligned} x &= vt - R \sin \omega t \cos \gamma + (R_0 - R \cos \omega t) \sin \beta \sin \gamma; \\ y &= R \sin \omega t \sin \gamma + (R_0 - R \cos \omega t) \sin \beta \cos \gamma; \\ z &= (R_0 - R \cos \omega t) \cos \beta \end{aligned} \quad (4)$$

В приведенных уравнениях  $v$  поступательная скорость движения рабочего органа. Ранее было сделано допущение, что диск радиуса  $R_0$  перемещается по почве без скольжения. Но в виду того, что диск образует с направляющей по ходу движения угол  $\gamma$ , то окружная скорость будет равна

$$v = \frac{\omega R_0}{\cos \gamma} = \frac{2\pi n R_0}{\cos \gamma} \quad (5)$$

Необходимый диаметр сферического диска рыхлителя определяется из выражения:

$$D = \frac{2R_k (\cos \gamma - f \sin \gamma)}{\sqrt{1 + f^2}} \quad (6)$$

где  $R_k$  – радиус сферы дискового органа;  $f$  – коэффициент трения почвы по рабочему органу.

На размер диска оказывает влияние его радиус кривизны, углы атаки и трения почвы о рабочую поверхность. Поскольку зуб с диском вращается, то угол его наклона меняется. Кроме того, на почву действует центробежная сила, направленная по радиусу, противоположно составляющей силы тяжести, сдвигающей почву. Сползание почвы с лопатка зуба начнется, когда угол его наклона больше чем угол трения почвы.

Таким образом, конструкция культиватора с зубо-дисковым рыхлителем для междурядной обработки картофеля позволяет одновременно проводить щелевание, рыхление и крошение почвы с формированием гребней. Представленные формулы могут быть использованы для обоснования параметров зубо-дискового рыхлителя.

#### ***Библиографический список***

1. Коледа, К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур [текст]/ Под общ.ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: Издательство ГГАУ, 2010. – 340 с.
2. Чаткин М. Н. Повышение эффективности функционирования комбинированных почвообрабатывающих машин с ротационными активными рабочими органами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук [Текст] / М.Н. Чаткин; МГУ им. Н. П. Огарёва. – Саранск 2008. – 40с.
3. Клименко, В.И. Ресурсоэффективная технология и машины для возделывания картофеля [текст]/ В.И. Клименко. – Гомель: БелГут, 2009. – 211 с.
4. Мазитов, Н.К. Теория реактивных рабочих органов почвообрабатывающих машин [текст]/ Н.К. Мазитов. – Казань: Издательство Фэн Академии наук РТ, 2011. – 280 с.
5. Бышов, Н.В. О перспективах развития технологии полосовой обработки почвы «Strip-till» в Рязанской области /Н.В. Бышов, Д.О. Олейник, М.С. Борисова//Young Science. -2014. -№4. -С. 40-44.

## Секция 2

# ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 630.587:621.311

*Аль Дарабсе А.М.Ф.,  
Маркова Е.В., к.э.н.,  
Черненко Е.В., к.п.н.,  
Денисова Т.В., к.э.н.,  
ИАТУ УлГТУ, г. Ульяновск, РФ*

## ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Сельское хозяйство является единственным поставщиком пищи для человека. Большинство сельскохозяйственных машин приводятся в действие ископаемым топливом, которое способствует выбросам парниковых газов и, в свою очередь, ускоряет изменение климата [1]. Такой ущерб окружающей среде может быть уменьшен путем поощрения использования возобновляемых ресурсов, таких как солнечная энергия, энергия ветра, биомассы, приливы, геотермальная энергия, мелкие гидроэлектростанции, биотопливо и энергия, генерируемая волнами [3]. Эти возобновляемые ресурсы имеют огромный потенциал для сельского хозяйства. Фермеры должны поощряться за счет субсидий на использование технологий использования возобновляемых источников энергии. Концепция устойчивого сельского хозяйства заключается в тонком балансе максимизации продуктивности сельскохозяйственных культур и поддержания экономической стабильности при одновременном минимизации использования конечных природных ресурсов и вредного воздействия на окружающую среду [2]. Устойчивое сельское хозяйство также зависит от пополнения почвы при минимизации использования невозобновляемых ресурсов, таких как природный газ, который используется для превращения атмосферного азота в синтетические удобрения, а также минеральных руд, например [4], фосфатное или ископаемое топливо, используемое в дизельных генераторах для перекачки воды для орошения. Следовательно, существует необходимость в поощрении использования систем возобновляемой энергии для устойчивого сельского хозяйства, например, солнечные фотоэлектрические водяные насосы и электричество, тепличные технологии, солнечные сушилки для послеуборочной обработки и солнечные водонагреватели. В отдаленных сельскохозяйственных землях подземный погружной солнечный фотоэлектрический водяной насос является экономически выгодным и экологически безопасным вариантом по сравнению с дизель-генераторной установкой [5]. Если существуют неблагоприятные климатические условия для роста отдельных растений в холодных

климатических зонах, то существует необходимость в технологии использования возобновляемых источников энергии, таких как теплицы, для поддержания оптимальных условий окружающей среды для роста растений и овощей [1]. В этой статье представлены экономические аспекты использования теплиц для растений и овощей и солнечных фотоэлектрических водяных насосов для устойчивого сельского хозяйства и окружающей среды. Чистое развитие дает промышленно развитым странам стимул инвестировать в проекты по сокращению выбросов в развивающихся странах, чтобы добиться сокращения выбросов CO<sub>2</sub> при минимальных затратах [1].

Устойчивое сельское хозяйство является альтернативой для решения фундаментальных и прикладных вопросов, связанных с производством продуктов питания, с экологической точки зрения. Оно имеет свои корни в наборе ценностей, отражающих понимание как экологических, так и социальных реалий. Он включает процедуры проектирования и управления, которые работают с естественными процессами, чтобы сохранить все ресурсы и минимизировать отходы и ущерб окружающей среде, сохраняя или улучшая прибыльность фермы. Работа с естественными почвенными процессами имеет особое значение [6]. Устойчивые сельскохозяйственные системы предназначены для того, чтобы максимально использовать существующие питательные и водные циклы почвы, потоки энергии, полезные почвенные организмы и естественную борьбу с вредителями. Используя существующие циклы и потоки, можно избежать или минимизировать ущерб окружающей среде [4].

Такие системы также направлены на производство продуктов питания, которые питательны и не загрязнены продуктами, которые могут нанести вред здоровью человека [3]. Использование большого разнообразия стратегий ведения сельского хозяйства позволяет производителям удовлетворять свои потребности: в своей деятельности, в своей среде и в своих сообществах. Основными задачами устойчивого сельского хозяйства являются:

- обеспечение более прибыльного дохода фермы;
- содействие охране окружающей среды, в том числе:
  - защита и улучшение качества почвы;
  - снижение зависимости от невозобновляемых ресурсов, таких как топливо и синтетические удобрения и пестициды; а также
  - сведение к минимуму неблагоприятного воздействия на безопасность, дикую природу, качество воды и другие природные ресурсы;
- содействие стабильным, процветающим фермерским семьям и общинам.

«Лучший способ донести значение устойчивого сельского хозяйства до реальных историй фермеров, которые разрабатывают устойчивые фермерские системы на своих фермах» [5]. Никогда на земле не производилось продовольствие в таких больших масштабах и с таким интенсивным использованием земли, чтобы удовлетворить потребности растущего населения планеты. Сельское хозяйство во всем мире вносит значительный вклад в неустойчивый уровень химических веществ в удобрениях и пестицидах, а

также в сжигание большого количества невозобновляемого ископаемого топлива в ходе фермерских процессов и транспортировки продуктов из поля на обеденную тарелку [1].

В жаркие летние месяцы, когда светит солнце, ветер часто не дует. Во время прохладных и облачных осенних и зимних сезонов скорости ветра часто бывают самыми высокими. Если на площадке учтены эти климатические особенности, то сочетание ветра и солнца может стать эффективной системой возобновляемой энергии [4]. Использование систем возобновляемой энергии в сельском хозяйстве называется чистым энергетическим хозяйством [3].

Устойчивая сельскохозяйственная система основана на разумном использовании возобновляемых и / или перерабатываемых ресурсов. Система, которая зависит от исчерпаемых (конечных) ресурсов, таких как ископаемое топливо, не может поддерживаться бесконечно. Устойчивая система будет использовать возобновляемые источники энергии, такие как биологические, геотермальные, гидроэлектрические, солнечные или ветровые. Использование перерабатываемых ресурсов, таких как подземные воды, по ставкам, превышающим объем пополнения, истощает резервы и не может быть устойчивым [2].

Устойчивая сельскохозяйственная система защищает целостность природных систем, так что природные ресурсы постоянно восстанавливаются. Современное мышление направлено на снижение темпов деградации природных и сельскохозяйственных экосистем. Система не будет устойчивой до тех пор, пока цель состоит в том, чтобы просто снизить скорость ее деградации [5]. Устойчивые сельскохозяйственные системы должны поддерживать или улучшать качество подземных и поверхностных вод и восстанавливать здоровые сельскохозяйственные почвы.

Устойчивая сельскохозяйственная система улучшает качество жизни отдельных людей и сообществ. Чтобы остановить миграцию из сельских районов в города, сельские общины должны предлагать людям хороший уровень жизни, включая разнообразные возможности трудоустройства, здравоохранение, образование, социальные услуги и культурные мероприятия [1]. Молодые люди должны быть обеспечены возможностями для развития сельских предприятий, включая сельское хозяйство, способами, обеспечивающими уход за землей, чтобы она могла быть передана будущим поколениям в таком же или лучшем состоянии, чем она была получена [2].

Устойчивая сельскохозяйственная система выгодна. Переход к новым способам познания, действия и бытия требует стимулов для всех участников. Некоторые из этих стимулов обязательно являются экономическими. Системы и практики, которые не включают прибыльность как один из главных мотиваторов, не будут добровольно внедрены [4].

Устойчивая сельскохозяйственная система руководствуется земельной этикой, которая учитывает долгосрочное благо всех членов земельного сообщества. Целостный или целостный системный анализ рассматривает агроэкосистему как динамическое сообщество почвенных, водных, воздушных



и биотических видов. Все части важны, потому что они способствуют целому. Эта этика стремится защитить здоровье земельного сообщества, которое является его способностью к самообновлению [1].

Фермеры и владельцы ранчо могут выбрать множество способов улучшить свою устойчивость, и они варьируются от региона к региону, от штата к штату и от фермы к ферме. Тем не менее, появились некоторые общие практики, многие из которых направлены на более широкое использование внутривладельческих или местных ресурсов [3].

Точное земледелие точное земледелие является ключевой системой управления растениеводством для достижения устойчивости сельского хозяйства за счет использования новых информационных технологий. Интегрированная борьба с вредителями (IPM): IPM - это подход к борьбе с вредителями, объединяющий биологические, культурные, физические и химические инструменты таким образом, чтобы минимизировать экономические, медицинские и экологические риски. Ротационный выпас системы интенсивного управления пастбищами вывозят животных из сарая на пастбище, обеспечивая высококачественный корм и снижая затраты на корм, избегая накопления навоза [1].

Управление энергопотреблением в сельском хозяйстве вызывает озабоченность во всем мире из-за неблагоприятных последствий выбросов CO<sub>2</sub> от ископаемого топлива, которые обычно используются в качестве источника энергии для различных применений в сельском хозяйстве, таких как нагрев воды, ирригация и т. Д. Внедряются технологии использования возобновляемых источников энергии во многих частях мира для различных применений в сельском хозяйстве для уменьшения выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с ископаемым топливом. Система возобновляемых источников энергии играет важную роль в сельскохозяйственном секторе для снижения потребления ископаемого топлива для различных применений [6].

Существуют убедительные научные доказательства того, что средняя температура поверхности Земли повышается. Это является результатом повышенной концентрации углекислого газа и других парниковых газов в атмосфере, выделяющихся при сжигании ископаемого топлива. Это глобальное потепление в конечном итоге приведет к существенным изменениям в климате мира, что, в свою очередь, окажет серьезное влияние на жизнь человека и окружающую среду. Следовательно, необходимо приложить усилия для сокращения использования ископаемой энергии в сельском хозяйстве и для продвижения зеленой энергии, особенно в сельскохозяйственном секторе.

Сравнение затрат различных технологий для сельского хозяйства показало, что технологии возобновляемой энергии подходят для любого места в мире с дополнительным преимуществом получения углеродных кредитов по сравнению с традиционными технологиями на основе ископаемого топлива для применения в сельском хозяйстве. Сокращение использования энергии из ископаемого топлива в сельском хозяйстве может быть легко достигнуто путем продвижения технологий использования возобновляемых источников энергии

для различных применений. Это исследование было шагом, чтобы продемонстрировать использование возобновляемых технологий в сельском хозяйстве для устойчивой окружающей среды. Принятие зеленых или устойчивых подходов к управлению обществом рассматривается как важная стратегия в поиске решения энергетической проблемы. Ключевыми факторами для сокращения и контроля CO<sub>2</sub>, который является основным фактором глобального потепления, являются использование альтернативных подходов, таких как возобновляемые системы для производства энергии, и исследование того, как эти альтернативы используются сегодня и могут быть использованы в будущем как экологически чистые источники энергии. Эти выгоды будут рассеяны в отдаленных сельских районах, где они крайне необходимы и могут служить связующим звеном для дальнейшего экономического развития сельских районов. Страны в целом выиграют от экономии в иностранной валюте, повышения энергетической безопасности и социально-экономических улучшений. Международное сообщество получило бы выгоду от сокращения загрязнения, смягчения последствий изменения климата и расширения торговых возможностей, возникающих из новых источников дохода [1].

К нетехническим вопросам, которые недавно привлекли внимание, относятся:

- (1) возобновляемый в качестве нейтральной замены CO<sub>2</sub> для ископаемого топлива;
- (2) большее признание важности возобновляемой энергии, особенно современного солнечного фотоэлектрического водяного насоса на уровне политики и планирования;
- (3) большее признание трудностей сбора хороших и надежных данных о возобновляемых источниках энергии и усилия по их улучшению.

### ***Библиографический список***

1. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Реализация концепции программы автоматизации управленческого учета. //В сборнике: Актуальные проблемы финансов глазами молодежи. Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции, 2017. С. 31-33.

2. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Автоматизированный метод обучения студентов инженерных специальностей. //В сборнике: Технологическое развитие современной науки: тенденции, проблемы и перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2018. С.4-6.

3. Маркова Е.В., Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Методика оценки уровня конкурентоспособности продукции инновационного предпринимательства//Вестник Самарского муниципального института управления. 2013. №1 (24). С. 47-54.

4. Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Системный анализ и моделирование процессов управления организационно-техническими системами //Вестник

Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2009. №2 (24). С. 234-237.

5. Морозова Е.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Моделирование деятельности инновационного образовательного комплекса.//Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2011. Т. 13. № 2-2. С. 306-310.

6. Al Darabseh A.M.F., Markova E.V., Volskov D.G., High-tech board integrated management system in hovercraft complex. В книге: системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции. 2016. С. 12-16.

7. Пахомов, А.Ю. Альтернативные источники электроэнергии / А.Ю. Пахомов, Д.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й научной студенческой конференции (9-25 апреля 2012 г., г. Воронеж). – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – С. 46-51.

8. Корнюшин, В.М. Переоборудование трактора МТЗ-80 для работы на рапсовом масле/В.М. Корнюшин//Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве: материалы Междунар. науч.-прак. конф. посвященная 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича -Рязань: РГАТУ, 2011. -С. 84-85.

9. Ручкин, Ю.А. Использование растительных масел как альтернативного вида топлива для дизельных двигателей /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.

**УДК 630.587**

*Аль Дарабсе А.М.Ф.,  
Маркова Е.В., к.э.н.,  
Черненькая Е.В., к.п.н.,  
Денисова Т.В., к.э.н.,  
ИАТУ УлГТУ, г. Ульяновск, РФ*

## **ВКЛАД ЭНЕРГИИ В ПРОИЗВОДСТВО ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РАЗВИВАЮЩИХСЯ И РАЗВИТЫХ СТРАНАХ**

Сегодня в мире более 3,7 миллиарда человек недоедают [1]. Это самое большое количество и процент недоедающих людей, когда-либо зарегистрированных. Население мира в настоящее время составляет более 6,7 миллиардов человек, и ежедневно к нему добавляется почти четверть миллиона человек [2]. Исходя из нынешних темпов прироста, численность населения мира, по прогнозам, удвоится до примерно 13 миллиардов менее чем за 60 лет [5]. К 2050 году прогнозируется численность населения в 9,5 миллиарда человек [1].

Отчеты Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, а также многих других международных организаций подтверждают серьезный характер глобальной нехватки продовольствия [3]. Например, в течение последних 24 лет доступность мировых зерновых на душу населения снижалась (Рисунок 1). Хотя зерновые составляют около 80% мировых запасов продовольствия, примерно половина населения мира не может позволить себе зерно. По этой причине цены на зерно за последнее десятилетие значительно не увеличились. Однако из-за производства биотоплива, особенно кукурузного этанола, нехватка продовольствия и цены на продовольствие в последнее время увеличились с 10% до 50% [4].

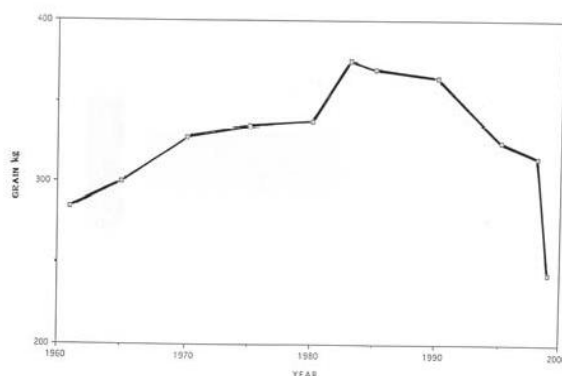


Рисунок 1 - Мировое производство зерна на душу населения с 1960 по 2000 гг

Поскольку население мира продолжает увеличиваться, все большее давление оказывается на ресурсы, необходимые для производства продуктов питания, включая ископаемую энергию. Численность населения растет в геометрической прогрессии, а производство продуктов питания увеличивается арифметически. Результатом является текущий дефицит продовольствия. Всемирная организация здравоохранения сообщает, что почти 60% населения мира страдает от недоедания - это самое большое число в мировой истории. Деградация и истощение земельных, водных, энергетических и биологических ресурсов, жизненно важных для сельского хозяйства, не ослабевают, что еще больше ограничивает сельскохозяйственное производство [2]. Недавнее увеличение урожайности произошло в сельском хозяйстве, зависящем от ископаемого топлива, в развитых странах, но интенсивные методы ведения сельского хозяйства в некоторых случаях способствуют деградации окружающей среды, такой как эрозия почвы [4].

В этой статье оценивается текущее использование энергии в развитых и развивающихся странах в их системах производства пищевых культур, включая некоторые системы, зависящие от ручного труда и тяги животных.

Люди полагаются на различные источники энергии и силы. Эти источники варьируются от человеческой, животной, ветровой, приливной и водной энергии до древесины, угля, газа, нефти, солнечной энергии и ядерных источников топлива и энергии. Использование ресурсов ископаемого топлива позволяет нации накормить все большее число людей и во многих отношениях

улучшает общее качество жизни, включая защиту от недоедания и многих других заболеваний [6].

Около 473 квадов (1 квад = 1015 БТЕ = 1,05 x 10<sup>18</sup> Дж) от ископаемых и возобновляемых источников энергии

источники используются во всем мире в год [1]. Текущий высокий уровень расходов на энергию напрямую связан со многими факторами, включая быстрый рост населения, урбанизацию и высокие показатели потребления ресурсов. Увеличение использования энергии также способствует ухудшению состояния окружающей среды [5]. Потребление энергии растет темпами даже быстрее, чем темпы роста населения мира. С 1970 по 1995 год потребление энергии удваивалось каждые 30 лет, тогда как население мира удваивалось каждые 40–0 лет [6]. В ближайшем будущем, по прогнозам, потребление энергии будет удваиваться каждые 32 года, в то время как население будет удваиваться примерно через 50 - 60 лет [1].

Около 60% всей солнечной энергии, улавливаемой фотосинтезом и включаемой в производство биомассы в мире, используется людьми (Пиментел, неопубликованные данные). Это количество энергии, хотя и очень большое (примерно 720 квадраторов), недостаточно для удовлетворения потребностей человека. Чтобы компенсировать высокий спрос, ежегодно во всем мире используется около 413 квадратов ископаемой энергии (нефть, газ и уголь) [5].

Таблица 1 – Общее количество надземной биомассы, за исключением некоторых культур, которые включают подземную биомассу и солнечную энергию, получаемую каждый год

Культуры	901 x 10 <sup>6</sup> tons	14.4 x 10 <sup>15</sup> BTU
Выгон	600 x 10 <sup>6</sup> tons	9.6 x 10 <sup>15</sup> BTU
Лес	527 x 10 <sup>6</sup> tons	8.4 x 10 <sup>15</sup> BTU
Всего	2,028 x 10 <sup>6</sup> tons	32.4 x 10 <sup>15</sup> BTU

Приблизительно 32 x 1015 БТЕ солнечного света достигают в год предполагает, что зеленые растения собирают 0,1% солнечной энергии.

Производство продовольственных культур с использованием орошения требует огромных количеств воды и ископаемой энергии для перекачивания и применения пресной воды [5]. Например, для выращивания кукурузы в засушливом регионе требуется около 1000 мм орошаемой воды. Это десять тысяч кубометров или 2,6 миллиона галлонов США на гектар. Для накачки этой воды с глубины всего 30,5 м (100 футов) и ее применения требуется около 20,5 млн ккал ископаемой энергии.

В случае орошаемой кукурузы, которая высаживается на половине орошаемой земли, общая потребляемая энергия составляет около 20,5 млн. Ккал на гектар, что более чем в 2,5 раза превышает 8,2 млн. Ккал, требуемых для того же урожая богарной кукурузы. Это согласуется с исследованием урожайности орошаемых и богарных кукурузы [3]. В дополнение к увеличению

энергии для орошения, экономические издержки производства также растут в системе орошаемого производства.

Экономика продовольственного растениеводства цена на некоторые культуры в развивающихся и развитых странах в среднем составляет около 12 центов за кг [2]. Кукуруза производится в США дешевле (8 ¢ / кг), чем в Индонезии (10 ¢ / кг), тогда как рис в Индии производится дешевле (11 ¢ / кг), чем в США (21 ¢) [5]. Затраты на производство пшеницы примерно одинаковы в США и Индии. Конечно, не было упомянуто об относительных доходах и покупательной способности в каждой стране. Это значительно изменит перспективу несмотря на то, что заработная плата фермеров в развивающихся странах чрезвычайно низка и составляет от 6 до 50 центов в час, рабочая сила является основной стоимостью производства продуктов питания в развивающихся странах из-за большого количества часов, затраченных на производство. Расход труда в развивающихся странах колеблется от 600 до 1800 часов на гектар [7]. Основные затраты на производство пищевых культур в США связаны с механизацией, удобрениями и пестицидами. При использовании ирригации затраты в 2–3 раза превышают стоимость всех других затрат на производство продовольственных культур в США [5].

Потребление удобрений на душу населения во всем мире в течение последнего десятилетия сократилось на 22% [4], в то время как доступные ресурсы пахотных земель на душу населения сократились более чем на 20% [5]. В общей сложности 560 млн. Га из 1500 млн. Га пахотных земель во всем мире серьезно деградировали [4]. Площадь орошаемых земель в развивающихся странах за последнее десятилетие сократилась примерно на 10% [1]. В общей сложности 20% орошаемых пахотных земель во всем мире страдают от засоления, что является результатом плохой практики орошения и дренажа [3]. Несмотря на то, что урожайность зерновых на гектар медленно увеличивается, примерно на 1% в год, численность и спрос людей увеличиваются с большей скоростью, чем производство продовольствия [2].

Как уже упоминалось, основным фактором, снижающим производство зерновых на душу населения, является быстрый рост численности населения мира [6]. Конечным результатом снижения темпов роста урожайности и увеличения числа людей является недоедание. Ранее мы указывали, что Всемирная организация здравоохранения сообщает, что более 3,7 миллиарда человек страдают от недоедания, и их число продолжает расти [1]. Регионы мира, где рост населения наиболее высок, также являются регионами, где производство продуктов питания на душу населения является самым низким.

Со временем наука и техника сыграли важную роль в увеличении промышленного и сельскохозяйственного производства, улучшении транспорта и связи, улучшении здоровья людей и в целом улучшении многих аспектов человеческой жизни. Тем не менее, большая часть этого успеха основана на наличии природных ресурсов земли и, в частности, дешевой энергии.

Ни в одной области это не более очевидно, чем в сельскохозяйственном производстве [1]. Ни одна из известных или будущих технологий не может,

например, удвоить количество доступных пахотных земель в мире или увеличить количество пресной воды для производства. Предоставленные синтетически удобрения эффективны в повышении плодородия эродированных пахотных земель, но их производство зависит от сокращающихся запасов ископаемого топлива [3]. А в таких странах, как США и Китай, прибыль будет быстро уменьшаться с дальнейшим применением удобрений.

Увеличение размеров и скорости промысловых судов не привело к увеличению вылова рыбы [2]. Например, в восточной Канаде чрезмерный вылов рыбы стал настолько серьезным, что около 80 000 рыбаков не могут ловить рыбу, и вся отрасль рухнула [5]. Учтите также, что по мере роста населения пресной водой должно делиться больше людей, а также растущей сельскохозяйственной промышленности [1]. Никакая доступная технология не может удвоить сток реки Колорадо. Сокращение ресурсов подземных вод в обширных водоносных горизонтах не может быть восполнено человеческими технологиями. Только дожди могут пополнять запасы пресной воды.

Улучшенные технологии, в том числе более эффективное управление и использование ресурсов, увеличат производство продуктов питания. Если бы одной технологией был ответ, где эта технология и почему она не была применена, то теперь, когда производство зерновых на душу населения продолжает снижаться, как это происходит в течение последних 24 лет, и по мере того, как пахотные земли продолжают теряться из-за эрозии почвы [1]? Технология не может производить неограниченный поток жизненно важных природных ресурсов, которые являются сырьем для устойчивого производства продуктов питания.

Как уточнили в Справочном бюро по народонаселению [3], поддержание нынешних темпов прироста населения приведет к удвоению численности населения мира с более чем 6,7 млрд. Сегодня на сегодняшний день до 13 млрд. За приблизительно 60 лет. Усиливающееся демографическое давление на природные ресурсы продолжает усиливать деградацию пахотных земель, воды, энергии и биологических ресурсов. В настоящее время даже при кажущихся достаточными запасах ископаемого топлива почти 4 миллиарда человек недоедают. Если население продолжит увеличиваться в соответствии с прогнозом, а запасы ископаемого топлива уменьшатся, а проблемы распределения продолжатся, перспектива увеличения сельскохозяйственного производства для снабжения растущего населения достаточным количеством продовольствия не внушает оптимизма. Помогло бы улучшение в распределении пищи, но остро необходимо больше пищи [5].

Ученые предполагают, что по мере снижения доступности ископаемой энергии на душу населения в течение следующих 50 лет, возобновляемые источники энергии будут все чаще становиться доступным вариантом для замены постепенно сокращающегося ископаемого топлива (хотя будут достигнуты значительные технологические достижения, экономические затраты на технологии использования возобновляемых источников энергии будут быть значительно выше, чем технологии использования ископаемого

топлива и потребует земельных и водных ресурсов для производства энергии [1].

Наука и техника сыграли важную роль в увеличении сельскохозяйственного производства в последние десятилетия, и мы ожидаем, что наука поможет улучшить урожай и животноводство в будущем. Тем не менее, большая часть этого успеха в производительности основана на наличии природных ресурсов земли.

### ***Библиографический список***

1. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Реализация концепции программы автоматизации управленческого учета. //В сборнике: Актуальные проблемы финансов глазами молодежи. Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции. 2017. С. 31-33.

2. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Автоматизированный метод обучения студентов инженерных специальностей. //В сборнике: Технологическое развитие современной науки: тенденции, проблемы и перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2018. С.4-6.

3. Маркова Е.В., Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Методика оценки уровня конкурентоспособности продукции инновационного предпринимательства//Вестник Самарского муниципального института управления. 2013. №1 (24). С. 47-54.

4. Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Системный анализ и моделирование процессов управления организационно-техническими системами //Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2009. №2 (24). С. 234-237.

5. Морозова Е.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Моделирование деятельности инновационного образовательного комплекса.//Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2011. Т. 13. № 2-2. С. 306-310.

6. Al Darabseh A.M.F., Markova E.V., Volskov D.G., High-tech board integrated management system in hovercraft complex. В книге: системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции. 2016. С. 12-16.

7. Нагаев, Н.Б. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных двигателей/Д.Е.Каширин, С.Н. Гобелев//Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева № 4(36) 2017.-С. 91-95.

8. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО «Павловское» Рязанской области /Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин//Вестник Рязанского государственного аграрно-технологического университета имени П.А. Костычева. - 2010. -№1. -С. 39-42.



*Бышов Д.Н., к.т.н.,  
Каширин Д.Е., д.т.н.,  
Морозов С.С.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕРГОВЫХ СОТОВ**

Одним из наиболее ценных продуктов пчеловодства являются перговые гранулы [1, 2, 3]. Насыщенные биологически-активными компонентами, они представляет собой уникальный природный лекарственный препарат, применяемые для профилактики и лечения целого ряда заболеваний [3, 5]. В настоящее время наблюдается дефицит заготовки перговых гранул. Это связано с отсутствием высокопроизводительных способов механизированного извлечения перговых гранул и постоянно растущим спросом, в связи с ростом осведомленности о преимуществах данного продукта [6, 7].

Перговые гранулы представляют собой обножку, обработанную секретом слюнных желез, смешанную с медом и утрамбованную в ячейки сотов. Запечатанная снаружи воском, на протяжении 15 дней обножка подвергается процессу ферментации под действием молочной кислоты [8]. По окончании процесса ферментации, свежизготовленные перговые гранулы имеют высокую влажность (25...35 %), зависящую от количества нектара, меда, секрета слюнных желез, влажности воздуха и т.д. Из-за высокой влажности перговые гранулы являются хорошей средой для развития плесени, дрожжей и бактерий [9].

Для сохранения полезных свойств перговых гранул необходимо производить их извлечение. Существует большое количество различных технологий извлечения перговых гранул, однако одной из наиболее затратных операций при их использовании является сушка перговых гранул [10].

В связи с вышесказанным, целью исследования является определение теплофизических свойств перговых сотов в зависимости от относительной влажности содержащихся в них перговых гранул.

Для обеспечения высокой точности получаемых результатов нами было проведено исследование с использованием измерителя теплопроводности ИТП-МГ4 «100» производства ООО «СКБ Стройприбор».

Для проведения исследования формировали три навески размером 100×100 мм.

Порядок проведения опыта был следующим: перед проведением исследования установка была откалибрована по эталону, после чего исследуемый образец помещали в установку и фиксировали его прижимным

устройством. Затем включали электропитание прибора и выбирали режим измерения, задавая толщину материала. По окончании измерения, записывали показания прибора.

Вычисления теплопроводности  $\lambda$  и теплового сопротивления  $R$  производились по формулам:

$$\lambda = \frac{H \cdot q}{T_H - T_x}; \quad (1)$$

$$R_H = \frac{T_H - T_x}{q} - 2 \cdot R_K; \quad (2)$$

Где  $\lambda$  – эффективная теплопроводность, Вт/м·К;

$H$  – толщина исследуемого образца, мм;

$q$  – плотность теплового потока, проходящего через исследуемый образец, Вт/м<sup>2</sup>;

$R_H$  – тепловое сопротивление измеряемого образца, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_K$  – тепловое сопротивление между лицевой гранью образца и рабочей поверхностью плиты прибора, упитывающаяся при калибровке прибора, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$T_H$  – температура нагревателя, К;

$T_x$  – температура холодильника, К.

По окончании измерений исследуемые образцы взвешивали и определяли влажность в соответствии с методом, соответствующим требованиям ГОСТ 31776-2012.

Из полученных данных видно, что тепловое сопротивление восковой основы имеет значение 0,366 м<sup>2</sup>·град/Вт, а теплопроводность восковой основы – 0,071 Вт/м·град. Таким образом, восковая основа близка по своим теплофизическим характеристикам к таким эффективным теплоизоляторам, как минеральная вата плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> (0,07 Вт/м·град), хлопковая вата (0,064 Вт/м·град) и пеностекло плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> (0,07 Вт/м·град).

Значение теплопроводности пчелиных сотов, заполненных перговыми гранулами нативной влажности, возрастает до 0,103 Вт/м·град. С уменьшением влажности перговых гранул до 12,5 % значение теплопроводности уменьшает до 0,082 Вт/м·град, а тепловое сопротивление  $R$  увеличивается с 0,252 м<sup>2</sup>·град/Вт до 0,317 м<sup>2</sup>·град/Вт.

Такое поведение теплофизических коэффициентов характерно для многих гранулированных материалов растительного происхождения. Это происходит из-за уменьшения количества влаги на поверхности контакта перговых гранул.

### ***Библиографический список***

1. Каширин Д.Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д.Е. Каширин //Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального

образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

2. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138.

3. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

4. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

5. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5с.

6. Харитоновна М.Н. Качество перги, стабилизированной разными способами, в процессе ее хранения / М.Н. Харитоновна, Д.Е. Каширин // В сборнике: Инновационные технологии в пчеловодстве Материалы научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования специалистов "Академия пчеловодства". - 2006. - С. 195-197.

7. Каширин Д.Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д.Е.Каширин //Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2010. - № 1. - С. 24-27.

8. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

9. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

10. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.

**УДК 630.587:621.311**

*Жалнин Е.И.,  
Сивцов С.О.,  
Исаев М.Д.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

В настоящее время сельское хозяйство является отраслью, интенсивное развитие которой отнесено к числу важнейших государственных приоритетов. Современные технологии производства сельскохозяйственной продукции позволяют сделать бизнес стабильным и высоко rentабельным. Возведение

конкурентоспособных прибыльных животноводческих комплексов невозможно без применения современных технологий [1, 2, 3].

Сегодня в сельскохозяйственном производстве электрифицировано большинство технологических процессов по производству мяса, молока, птицы и другой продукции. АПК ежегодно потребляется свыше 1,6% электроэнергии от всей используемой в РФ, или 16,6 млрд кВт/ч. Практически вся потребляемая электроэнергия вырабатывается традиционными источниками энергии, находящимися за десятками, а порой и сотнями километров от потребителя [4, 5].

На сегодняшний день все более актуальным решением энергетических проблем является применение нетрадиционных источников энергии [6, 7, 8, 9, 10]. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными источниками:

- получение энергии в непосредственной близости от потребителя;
- экологически чистая энергия.

Нетрадиционная энергетика (альтернативная энергетика)- сектор энергетики, включающий разработку и использование для получения энергии перспективных установок, технологий и топлив, которые по экономическим и техническим причинам менее распространены, чем традиционные. Необходимость развития нетрадиционной энергетики обусловлена: ограничением добычи природных горючих ископаемых (из-за истощения их запасов); ужесточением экологических требований к их использованию; появлением новых высокоэффективных энергетических технологий; возникновением новых задач энергопотребления и др.

Альтернативная энергетика – совокупность перспективных способов получения энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования при низком риске причинения вреда экологии.

Общие проблемы практически всех способов получения альтернативной энергии заключаются в следующем:

-как правило, это нерегулируемые источники энергии, т.е. выработка электроэнергии зависит от интенсивности светового излучения, погодных условий, времени года, температуры окружающей среды, скорости и направления ветра и т.д., что значительно осложняет их интеграцию в общие электрические сети и удорожает стоимость вырабатываемой альтернативной энергии;

-необходимость приведения получаемой электроэнергии к промышленному стандарту 220 В, 50 Гц, для чего используются дорогостоящие инверторы (преобразователи электрических параметров получаемой энергии), их стоимость может достигать до 50 % от стоимости всего оборудования для получения альтернативной энергии, при этом при их работе на теплообразование расходуется большая часть электроэнергии;

-необходимость использования аккумуляторных батарей (стоимость которых может достигать до 25 % от общей стоимости всего комплекса) в связи

с необходимостью аккумулировать электроэнергию при отсутствии выработки альтернативной энергии в автономных системах.

Для России, с ее разнообразием климатических и географических условий и богатейшим потенциалом, развитие альтернативной энергетики весьма актуально. В Энергетической стратегии России на период до 2020 г., одобренной Правительством Российской Федерации (Протокол № 39 от 23 ноября 2000 г.). Развитие альтернативной энергетики такими темпами позволит решить целый ряд актуальных задач:

- повысить энергетическую безопасность России за счет энергообеспечения порядка 20 млн. человек, проживающих в отдаленных и труднодоступных районах, которые не подключены к централизованным энергетическим системам;

- улучшить экологическую обстановку, особенно в районах с рекреационными зонами и зонами с интенсивным загрязнением окружающей среды;

- привлечь инвестиции в альтернативную энергетику на основе привлекательности НВИЭ с точки зрения относительно небольших объемов и сроков реализации проектов, создания конкурентной среды в энергетике, особенно в дефицитных энергосистемах;

- развивать соответствующие секторы промышленности России, увеличить экспортный потенциал за счет наукоемких технологий и энергетического оборудования;

- эффективно использовать научно-технический потенциал и создавать новые рабочие места.

Можно сделать вывод, что универсального способа получения альтернативной энергии не существует. Необходимо использовать несколько способов, сочетая их достоинства и недостатки. Примером такого удачного сочетания для получения небольшого количества электроэнергии может служить комплекс, состоящий из ФЭП и ветрогенератора малой мощности, работающих в связке с инвертором и аккумуляторными батареями. Сегодня такой комплекс имеет достаточно высокую стоимость, однако в перспективе сможет стать реальной альтернативой традиционным источникам энергии.

### ***Библиографический список***

1. Каширин Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д.Е. Каширин // автореферат дис. доктора технических наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". Рязань. – 2013.

2. Бышов Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2012. - № 1. - С. 29-30.

3. Каширин Д.Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального

образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

4. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138.

5. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

6. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

7. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5с.

8. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

9. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

10. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.

**УДК 631.3:621.382.2**

*Николашин А.В.,  
Калачев В.А.,  
Доценко И.В.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-10 кВ**

Вопросы экономного использования всех видов энергии, в том числе электрической, и повышения экономичности работы электроустановок являются важной государственной проблемой. В последние годы повышению качества электроэнергии уделяют большое внимание, т.к. качество электроэнергии может существенно влияет на расход электроэнергии, надежность систем электроснабжения, технологический процесс производства. Одним из основных вопросов, связанных с повышением качества электроэнергии в районных сетях является вопрос о компенсации реактивной мощности, включающий выбор целесообразных источников, расчет и регулирование их мощности, размещение источников в системе электроснабжения. Передача реактивной мощности на значительные расстояния от мест генерации до мест потребления существенно ухудшает технико-экономические показатели систем электроснабжения. Поэтому генераторы электростанций должны вырабатывать, наряду с активной

мощностью, также и реактивную, передаваемую по электрической сети потребителям.

Потребителями реактивной мощности, необходимой для создания магнитных полей, являются как отдельные звенья электропередачи (трансформаторы, линии, реакторы), так и такие электроприёмники, преобразующие электроэнергию в другой вид энергии, которые по принципу своего действия используют магнитное поле (асинхронные двигатели, индукционные печи и т.п.). До 80-85% всей реактивной мощности, связанной с образованием магнитных полей, потребляют асинхронные двигатели и трансформаторы. Относительно небольшая часть в общем балансе реактивной мощности приходится на долю прочих её потребителей, например на индукционные печи, сварочные трансформаторы, преобразовательные установки, люминисцентное освещение и т.п. Полная мощность, выдаваемая генераторами в сеть [1, 2]:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} (1)$$

где  $P$  и  $Q$  — активная и реактивная мощности приемников с учетом потери мощности в сетях;  $\cos \varphi$  — результирующий коэффициент мощности приемников электроэнергии. Генераторы рассчитываются для работы с их номинальным коэффициентом мощности, равным 0,8—0,85, при котором они способны выдавать номинальную активную мощность [3, 4]. Снижение  $\cos \varphi$  у потребителей ниже определенного значения может привести к тому, что  $\cos \varphi$  генераторов окажется ниже номинального и выдаваемая ими активная мощность при той же полной мощности будет меньше номинальной. Таким образом, при низких коэффициентах мощности у потребителей для обеспечения передачи им заданной активной мощности приходится вкладывать дополнительные затраты в сооружение более мощных электростанций, увеличивать пропускную мощность сетей и трансформаторов и вследствие этого нести дополнительные эксплуатационные расходы. Так как в современные электрические системы входит большое количество трансформаторов и протяженных воздушных линий, то реактивное сопротивление передающего устройства получается весьма значительным, а это вызывает немалые потери напряжения и реактивной мощности. Передача реактивной мощности по сети приводит к дополнительным потерям напряжения, из выражения [5, 6]:

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_H} (2)$$

видно, что передаваемая по сети реактивная мощность  $Q$  и реактивное сопротивление сети  $X$  существенно влияют на уровень напряжения у потребителей. Размер передаваемой реактивной мощности влияет также на потери активной мощности и энергии в электропередаче, что следует из формулы:

$$\Delta P = \frac{S^2}{U_H^2} \cdot R = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R (3)$$

Величиной, характеризующей передаваемую реактивную мощность, является коэффициент мощности  $\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}}$ . Подставляя в формулу потерь значение полной мощности, выраженной через  $\cos \varphi$ , получаем:

$$\Delta P = \frac{P^2}{U_{\text{н}}^2 + \text{csc}^2 \varphi} \cdot R \quad (4)$$

Отсюда видно, что зависимость мощности конденсаторных батарей обратно пропорциональна квадрату напряжения сети, поэтому невозможно плавно регулировать реактивную мощность, а следовательно, и напряжение установки.

Выбор типа, мощности, места установки и режима работы компенсирующих устройств должен обеспечивать наибольшую экономичность при соблюдении [7, 8, 9, 10]: а) допустимых режимов напряжения в питающей и распределительных сетях; б) допустимых токовых нагрузок во всех элементах сети; в) режимов работы источников реактивной мощности в допустимых пределах; г) необходимого резерва реактивной мощности. Критерием экономичности является минимум приведенных затрат, при определении которых следует учитывать: а) затраты на установку компенсирующих устройств и дополнительного оборудования к ним; б) снижение стоимости оборудования трансформаторных подстанций и сооружения распределительной и питающей сети, а также потерь электроэнергии в них и; в) снижение установленной мощности электростанций, обусловленное уменьшением потерь активной мощности.

Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что компенсация реактивной мощности в районных сетях с помощью конденсаторных батарей позволит увеличить пропускную способность линии, без изменения электротехнического оборудования. Кроме того, это целесообразно с экономической точки зрения.

### ***Библиографический список***

1. Каширин, Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д.Е. Каширин // автореферат дис. доктора технических наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". Рязань. – 2013.
2. Бышов, Н.В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2012. - № 1. - С. 29-30.
3. Каширин, Д.Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.



4. Бышов, Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138.

5. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

6. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

7. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5с.

8. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

9. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

10. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.

**УДК 621.316.5**

*Кравчук А.И.,  
Дубенский А.И.,  
Слепнев Э.С.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КОМУТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

Надежность работы электрооборудования, в схемах управления которого присутствуют коммутационные аппараты – реле, контакторы, пускатели, напрямую зависит от их технического состояния, особенностей конструкции и условий эксплуатации.

По техническим характеристикам и условиям эксплуатации контакторы должны соответствовать ГОСТ ИЕС 61095-2015 и ГОСТ Р 50030.4.1-2012. Стандарты устанавливают для контакторов и пускателей соответствующие категории применения, каждая из которых характеризуется значениями токов, напряжений, коэффициентов мощности или постоянных времени и других параметров. На долговечность и безотказность работы контакторов оказывает влияние их соответствие установленной категории, требования к конструкции, работоспособности и условиям эксплуатации, нарушение которых влечет преждевременный выход оборудования из строя [1, 2, 3, 4, 5].

Для надлежащей работы коммутационных аппаратов, в частности контакторов, особую роль играет качество электроэнергии в питающей сети [6, 7, 8, 9, 10]. Так, при недостаточном напряжении сети контактор не полностью включается, что приводит не только к сбоям в работе управляемого

оборудования, но и к повреждению контактной системы из-за приваривания или перегрева силовых контактов. Подобная неисправность может произойти при неотрегулированном контактом нажатии, если такая регулировка предусмотрена конструкцией контактора. Малое контактное нажатие, пыльные, обгорелые контакты, чрезмерный ток нагрузки приводят к нагреванию контактов выше допустимой температуры.

Для того, чтобы контакторы надежно работали в течение всего срока их службы, в конструкции должна быть предусмотрена возможность регулировки провала и раствора контактов посредством регулировочного винта с контргайкой.

Профилактический осмотр контакторов должен проводиться в условиях эксплуатации – не реже 1 раза в месяц, а также после каждого отключения тока КЗ. Соответствие значений раствора, провала и усилия прижатия указываются в техническом описании для конкретного типа и марки контактора. Кроме того, в конструкции должна быть предусмотрена возможность замены всей контактной группы при полном ее износе.

В производстве современных контакторов перспективными являются следующие тенденции: 1) наличие системы регулировки нажатия контактов; 2) возможность быстрого извлечения подвижных элементов из корпуса для профилактического обслуживания, в том числе полной замены контактной группы при ее окончательном износе; 3) исполнение внутренних гибких соединений, исключающих обрыв и повреждение проводов при перемещении подвижных элементов; 4) применение двухобмоточной схемы в цепи управления контакторов на постоянном токе; 5) изготовление элементов конструкции из экологичных, огнестойких материалов.

В традиционных конструкциях контакторов открытого исполнения гибкое соединение расположенных на траверсе подвижных контактов с выводом внешнего присоединения, как правило, представляет собой пучок проводов, не имеющих какой-либо связки. При постоянном перемещении траверсы в результате длительной эксплуатации рано или поздно происходит обрыв проводов соединения. Для увеличения долговечности работы в конструкции современных контакторов должно быть предусмотрено такое исполнение гибких соединений, при котором исключается обрыв и повреждение проводов при перемещении подвижных элементов. Подобное гибкое соединение может быть выполнено на основе плетения проводов.

В конструкции самой траверсы должна быть предусмотрена возможность ее извлечения из корпуса для осмотра и зачистки контактов, например благодаря съемному исполнению одной из направляющих.

Особое внимание должно уделяться материалам, из которых изготовлены элементы контакторов. Современной тенденцией в производстве качественных и надежных контакторов является изготовление неподвижной группы контактов из меди, а подвижной – из композита серебра. Данное конструктивное решение позволяет эксплуатировать контакторы в тяжелых условиях без подгорания контактов в процессе работы. При выборе материала

для исполнения дугогасительных камер предпочтение должно быть отдано керамике, как наиболее экологичному и обладающему повышенными огнеупорными свойствами материалу.

Следующим важным аспектом в совершенствовании конструкций современных контакторов является фактор энергосбережения. По типу магнитной системы все коммутационные аппараты – реле, контакторы, пускатели, как известно, подразделяются на две большие группы – работающие на переменном и на постоянном токе [2, 8, 9]. Уменьшения тока в цепи управления, а значит экономии электроэнергии, можно добиться путем применения двухобмоточной схемы контакторов на постоянном токе.

Перспективной особенностью конструкции якоря и сердечника современных контакторов является то, что они закреплены не жестко, это позволяет им при срабатывании беспрепятственно ориентироваться в оптимальном положении, обусловленном действием электромагнитных сил, что также положительно отражается на энергосбережении.

### ***Библиографический список***

1. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

2. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

3. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.

4. Каширин Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д.Е. Каширин // автореферат дис. доктора технических наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". Рязань. – 2013.

5. Каширин Д.Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

6. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138.

7. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

8. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

10. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5с.

11. Каширин, Д.Е. Разработка стенда для изучения частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д.Е. Каширин, Ю.Я. Прокопенко // В сборнике: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона. Материалы 66-й международной научно-практической конференции. 2015. С. 118-121.

**УДК 621.316.5**

*Кравчук А.И.,  
Дубенский А.И.,  
Стафоркина А.И.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **К ВОПРОСУ НОРМИРОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

В целом как неуправляемые, так и управляемые (регулируемые) устройства компенсации реактивной мощности предназначены для поддержания уровней напряжения в электрических сетях 6—750 кВ, управления перетоками мощности между энергосистемами, повышения пропускной способности ЛЭП, повышения статической и динамической устойчивости энергосистем.

Данные устройства по принципу действия делятся на статические и электромашинные.

К статическим устройствам относятся:

- батареи статических компенсаторов (БСК), шунтирующие реакторы (ШР), реакторные группы, коммутируемые вакуумными выключателями (ВРГ), обеспечивающие ступенчатое регулирование реактивной мощности;
- управляемые шунтирующие реакторы (УШР);
- статические тиристорные компенсаторы (СТК);
- статические компенсаторы реактивной мощности, выполненные на базе преобразователей напряжения на современных мощных IGBT транзисторах — СТАТКОМ.

Эффективно регулировать напряжение путем изменения реактивной мощности в сети можно с помощью синхронных компенсаторов или батарей конденсаторов при включении их параллельно нагрузке [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Синхронный компенсатор (СК) устанавливают на приемной подстанции и присоединяют к шинам НН подстанции или к обмотке НН автотрансформатора. Такой компенсатор представляет собой синхронный электродвигатель и при перевозбуждении является емкостной нагрузкой для сети или, что все равно, генератором реактивной индуктивной мощности, а при недо возбуждении становится потребителем реактивной мощности. Таким образом, изменяя возбуждение синхронного компенсатора, непосредственно влияют на величину реактивной мощности, протекающей по сети, и следовательно, на напряжение у потребителя [7, 8, 9, 10].

Рассмотрим электрическую схему, в которой передача мощности осуществляется от источника по радиальной линии с нагрузкой на конце и с синхронным компенсатором СК, включенным параллельно нагрузке.

Участок электрической сети от источника до потребителя, можно представить одним звеном с сопротивлением  $R + j \cdot X$ . Тогда при передаче мощности  $P + j \cdot Q$ , напряжение в конце линии будет определяться как:

$$U_2 = U_1 - \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_1} - j \cdot \frac{P \cdot X - Q \cdot R}{U_1}$$

Анализ зависимостей по этой формуле с разделением падения напряжения в сопротивлениях звена от активной мощности (треугольник abc) и реактивной (cde) показывает изменение  $U_2$  в зависимости от изменения реактивной мощности в линии при постоянной активной нагрузке. Как видно, при передаче по линии максимальной реактивной мощности  $j \cdot Q$  напряжение на приемном конце  $U_2$  будет минимальным. При генерировании реактивной мощности СК на месте ее потребления и соответствующем уменьшении передаваемой реактивной мощности по линии напряжение в конце передачи будет увеличиваться. При  $Q = 0$ , т. е. при передаче только активной мощности, имеем:  $\dot{U}'_2 > \dot{U}_2$ . Наконец, если генерируемая на месте мощность будет больше потребляемой и ее избыток будет поступать в линию, то напряжение в конце электропередачи окажется еще больше.

Регулирование напряжения при помощи СК происходит плавно. Диапазон регулирования зависит от мощности СК и величины реактивной нагрузки линии.

Номинальной мощностью синхронного компенсатора считается мощность при генерировании им реактивной (индуктивной) мощности, то есть при работе с перевозбуждением. При работе компенсатора с не довозбуждением или без возбуждения, то есть в режиме потребления реактивной мощности (что требуется при минимальных нагрузках), его максимальная мощность составляет 40—60% от номинальной. Это объясняется тем, что ток возбуждения СК уменьшается, приближаясь по мере увеличения потребления реактивной мощности к нулю. Для увеличения мощности СК в режиме потребления реактивной мощности прибегают к применению на нем отрицательного возбуждения. В этом случае его мощность гарантируется не ниже 0,65 номинальной.

Синхронные компенсаторы изготавливаются на мощность 10 и 16 МВА напряжением 6,3—10,5 кВ и 25—100 МВ А напряжением 10,5 кВ. СК мощностью свыше 25 МВ А изготавливаются с водородным охлаждением. Крупные СК обычно используются по графику генерации реактивной мощности в системе и поэтому служат для централизованного регулирования напряжения.

В тех случаях, когда расчетная мощность компенсирующей установки меньше минимальной мощности СК или когда не требуется ее работа в режиме потребления реактивной мощности, устанавливаются управляемые батареи конденсаторов (УБК), разделенные на ряд секций. Наибольшая мощность

секций определяется допустимой величиной отклонения напряжения на вторичных шинах приемной подстанции. УБК обладают большей экономичностью, чем СК, и поэтому имеют более широкое распространение.

УБК большой мощности (100 и более МВА) устанавливаются также и на крупных районных подстанциях энергосистем, имеющих достаточное количество СК для работы в режиме потребления реактивной мощности в ночное время. УБК большой мощности включаются непосредственно на шины высокого напряжения — 110 кВ.

Для местного регулирования напряжения на крупных промышленных предприятиях, особенно в тех случаях, когда их электроснабжение производится по линиям с большим реактивным сопротивлением, эффективно используются синхронные электродвигатели мощностью 1000—10 000 кВА. При обычном коэффициенте загрузки двигателей (0,7 Рн) располагаемая реактивная мощность их при напряжении на зажимах 0,9 — 1,0 Uн составляет от 1,3 до 1,5 Qн. Регулирование, как и синхронными компенсаторами, происходит плавно, и этот процесс может быть автоматизирован.

На тех промышленных предприятиях, где имеются УБК, установленные для компенсации реактивной мощности, они могут использоваться и как средства для регулирования напряжения, не вступая при этом в противоречие с их основным назначением.

Требуемую мощность синхронных компенсаторов и конденсаторов, по условиям регулирования напряжения подсчитывают по одним и тем же формулам, но с учетом того обстоятельства, что формулы, определяющие мощность компенсирующей установки в режиме потребления реактивной мощности, для конденсаторов не имеют смысла. Расчет ведут для максимального и минимального режимов нагрузки электропередачи, причем в преобладающем числе случаев заданным является напряжение на шинах питающей подстанции. Искомым напряжением обычно является напряжение на шинах вторичного напряжения приемной подстанции, желательная величина которого и определяет мощность СК.

Связь между напряжениями в начале и в конце линии при нагрузке  $P_2 + j \cdot Q_2$ , напишется в виде:

$$U_1 = U_{2ж} + \frac{P_2 \cdot R_{\Sigma} + (Q_2 - Q_{СК}) \cdot X_{\Sigma}}{U_{2ж}} + j \cdot \frac{P_2 \cdot X_{\Sigma} - (Q_2 - Q_{СК}) \cdot R_{\Sigma}}{U_{2ж}}$$

где  $U_{2ж}$  — желательное напряжение на шинах вторичного напряжения подстанции, приведенное к расчетному напряжению;

$Q_{СК}$  — искомая мощность синхронного компенсатора.

Решая это уравнение относительно  $Q_{СК}$ , можно определить мощность СК, необходимую для поддержания на шинах напряжения  $U_{2ж}$  при заданной нагрузке.

### ***Библиографический список***

1. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. — Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. — 7с.

2. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

3. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.

4. Каширин Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д.Е. Каширин // автореферат дис. доктора технических наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". Рязань. – 2013.

5. Каширин Д.Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

6. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. №6. - С. 134-138.

7. Бышов Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д.Н. Бышов, И.А. Успенский, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

8. . Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4с.

9. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5с.

10. Каширин, Д.Е. Разработка стенда для изучения частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д.Е. Каширин, Ю.Я. Прокопенко // В сборнике: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона. Материалы 66-й международной научно-практической конференции. 2015. С. 118-121.

**УДК 631.347**

*Рязанцев А.И., д.т.н.  
Агейкин А.В., к.т.н.  
ФГБНУ ВНИИ «Радуга»,  
г. Коломна, РФ*

## **ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ПРИ РАБОТЕ ШЛАНГОВЫХ ДОЖДЕВАТЕЛЕЙ БАРАБАННОГО ТИПА**

В настоящее время в России для орошения сельскохозяйственных угодий интенсивно используются высокопроизводительные шланговые дождеватели барабанного типа (ШДБТ) отечественного и импортного производства с различными техническими характеристиками [1,2].

ШДБТ представляет собой дождевальную машину, производящую полив

при перемещении дождеобразующего устройства по орошаемой полосе за счет энергии воды, поступающей под определенным давлением по шлангу. Размеры орошаемой полосы: длина полосы определяется длиной шланга, по которому вода транспортируется к дождеобразующему устройству (дождевальному аппарату и ферме-консоли), ширина – радиусом полива аппарата или захватом дождя насадками фермы. На некоторых ШДБТ на стояках перед дождеобразующими устройствами устанавливаются регуляторы давления и расхода, что позволяет осуществлять качественный полив, на участках с большим перепадом геодезических высот [1-3, 5-8].

В зависимости от вида шланга (что непосредственно предопределяет конструкцию и технологию работы ШДБТ) они подразделяются на два типа: с полиэтиленовым (ПЭ) шлангом, навиваемый на специальный барабан с катушкой, и с плосковорачиваемым рукавом, обычно волочащимся за ним или проходящим через петлеобразователь [2-4].

Наибольшее распространение, как во всем мире, так и в России получили ШДБТ первого типа – с ПЭ шлангом.

Рассмотрим потери напора в ПЭ шлангах при орошении ШДБТ на участках со сложной топографией.

Расчет потерь напора  $H_n$  проводили с учетом различной длины навивки ПЭ шланга (с внешним диаметром 110 мм), т.е. когда он полностью размотан (длина навивки  $l=0$  м), и при длине навивки  $l = 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400$  м при подаче воды  $q=10; 11,5; 13; 14,5; 16; 17,5; 19; 20,5; 22; 23,5; 25$  л.

Как показали исследования, потери напора из-за навивки на барабан составляют примерно 10% от общих гидравлических потерь. В работе показано, что экспериментальные значения потерь на навивку примерно на 30% ниже расчетных. Таким образом, суммарные гидравлические потери могут быть ниже на 3%.

В гидравлическом приводе для орошения чистой или слегка загрязненной водой применима турбина, и соответственно часть энергии потока воды тратится на подтягивание ПЭ шланга. Оценить эту энергию можно по КПД гидротурбины. В гидротурбинах малой мощности, к которым относятся гидропривод ШДБТ, КПД составляет от 0,80 до 0,85 ( $\eta=0,8-0,85$ ).

При сохранении расхода напор за гидротурбиной уменьшается на 17-20% для случая, если минимальная часть расход на дождевальном аппарате проходит через турбину. При использовании несколько большей части расхода, потери напора оросительной воды могут снижаться до 8-10%. Эта регулировка потока осуществляется через обводную гидравлическую линию (байпасный клапан). Таким образом, усредненная часть расхода, используемая для подтягивания шланга в вышеперечисленных гидротурбинах ШДБТ может быть около 12-14%.

Оценивая общие потери энергии потока и выражая их через напор после гидранта, можно сделать вывод, что для ШДБТ они составляют не менее 45 м, следовательно, вышеупомянутый шланговый дождеватель относится к типу наиболее высоконапорных машин со значительным потреблением энергии при



орошении, но имеют высокую мобильность и автоматизацию технологического процесса полива [1,2].

Зависимость напора при полностью размотанном ПЭ шланге представлена на рисунке 1.

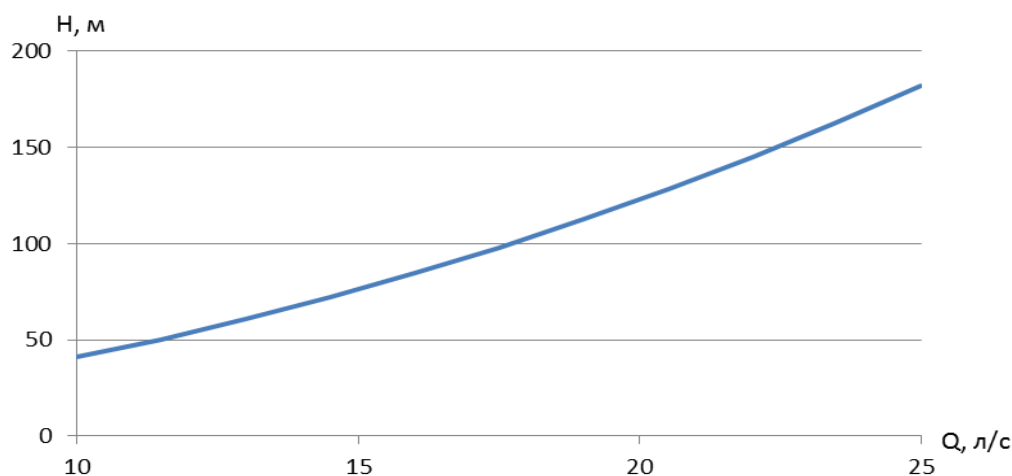


Рисунок 1 - Зависимость напора необходимого для работы шлангового дождевателя от величины расхода

Как видно по рисунку 1, напор, необходимый для работы шлангового дождевателя вышеуказанного типа при расходах: 20,5 л/с, составляет 125 м и 25 л/с - 180 м.

Таким образом, при уклоне участка 0,1 (6,3°) дополнительный напор оросительной воды, необходимый для преодоления уклона - 40 м, что составляет 22 % от общего напора. Увеличение напора необходимо для удовлетворительной работы ШДБТ на вышеупомянутых уклоновых участках.

Зависимость доли напора идущего на создание струи в общем напоре при полностью растянутом ПЭ шланге представлен на рисунке 2.

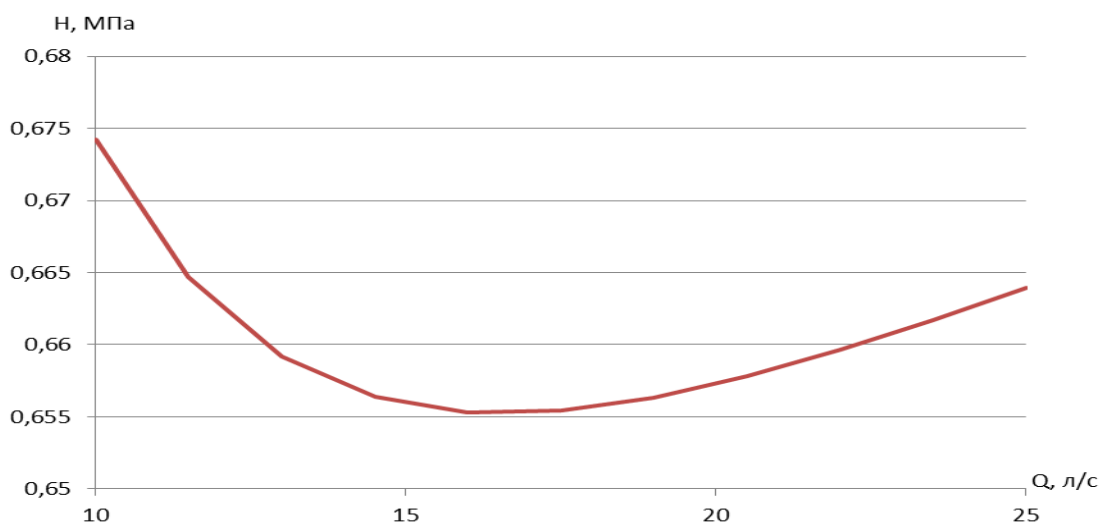


Рисунок 2 - Зависимость доли напора на выходе из сопла от расхода (без учета уклона)

Из графика (рис. 2) видно, что оптимальные значения этого параметра соответствуют низкому и высокому расходам ШДБТ:

Выводы:

1. Шланговые дождеватели с длинномерными полиэтиленовыми шлангами наиболее применимы для орошения дождеванием, в том числе и мелкоконтурных со сложной конфигурацией и рельефом.
2. Дополнительные гидравлические сопротивления шланга от намотки на катушку барабана не превышает 10% линейных сопротивлений.
3. При напоре, равном 0,66 МПа, оптимальными расходами при внешнем диаметре шланга 110 мм являются расходы  $q=12,5 - 13,5$  л/с или  $22,5 - 23,5$  л/с, но на практике при орошении чаще применяются последние расходы воды.

### ***Библиографический список***

1. Агейкин, А.В. Совершенствование технологического процесса и шлангового дождевателя для полива многолетних трав рулонных газонов на сложном рельефе: автореф. дис. ... канд. техн. наук [Текст] / А.В. Агейкин; МичГАУ. - Мичуринск, 2013.
2. Рязанцев, А.И. Механизация полива консольными и шланговыми дождевателями: [Текст] / А.И. Рязанцев, Н.Н. Егорова. - Коломна: КИППК, 2005. – 174 с.
3. Выполнение опытно-конструкторских работ по разработке дождевальной техники нового поколения [Текст] / Г.В., Ольгаренко, А.И., Рязанцев, А.В., Агейкин и др. / Отчет по НИР № 188/20-ГК (Министерство сельского хозяйства РФ). – Коломна: ФГБНУ ВНИИ «Радуга», 2018.
4. Рязанцев, А.И. Регулятор давления для шланговых дождевальных машин [Текст] / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко., А.В. Агейкин // Сельский механизатор. – 2010. - № 1, С. 6, 7.
5. Агейкин, А.В. Особенности технологического процесса полива шланговым дождевателем барабанного типа на сложном рельефе [Текст] / А.В. Агейкин, А.И. Рязанцев // Техника и оборудование для села. – 2016. - № 6. С. 22-25.
6. Пат. РФ № 90914. Регулятор давления / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. - Опубл. 29.01.2010, бюл. № 2.
7. Пат. РФ № 92297. Дождевальная установка / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. – Опубл. 20.03.2010; Бюл. № 8.
8. Пат. РФ № 86765. Регулятор давления / Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В., Шереметьев А.В. \ Опубл. 10.09.2009, бюл. № 25.
9. Поливаев О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 280 с.
10. Пат. 187870 Российская Федерация, МПК А01G 25/09 (2006.01) Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице [Текст] / Рязанцев А.И., Травкин В.С., Ремболович Г.К. [и др.] заявитель и

патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ - № 2018133057; заявл. 17.09.2018; опубл. 21.03.2019 Бюл. № 9. – 4 с.

11. Исследование траекторий движения капель дождевальными машинами /Г.К. Рембалович, Рязанцев А.И., Костенко М.Ю., Травкин В.С., Безносюк Р.В., Юмаев Д.М.//Вестник Рязанского ГАТУ имени П.А. Костычева. -№4 (40). - 2018. -С. 139-143.

УДК 631.3:621.382.2

*Красников А.С., д.т.н.,  
Каширин Д.Е., д.т.н.,  
Нагаев Н.Б., к.т.н.,  
Гобелев С.Н., к.т.н.  
Максименко Л.Я.*

*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ $T_c$ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКЕ**

В 1911 году Камерлинг-Оннес обнаружил явление, которое заключалось в обращении в нуль сопротивления образца при очень низких температурах. Оно получило название сверхпроводимости. В эксперименте Камерлинг-Оннеса с ртутью (Hg) сопротивление  $R$  падало, обращаясь практически в нуль, не постепенно, а скачком в интервале температур, составляющем несколько сотых долей градуса (Рисунок 1). Температура, при которой образец переходил в сверхпроводящее состояние, – критическая температура  $T_c$ , для ртути составила около 4,2 К. В 1914 году Камерлинг-Оннес установил, что ток, возбужденный однажды в замкнутом сверхпроводящем контуре, практически не ослабевает со временем. Несколько позже он наглядно продемонстрировал это перевезя сверхпроводящее кольцо с текущим по нему током из голландского города Лейдена в английский Кембридж [1,2].

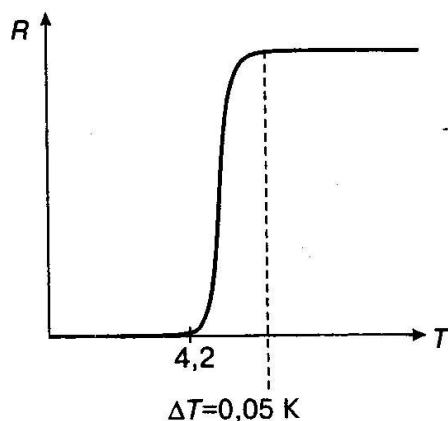


Рисунок 1– Вид зависимости сопротивления ртути от температуры в опыте Камерлинг-Оннеса

В дальнейшем способность переходить в состояние с нулевым сопротивлением была обнаружена как в чистых металлах, так и в металлических соединениях полупроводниках и оксидах. Самой высокой критической температурой среди чистых веществ обладает ниобий ( $T_c=95\text{K}$ ), а наиболее низкой – иридий ( $T_c=0,14\text{K}$ ).

До 1986 года наиболее высокотемпературным сверхпроводником считался  $\text{Nb}_3\text{Ge}$  с температурой перехода в сверхпроводящее состояние ( $T_c=23,4\text{K}$ ). В настоящее время установлено, что самые высокие температуры, при которых имеет место эффект сверхпроводимости, наблюдается именно в сплавах и соединениях, например, в системе  $\text{Te-Va-Ca-Cu-O}$  при определенном составе оксида такой переход наблюдается при  $125\text{K}$ .

В работе [2,3] приводятся экспериментальные результаты по созданию новых керамических высокотемпературных сверхпроводников, начиная с 1985 г. Работы, связанные с поиском и разработкой новых керамических сверхпроводников, проводились столь бурными темпами, что появилась перспектива ближайшего создания принципиально новых технических устройств, которые считались экзотическими. Наиболее хорошо были изучены: технология, структура и свойства сверхпроводящих материалов в системе  $\text{Y-Va-Cu-O}$ , в том числе явления анизотропии (эффект текстуры) сверхпроводящих свойств керамики состава  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ . Исследования в более сложных системах, например,  $\text{Te-Ca-Va-Cu-O}$ , позволили получить материал с температурой перехода  $120\text{K}$ . Имеются сообщения о достижении  $T_c=240\text{K}$ , однако пока еще эти результаты воспроизвести не удастся. Интерес к сверхпроводящей керамике с каждым годом возрастает.

Важен сам факт существования материалов, сверхпроводящих при достаточно высокой температуре. Однако направленное и осмысленное движение вперед, в том числе в технологической и учебной сфере; Невозможно без всестороннего исследования уже известных ВТСП, без понимания всех тонкостей высокотемпературной сверхпроводимости как интереснейшего физического явления [3,4].

Вопросы различных применений сверхпроводящих материалов стали обсуждаться практически сразу после открытия явления сверхпроводимости. Еще Камерлинг-Оннес считал, что с помощью сверхпроводников можно создавать экономичные установки для получения сильных магнитных полей. Однако реальное использование сверхпроводников началось в 50-х – начале 60-х годов XX века. В настоящее время работают сверхпроводящие магниты различных размеров и форм. Их применение вышло за рамки чисто научных исследований, и сегодня они широко используются в лабораторной практике, в ускорительной технике, томографах, установках для управляемой термоядерной реакции. С помощью сверхпроводимости стало возможным многократно повысить чувствительность многих измерительных приборов. Такие приборы названы СКВИДами (от англ. Superconducting Quantum Interference Devices). Особо следует подчеркнуть внедрение СКВИДов в технику, в том числе и в современную медицину.

Наибольшее применение сверхпроводники нашли в настоящее время в области создания сильных магнитных полей. Современная промышленность производит из сверхпроводников второго рода разнообразные провода и кабели, используемые для изготовления обмоток сверхпроводящих магнитов, с помощью которых получают значительно более сильные поля (более 20 Тл), чем при использовании железных магнитов. Сверхпроводящие магниты являются и более экономичными. Так, например, для поддержания в медном соленоиде с внутренним диаметром 4 см и длиной 10 см поля 100 кГ·с необходима электрическая мощность не менее 5100 кВт, которую нужно полностью отвести водой, охлаждающей магнит. Это означает, что через магнит надо прокачивать не менее 1 м<sup>3</sup> воды в минуту, а затем ее еще охлаждать. В сверхпроводящем варианте такой объем магнитного поля создается достаточно просто, необходимо лишь соорудить гелиевого криостата для охлаждения обмоток, что является несложной технической задачей.

Наиболее перспективными направлениями широкого использования высокотемпературных сверхпроводников считаются криоэнергетика и криоэлектроника.

В криоэнергетике уже разработана методика изготовления достаточно длинных (до нескольких километров) проводов и кабелей на основе висмутовых ВТСП-материалов. Этого уже достаточно для изготовления небольших двигателей со сверхпроводящей обмоткой, сверхпроводящих трансформаторов, катушек индуктивности. На основе этих материалов созданы сверхпроводящие соленоиды, обеспечивающие при температуре жидкого азота (77К) магнитные поля порядка 1 Тл [5,6].

В криоэлектронике разработана методика изготовления пленочных сквидов, из ВТСП получают антенны, передающие линии, резонаторы, фильтры, смесители частоты.

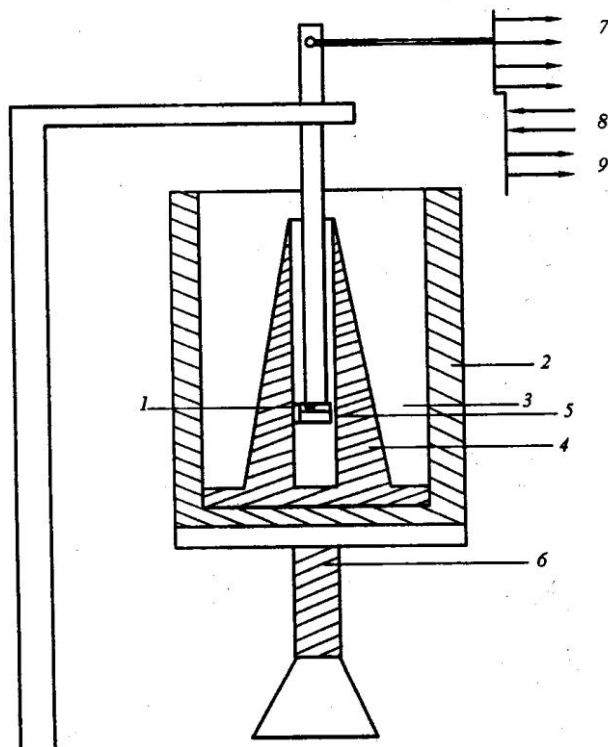
Как уже отмечалось выше, положение изменилось после 1986 года, когда была открыта сверхпроводимость в системах металлооксидов LaO-SrO-CuO, YO-BaO-CuO и другие соединения. Критическая температура  $T_c$  этих материалов существенно выше, чем у исследовавшихся ранее металлов и сплавов, в связи с чем они получили название высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). К настоящему времени синтезированы материалы,  $T_c$  которых существенно превышают температуру жидкого азота, а поэтому появилась возможность использования их в лабораторном практикуме по физике [4,7].

До последнего времени постановка работ по сверхпроводимости в лаборатории физического практикума была практически невозможна. Все известные металлы переходят в сверхпроводящее состояние при температурах жидкого гелия (4,2К), последний дорог. По современным ценам 1 литр жидкого гелия стоит 10 000 рублей и требует при работе с ним применения специальной аппаратуры, а также высокой квалификации обслуживающего персонала. В настоящее время синтезированы материалы,  $T_c$  которых существенно

превышает температуру жидкого азота. Стоимость литра жидкого азота 1000 рублей, что на порядок меньше стоимости литра жидкого гелия. В связи с этим появилась возможность их использования в лабораторном студенческом практикуме по физике [5,8].

Целью настоящей работы является изучение температурного перехода в высокотемпературной сверхпроводящей иттриевой керамике в студенческом практикуме, а также изучение конструкций простейших криогенных устройств и автоматизации физических измерений с помощью ПК.

Для отработки методики определения критической температуры выбрано наиболее изученное сверхпроводящее металлокерамическое соединение  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  (YBCO) с  $T_c=93K$ . В работе [5,9] применялась пленка YBCO. Нами разработана методика, в которой исследуемым образцом служит таблетка иттриевой керамики диаметром 8 мм и толщиной 1 мм. Схема лабораторной установки показана на рисунке 2. В качестве источника низкой температуры использован жидкий азот, температура кипения которого (77K) вполне достаточна для фазового перехода в сверхпроводящее состояние исследуемой керамики. Во время эксперимента жидкий азот и образец помещались в криостат, изготовленный из пенопласта с низким значением коэффициента теплопроводности  $k=0,04$  Вт/(мК).



1 – держатель; 2 – криостат с пенопластовыми стенками; 3 – жидкий азот; 4 – алюминиевый корпус; 5 – макет, содержащий образец и устройство для измерения температуры; 6 – регулировочный винт; 7 – измерение температуры (B7-21A); 8 – ток образца от 3Г; 9 – измерение  $U_{обр}$ . (B7-21A)

Рисунок 2–Схема криогенной установки

С помощью криостата возможна плавная регулировка температуры керамики, достигаемая путем ее подъема над поверхностью жидкого азота. С целью линеаризации зависимости температуры от высоты подъема образца  $T=T(h)$  и уменьшения градиента температуры  $dT/dh$  нами внутрь криостата помещался конический сосуд из алюминия.

Пространство между коническим сосудом и стенками криостата заполнялось жидким азотом; внутрь сосуда помещался макет с исследуемым образцом (Рисунок 2). Градиент температуры  $dT/dh$  уменьшался вследствие высокой теплопроводности металлических стенок  $k=200$  Вт/(мК), а коническая форма их наружной поверхности приближала график зависимости  $T=T(h)$  к линейному. Плавное регулирование температуры образца на данной установке осуществлялась с помощью прецизионного винта в диапазоне от 77 до 120К.

Измерение температуры образца производилось термометром сопротивления, изготовленным из тонкой медной проволоки, намотанной на покрытую для изоляции клеем металлическую катушку.

Действие термометра основано на зависимости удельного сопротивления медной проволоки от температуры  $\rho=\rho_0(l+at)$  при  $\rho_0=1,55 \cdot 10^{-8}$  Ом·м и  $\alpha=4,33 \cdot 10^{-3}$  К<sup>-1</sup>. Зная сопротивление катушки при комнатной температуре, можно построить график зависимости  $R=R(T)$ , приведенный на рис.4, который позволяет по значению сопротивления  $R$  определять температуру  $T$ . Измерения  $R$  выполнялись универсальным вольтметром В7-21А, работающим в режиме омметра (Рисунок 3). Предложенный нами метод измерения температуры оказался удобным на практике, простым и компактным.

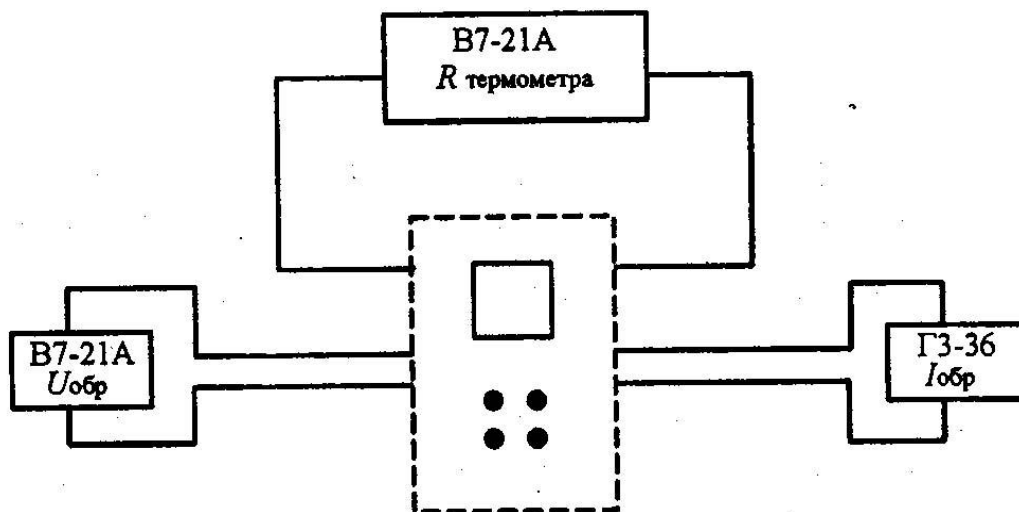
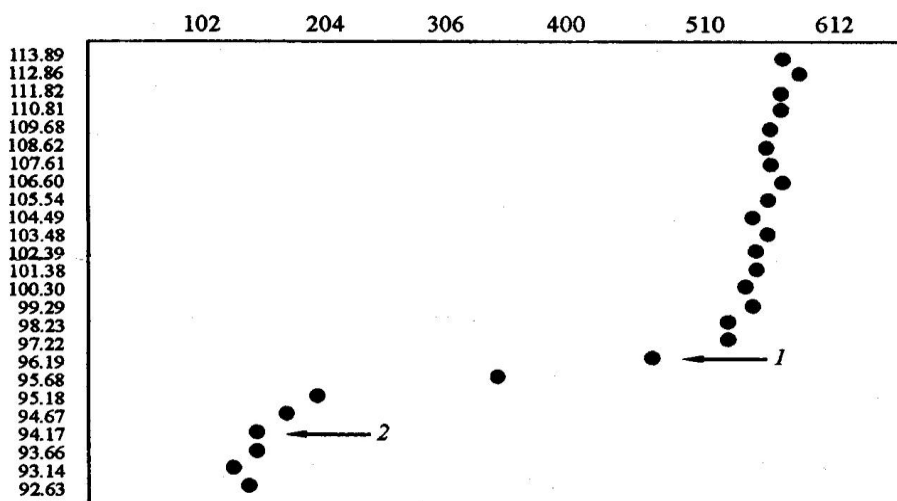


Рисунок 3– Блок-схема измерений малого сопротивления катушки термометра и падения напряжения на образце керамики ВТСП



$T$  – критическая температура: 95,18 К; ширина перехода: 2,02 К; 1 – начало перехода: 96,18 К; 2 – конец перехода: 94,17 К

Рисунок 4– Результаты определения критической температуры сверхпроводящего перехода в иттриевой керамике

На Рис. 4, по результатам эксперимента (таблица) приведен график зависимости  $U=U(T)$ , снятой на установке. Ширина фазового перехода определялась по значениям напряжения, равным 0,9 и 0,1 напряжения в точке, предшествующей началу его резкого спада. Экспериментальные данные, полученные нами ( $T_c=97,3\text{К}$  при  $\Delta T=3,3\text{К}$ ), достаточно хорошо согласуются с паспортными данными YBCO ( $T_c=95,4\text{К}$ ).

Для определения  $T_c$  керамики YBCO снималась зависимость падения напряжения на керамике  $U=U(T)$  от температуры. Измерения  $U$  осуществлялись 4-зондовым методом с изменением направления тока через образец, что позволило исключить эффекты, связанные с нелинейными свойствами электрических контактов YBCO, и тем самым повысить точность измерений. Для этого на таблетку керамики втирались четыре индиевых контакта с подведенными проводами. Источником переменного тока, пропускаемого через образец, служил звуковой генератор ГР-1. Падение напряжения измерялось универсальным вольтметром В7-21А (Рисунок 4). С целью уменьшения погрешности, обусловленной разными ЛКТР индия, керамики и медной проволоки, индиевые контакты весьма сильно прижимались к контактным площадкам. Чтобы керамика YBCO не потеряла свои уникальные свойства из-за нарушения химического состава, образец плотно закрывался и надежно защищался от попадания влаги при его размораживании[10,11].

Сигналы с цифровых вольтметров через специальный контроллер подавались на вход ПК. Измерения проводились в автоматическом режиме с высокой скоростью, что позволило получить значительно большее число экспериментальных точек, чем при снятии исследуемой зависимости вручную. Следовательно, использование ПК позволяет существенно повысить точность эксперимента. Другое существенное преимущество компьютерного эксперимента заключается в том, что его результаты можно легко представить в



наглядной форме (как на экране дисплея, так и на принтере), быстро провести расчеты и сопоставить их результаты с литературными данными. Программа для ПК написана на языке Pascal[12,13].

Таблица 1- Результаты эксперимента по определению критической температуры сверхпроводящего перехода

$T$	Напр., мВ	$T$	Напр., мВ	$T$	Напр., мВ
113,89	0,55	104,49	0,53	95,68 95,18	0,30
112,86	0,56	103,48	0,54	94,67 94,17	0,18
111,82	0,55	102,39	0,53	93,66 93,14	0,16
110,81	0,55	101,38	0,53	92,63	0,13
109,68	0,54	100,30	0,52		0,13
108,62	0,54	99,29	0,53		0,11
107,61	0,54	98,23	0,51		0,12
106,60	0,55	97,22	0,51		
105,54	0,54	96,19	0,45		

Явление сверхпроводимости является одним из уникальных явлений современной физики. Экспериментальное изучение его дает основу для глубокого осмысления закономерностей поведения квантово-механических систем и позволяет наблюдать квантовые эффекты на микроскопическом уровне. Дидактическая ценность изучения сверхпроводимости состоит в том, что при этом оказывается завершено изучение раздела физики твердого тела, посвященного электрическим свойствам металлов, диэлектриков и полупроводников. При подготовке инженеров немаловажным является рассмотрение вопросов практического использования сверхпроводимости, которые вызывают живой интерес у студентов.

По мнению директора Института сверхпроводимости и физики твердого тела РНЦ «Курчатовский институт» Николая Алексеевича Черноплекова, сверхпроводниковые технологии в настоящее время в мире вышли на тот уровень, на котором с их использованием возможно создание нового поколения электроэнергетического оборудования, существенно превосходящего оборудование традиционного исполнения. За счет более высокой эффективности, уменьшения в два-три раза массогабаритных показателей и соответственно материалоемкости и энергозатрат на изготовление, повышения надежности и срока службы оно будет удовлетворять требованиям электроэнергетики XXI столетия. Широкое применение сверхпроводникового электротехнического оборудования как при генерации электроэнергии, так и при ее транспортировке и потреблении позволит увеличить эффективность использования электроэнергии на 5-7%. Но это – вопрос будущего.

Многие разработчики ВТСП-проводов и трансформаторов надеются, что к 2020 году, когда во многих странах мира начнет производиться активная

замена электрооборудования, отработавшего свой срок службы, резко возрастет спрос именно на ВТСП-трансформаторы [6,12].

### *Библиографический список*

1. Гуртов, В.А., Осауленко, Р.Н. Физика твердого тела для инженеров. М.: Техносфера. 2007. с. 359
2. Washe R., Keramische. Superleiter-Kristall Struktur. Gefuge und Eiger sihaften // Atms und Mittllangsbl. Bungest-anst.Materialforh und prof. Berlin. 1988. Vol.18. N2. P. 128-133.
3. I.C Phillips. – Boston: Academic Press. 1989. 393 p.
4. Wu. M.K., Asburn I.R., Torng C.T. etal. Superconductivity at 93 K in a new mixed-phase V–Ba–Cu–O compound system at ambient pressure // Phys. Rev. Lett. 1987. V. 58
5. Ильин В.А., Красников А.С., Петрова Е.Б, Семин И.А. Изучение сверхпроводимости в практикуме по физике.// Вестник Рязанского педагогического института. 1993. № 1. с. 28.
6. Черноплетов, Н.А. Сверхпроводниковые технологии: современное состояние и перспективы практического применения // Вестник РАН. 2001. № 9.
7. Бышов, Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья [Текст] / Д. Н. Бышов, И.А. Успенский, Д. Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. – № 7 – 2015. – С. 28–29.
8. Бышов, Н.В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воскоперговой массы [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ – №1 – 2013. – С.160-162.
9. Нагаев, Н.Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : диссертация на соис. уч. степ. кандидата техн. наук [Текст] / Нагаев Н.Б.– Рязань, 2016.
10. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор № 7 2015. – М.– С. 26-27.
11. Нагаев, Н.Б. Исследование процесса вытопки воска [Текст] / Н.Б. Нагаев, В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин Т.В. Торженова, Н. А. Грунин // Пчеловодство №3 2014 г, Москва, 2014 . – С.50-51
12. Каширин, Д.Е. Стенд для испытаний системы частотный регулятор – асинхронный электродвигатель [Текст] / Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Сельский механизатор № 2 2018. – М. – С. 34-35.
13. Каширин, Д.Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных двигателей/ Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева № 4(36) 2017.– С. 91-95

*Нагаев Н.Б., к.т.н.,  
Семина Е.С., к.т.н.,  
Жильцова А.А.,  
Тюкин В.А.,  
Калмыков А.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ И ОБЛУЧЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Энергетическая эффективность осветительного прибора в значительной степени зависит от установленного в нем источника света и состояния светотехнической арматуры светильника. Повышение энергетической эффективности осветительного прибора и, как следствие, обеспечение энергосбережения имеют ряд направлений [1,2,3].

Наиболее простой способ организации энергосбережения – это переход в уличном освещении от ламп накаливания и дуговых ртутных ламп (ДРЛ) на дуговые натриевые лампы типа ДНаТ и ДНаО. В результате такой замены средняя мощность одного светильника наружного освещения снижается более чем на 20%. При этом светоотдача остается на прежнем уровне или даже повышается. В сельском быту и в сельхозпроизводстве при проведении мероприятий по энергосбережению в светильниках общего освещения заменяют лампы накаливания на энергосберегающие. Светотехнические характеристики различных источников света представлены в таблице 1 [1,3].

Выбор источника света обусловлен, прежде всего, требованиями экономичности осветительной установки и правильной цветопередачи. Затраты на эксплуатацию того или иного источника света определяются его стоимостью и сроком службы (таблица 2). Как следует из приведенной таблицы, существует значительный разброс в эксплуатационных характеристиках и ценах для различных источников света. Удельная стоимость не в полной мере отражает затраты потребителя на организацию освещения, поэтому для более точной оценки различных источников света в настоящей работе введен новый показатель – комплексный критерий, учитывающий затраты на покупную электроэнергию, затраты на обслуживание источников света и др. Кроме того, люминесцентные ртутные лампы представляют собой экологически опасный объект и их замена на металлогалогеновые лампы или светодиодные источники света существенно уменьшает эту опасность [3,4,5]. В таблице 2 приведены эксплуатационные характеристики современных источников света.

Быстрое развитие полупроводниковых технологий и оптоэлектроники привело к созданию приборов, в которых реализуются новые принципы генерации света на основе светоизлучающих диодов [4].

Таблица 1- Светотехнические характеристики источников света

Тип источника света	Средний срок службы, тыс. ч	Индекс цветопередачи, Ra	Световая отдача, лм/Вт	Удельная световая энергия, вырабатываемая за срок службы (среднее значение), млн. Вт·час
Лампы накаливания (ЛН)	1	100	8-17	0,013
Люминесцентные лампы (ЛЛ)	10-20	57-92	48-104	1,140
Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ)	5-15	80-85	65-87	0,780
Дуговые ртутные лампы (ДРЛ)	12-24	40-57	19-63	0,738
Натриевые лампы высокого давления (НЛВД)	10-28	21-60	66-150	2,050
Металлогалогенные лампы (МГЛ)	3,5-20	65-93	68-105	1,020

Таблица 2- Эксплуатационные характеристики источников света

Источники света	Потребляемая мощность, Вт	Создаваемый световой поток, лм	Парковый срок службы, час	Средняя цена, руб./шт.	Удельная стоимость, руб/лм
Светодиодная лампа	7	950	50 000	400	0,421
Лампа накаливания	100	1080	1000	12	0,011
Люминесцентная лампа	40	3000	10 000	60	0,02
ДРЛ	125	6000	8 000	350	0,058
ДНаТ	100	9200	8 000	450	0,048

В светодиодах происходит преобразование энергии инжектированных в базовую область электронно-дырочного перехода электронов в энергию светового излучения с высокой (теоретически до 400 лм/Вт) эффективностью преобразования электрической энергии в световое излучение [5,6]. Прогноз изменения характеристик различных источников света в ближайшие годы приведен на рисунке 1 [5,6].

Появление столь эффективного источника света, как светодиод, приведет в ближайшие годы к радикальному изменению ситуации в организации освещения на сельских территориях и в сельхозпроизводстве. Часть сельхозпродукции производится в условиях регулируемого климата, в частности в теплицах, где помимо поддержания температурных режимов необходимо обеспечивать соответствующие условия для фотосинтеза. Фотосинтез является основой жизнедеятельности растений, в том числе и

выращиваемых в искусственных климатических условиях. Режимы освещенности растений, обеспечивающие процессы фотосинтеза, должны быть воспроизведены в теплице максимально приближенными к освещенности растений на открытом грунте. А это существенно энергозатратная электротехнология. Поэтому задача организации энергоэффективного освещения теплицы распадается на ряд самостоятельных составляющих, а именно:

1. Спектральный состав излучения тепличных источников света должен быть максимально приближен к спектру солнечного излучения.

2. Осветительные приборы должны потреблять минимальное количество электроэнергии, т.е. обладать наивысшей светоотдачей.

3. В осветительных сетях теплицы должно быть установлено оборудование, автоматически поддерживающее заданный режим освещения по времени суток с учетом фактической естественной освещенности теплицы.

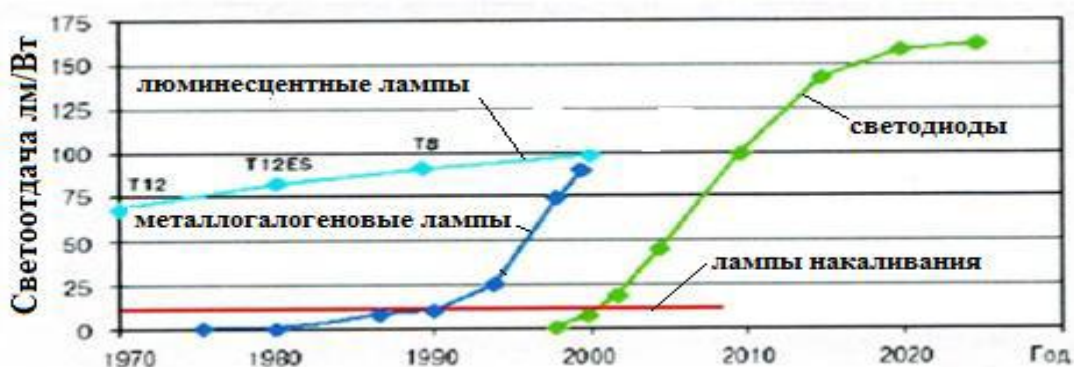
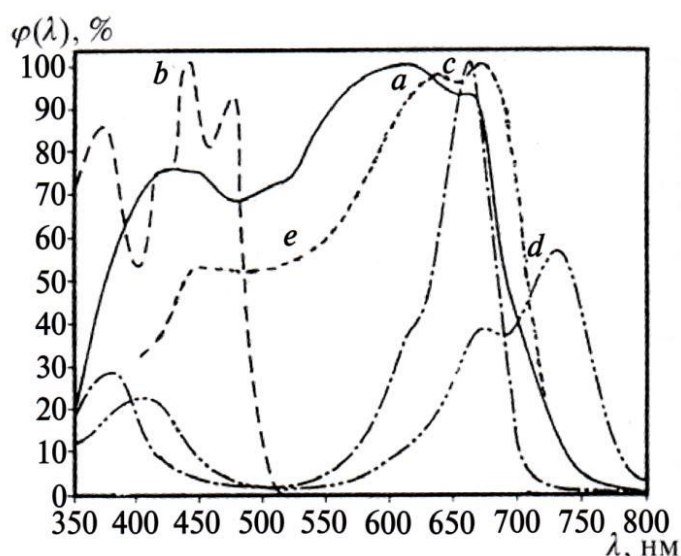


Рисунок 1 - Прогноз изменения характеристик источников света

Все указанные направления взаимосвязаны экономически и могут быть решены только в симбиозе аграрных и технических знаний. Существенно улучшить технико-экономические показатели систем освещения теплиц позволяет применение светодиодных источников света с заданным спектром излучения. Спектральный состав светодиодных источников света разнообразен и целенаправленно может быть сформирован на стадии изготовления светодиода. Известно, что комплексное воздействие света на растения определяется спектральным диапазоном длин волн 280–750 нм. На рисунке 2 приведен график спектральной зависимости эффективности фотосинтеза от длины волны светового излучения [4,8].



а – поглощение фоторецепторами растений; b – поглощение коротковолнового фотопигмента; с – поглощение красной формы фотохрома; d – поглощение дальней красной формы фотохрома; e – эффективность фотосинтеза растений

Рисунок 2 - Относительные спектральные кривые воздействия оптического излучения на растения

Светодиоды по своей физической природе – монохроматические источники света. Однако применяя сочетания светодиодов различных полупроводниковых систем и используя люминофоры, можно изготовить источник света заданного спектрального состава, включая и получение белого света. Светодиодные источники красного света появились одними из первых в результате планомерных работ с полупроводниковыми соединениями типа АІІВV. На основе системы GaAs создаются светодиоды инфракрасного диапазона оптического спектра с длиной волны излучения 870 нм. Светодиоды красного свечения видимой части оптического спектра изготавливают на основе полупроводниковых соединений AsP/GaAs. Система AlInGaP/GaAs позволяет выполнять светодиоды яркого свечения в красном (626 нм), оранжевом (610 нм) и желтом(590 нм) спектральных диапазонах. Светодиодные источники зеленого свечения изготавливают на основе GaN структур с гомогенным р-п переходом, в частности структура InGaN/GaN позволяет создать светодиодный источник света зеленого свечения, обладающий высокой яркостью [2,3,6]. Светодиодные источники света голубой и синей части спектра оптического диапазона создаются на базе твердых растворов In-GaN. Спектры излучения наиболее распространенных полупроводниковых светодиодных систем приведены на рисунке 3 .

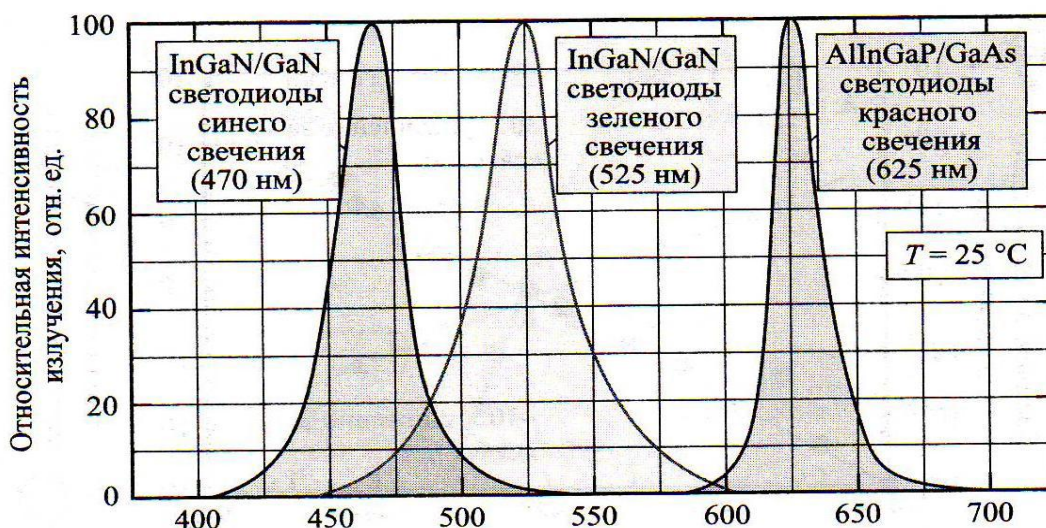


Рисунок 3 - Спектры излучения светодиодов красного, зеленого и синего свечения на основе гетероструктур материалов АІІВV

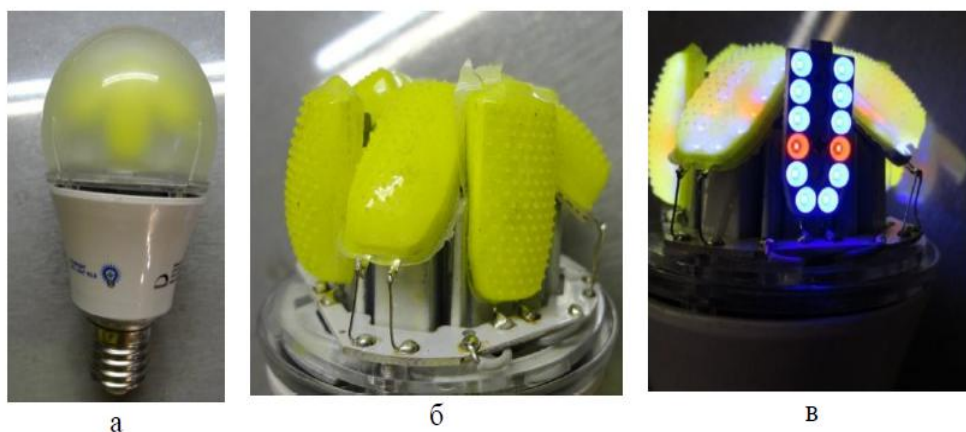
Таким образом, оперируя различными полупроводниковыми структурами, можно создать монокристалльный светодиод практически любого спектра излучения. Однако такие сложные технологии не всегда приводят к созданию светодиодов низкой стоимости. Целесообразнее получать заданный спектр излучения комбинацией дешевых монохроматических светодиодов в конструкции самого светильника, предназначенного для обеспечения требуемой светоккультуры выращиваемых в теплице растений. Примером светодиодов для аграрного применения могут служить мощные светодиоды компании LED Engin в 1-, 4-, 12- и 24-кристальном исполнении. Наряду с мощными светодиодами белого цвета (холодный, нейтральный, теплый) LED Engin предлагает светодиоды красного, «глубокого» красного (Deep Red) и «далекого» красного (Far Red – экстремально красный, граница видимого спектра между красным и инфракрасным), зеленого, синего и янтарного цветов, а также специальные светодиоды Dental Blue и ультрафиолетовые (365 нм и 400 нм) светодиоды (рисунок 4). Конструктивное исполнение комбинированных источников света выполняется, как правило, формированием светодиодов разных спектров излучения в одном корпусе.



Рисунок 4 - Светодиоды компании LED Engin



Однако при большом наборе монохроматических светодиодов создание и тем более управление такой полупроводниковой структурой затруднено. Поэтому разработчики всё чаще обращаются к оптическим системам с удалённым люминофором по аналогии с люминесцентными лампами. В то же время в светодиодных лампах удалённый люминофор можно имплантировать в мягкие силиконовые оболочки. Пример конструктивного исполнения такой светодиодной лампы показан на рисунке 5.



а – общий вид светодиодной лампы с удаленным люминофором; б – оболочки удаленного люминофора одеты; в – свечение группы монохроматических светодиодов со снятой оболочкой

Рисунок 5 - Светодиодная лампа с удаленным люминофором:

Таким образом, используя современные технологии, можно создать светильник для тепличного освещения практически любого спектра излучения с уровнем светоотдачи в 80–100 люменов на ватт, что позволит снизить потребление электроэнергии теплицей в 2–3 раза по сравнению с используемыми сейчас металлогалогеновыми лампами дугового разряда [4,9]. Пример использования светодиодного светильника со специальным спектром излучения приведен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Светодиодный светильник для теплиц УСС БИО и пример его применения



Наметившиеся тенденции расширения применения светодиодов коснутся также и уличного освещения на селе. Так, страны Юго-Восточной Азии уже поставляют на потребительский рынок первые светодиодные лампы для целей бытового освещения, где недостаточная сила света единичного светодиода компенсируется комбинацией нескольких десятков светодиодов в одной конструкции. Уже созданы светодиодные прожекторы на GOB светодиодах, создающие световой поток в 13 300 лм и более [4,7,8].

Другим важным элементом наружного освещения является система управления освещением. В современных системах освещения сельскохозяйственных производств наиболее перспективным является установка ящичков управления освещением типа ЯУО 6030. Он содержит, помимо элементов защиты и приборов учета, фотоэлектрические датчики «день – ночь» и таймер режима включения. Датчики «день – ночь» включают освещение только в темное время суток, а таймер позволяет задавать время работы системы освещения по графику включения (например, по времени дойки коров или по графику освещения теплиц). Это позволяет максимально экономично расходовать покупную электроэнергию и обеспечивать режимные графики освещения растений, исходя из условий фотосинтеза.

#### ***Библиографический список***

1. Галушак, В. С. Энергосберегающее прожекторное освещение строительных площадок [Текст] / В. С. Галушак // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер. Политехническая. – 2011. – № 2(16).
2. Григораш, О. В. Электроэнергетика сельского хозяйства [Текст] / О. В. Григораш, Е. А. Власенко, Н. Н. Кирьян // Актуальные проблемы АПК: материалы МНПК. – Саратов: Издательство «КУБиК», 2010. – С. 127–128.
3. Бышов, Д.Н. Исследование работы измельчителя воскового сырья [Текст] / Д. Н. Бышов, И.А. Успенский, Д. Е. Каширин, Н.В. Ермаченков, В.В. Павлов // Сельский механизатор. – № 7 – 2015. – С. 28–29.
4. Бышов, Н.В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воскоперговой массы [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ – №1 – 2013. – С.160-162.
5. Нагаев, Н.Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : диссертация на соис. уч. степ. кандидата техн. наук [Текст] / Нагаев Н.Б.– Рязань, 2016.
6. Нагаев, Н.Б. Испытания агрегата для вытопки воска из рамок [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин, К.В. Буренин // Сельский механизатор № 7 2015. – М.– С. 26-27.
7. Нагаев, Н.Б. Исследование процесса вытопки воска [Текст] / Н.Б. Нагаев, В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин Т.В. Торженкова, Н. А. Грунин // Пчеловодство №3 2014 г, Москва, 2014 . – С.50-51

8. Каширин, Д.Е. Стенд для испытаний системы частотный регулятор – асинхронный электродвигатель [Текст] / Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Сельский механизатор № 2 2018. – М. – С. 34-35.

9. Каширин, Д.Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных двигателей/ Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев// Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева № 4(36) 2017.– С. 91-95.

10. Козлов, Д.Г. Светотехника и электротехнологии: учебное пособие / Д.Г. Козлов, Р.К. Савицкас. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. - 363 с.

11. Козлов Д.Г. Анализ применения фотоэнергетики при предпосевной обработке семенного материала /Д.Г. Козлов, Р.К. Савицкас, Л.Н. Титова//Электротехнические комплексы и системы управления, №2 (34), 2014. - С. 66-71.

**УДК 519.876**

*Мохова В.А.,  
Хапрова Ю.Д.,  
Юдаев Ю. А. д.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ВЫХОДЕ ИНВЕРТОРА**

Важным показателем работы инвертора является качество электрической энергии на выходе. Электроприемники и аппараты, присоединенные к электрическим сетям, предназначены для работы при номинальных параметрах частоты переменного тока, напряжения, синусоидальности формы кривой питающего напряжения, симметрии напряжений по фазам. Отклонения этих параметров от номинальных значений ухудшает показатели работы электроприемников и наносит серьезный ущерб сельскохозяйственным предприятиям [1,2].

В то же время качество электроэнергии на месте производства не гарантирует ее качество на месте потребления. Характер работы потребителей электроэнергии существенно влияет на параметры качества электроэнергии. Качество электроэнергии до и после включения потребителя в точке его присоединения может быть различно.

Одним из показателей качества электрической энергии является коэффициент гармоник [3].

Мощные инверторы, мощностью более 1,5 кВт, как правило, на выходе имеют напряжение не синусоидальной формы, а так называемый модифицированный синус, рисунок 1. Это связано с тем, что при получении чистого синуса на коммутирующих транзисторах выделяется большая мощность  $P = IU$ , которая с одной стороны уменьшает к.п.д. инвертора, а с

другой – является существенным препятствием, ограничивающим надежность устройства.

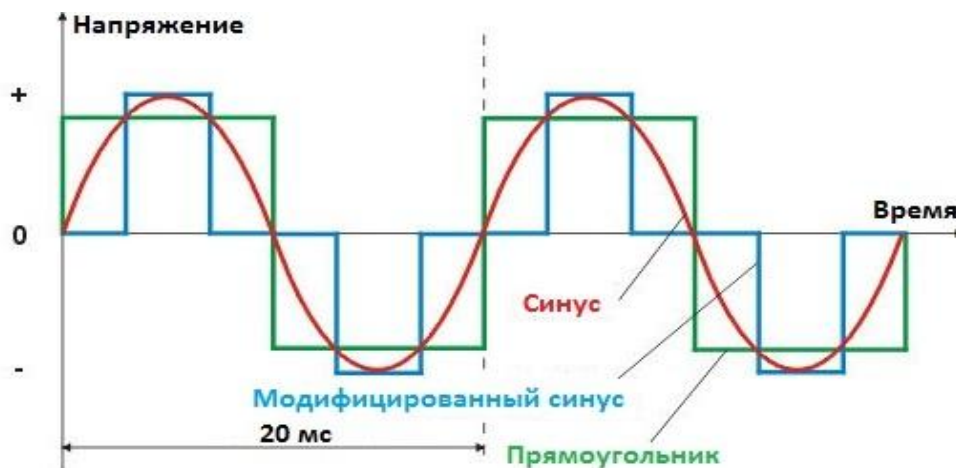


Рисунок 1 - Форма напряжения на выходе инвертора

Применение модифицированного синуса, также уменьшает к.п.д. инвертора, но не приводит к выделению большой мощности на коммутирующих элементах (тиристорах или транзисторах), т. к. они работают в ключевых режимах, при которых падение напряжения на них составляет несколько вольт. Такой подход построения инверторов приводит к тому, что в выходном напряжении присутствуют гармонические составляющие.

Для анализа гармонических составляющих было разработано программное обеспечение, которое позволило исследовать форму выходного напряжения инвертора в зависимости от аппроксимирующей функции [4].

Если функция  $y(t)$  задана Нординатами  $y_1$  с разбиением периода  $T = 1/f_1$  на равные отрезки времени  $\Delta t$ , то для численного интегрирования можно использовать метод прямоугольников. Основные расчетные соотношения имеют вид

$$A_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

$$A_{sn} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N y_i \sin\left(\frac{2\pi ni}{N}\right)$$

$$A_{cn} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N y_i \cos\left(\frac{2\pi ni}{N}\right)$$

$$A_n = \sqrt{A_{sn}^2 + A_{cn}^2}$$

$$\varphi_n = \arctg\left(\frac{A_{cn}}{A_{sn}}\right)$$

При использовании программ усеченный  $m \leq 2N$  членами ряд Фурье дает приближение к  $y(t)$  с минимальной среднеквадратической погрешностью.

Для повышения точности спектрального анализа целесообразно аппроксимировать  $y(t)$  ступенчатой линией и сместить ее на половину шага  $\Delta t$ , добавив  $\Delta t/2$  к текущему времени. Кроме того, можно вычислять интегралы на каждом отрезке по точным аналитическим формулам. Так, для  $a_n$  в этом случае получим выражение:

$$A_n = \frac{2}{T * 2\pi} \sum_{i=1}^N y_i \int_{(i-1)\Delta t}^{i\Delta t} \cos \left[ 2\pi n f_1 \left( t + \frac{\Delta t}{2} \right) \right] d \left[ 2\pi n f_1 \left( t + \frac{\Delta t}{2} \right) \right]$$

Для повышения точности вычислений заменим  $a'(t)$  ступенчатой кривой, смещенной во времени на  $\Delta t/2$ . При этой в пределах каждого отрезка времени:

$$a'(t) \cong \frac{\Delta a(t)}{\Delta t} = \frac{a_i - a_{i-1}}{\Delta t},$$

будем иметь:

$$A_c(f) = \frac{\sin \pi f \Delta t}{\pi f \Delta t} \sum_{i=1}^N (a_i - a_{i-1}) \cos \pi f \Delta t (2i - 1)$$

$$A_s(f) = \frac{\sin \pi f \Delta t}{\pi f \Delta t} \sum_{i=1}^N (a_i - a_{i-1}) \sin \pi f \Delta t (2i - 1)$$

Полученные формулы позволили провести расчеты, результат которых показаны на рисунках 2 - 5.

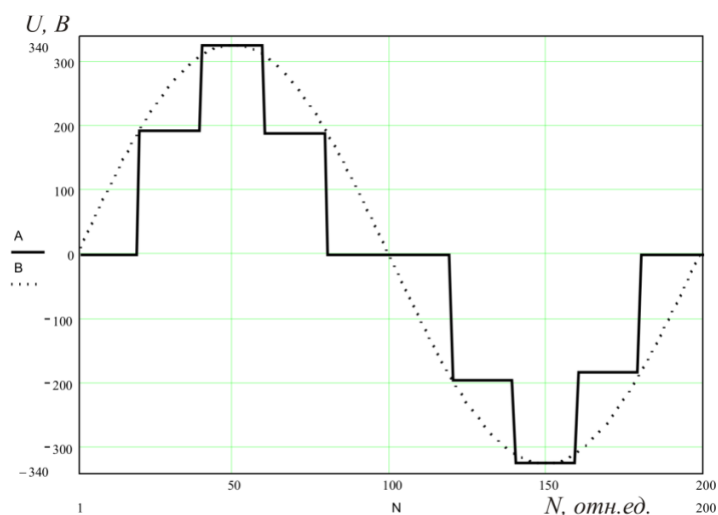


Рисунок 2 – Форма выходного напряжения инвертора «три ступени»

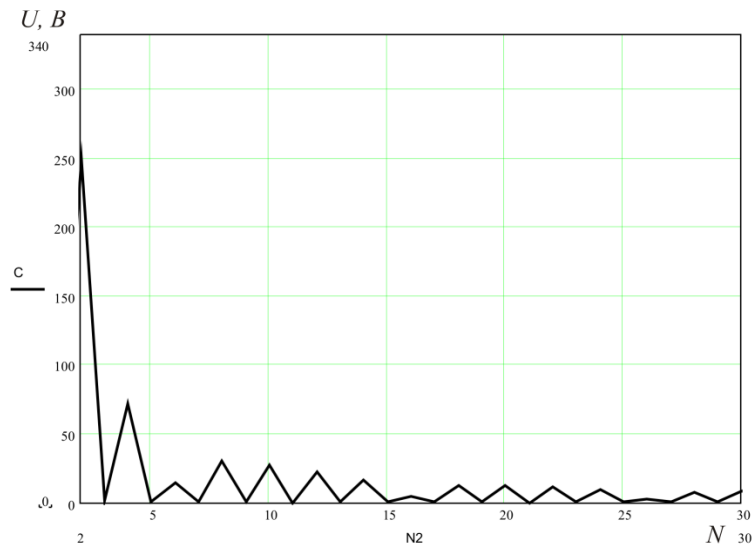


Рисунок 3 – Огибающая спектра для тридцати первых гармоник выходного напряжения «три ступени»

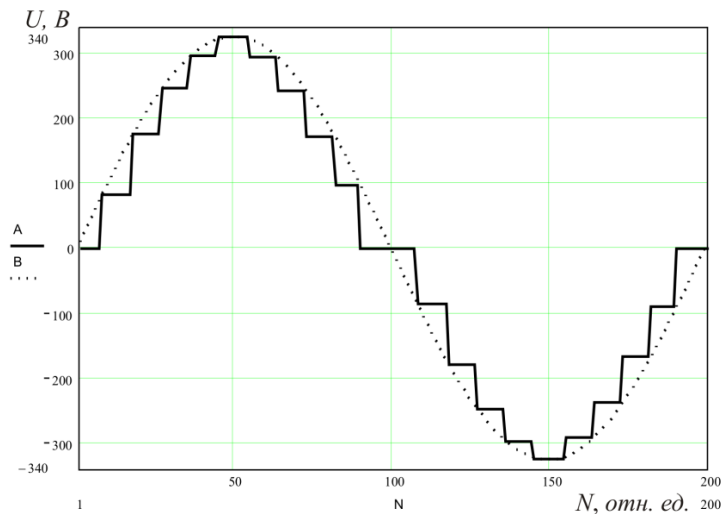


Рисунок 4 – Форма выходного напряжения инвертора «девять ступеней»

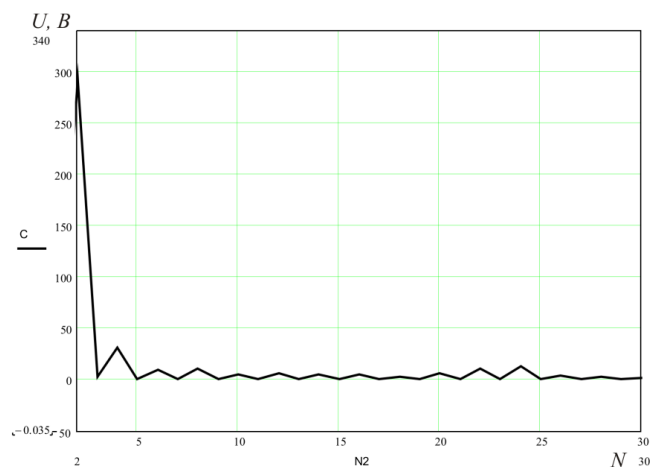


Рисунок 5 – Огибающая спектра для тридцати первых гармоник выходного напряжения «девять ступеней»

В таблице 1 приведены значения десяти первых гармоник для различных видов выходного напряжения инвертора при амплитудном значении 325 В.

Таблица 1 - Значения первых десяти гармоник

№ гармоники	Форма выходного напряжения инвертора (количество ступеней)				
	3 <i>U, В</i>	5 <i>U, В</i>	7 <i>U, В</i>	9 <i>U, В</i>	23 <i>U, В</i>
0	0.0094	0.0560	0.0163	0.0354	0.0224
<b>1</b>	<b>248.6596</b>	<b>271.5831</b>	<b>283.9597</b>	<b>291.5536</b>	<b>310.2828</b>
2	1.4818	1.9113	2.1164	2.1933	2.2626
<b>3</b>	<b>71.3233</b>	<b>50.7475</b>	<b>38.1433</b>	<b>31.3845</b>	<b>14.3231</b>
4	0.7402	0.2826	0.0838	0.2943	0.7134
<b>5</b>	<b>13.8513</b>	<b>13.0201</b>	<b>10.1626</b>	<b>9.1457</b>	<b>4.8679</b>
6	0.4927	0.4860	0.2210	0.0283	0.4423
<b>7</b>	<b>30.4664</b>	<b>18.5884</b>	<b>13.0668</b>	<b>10.5039</b>	<b>4.7750</b>
8	0.3686	0.3112	0.3740	0.2689	0.2000
<b>9</b>	<b>27.4468</b>	<b>7.5610</b>	<b>5.3423</b>	<b>4.5246</b>	<b>2.7478</b>
10	0.0000	0.1103	0.3363	0.3165	0.1192

Проведенные расчеты позволяет разрабатывать мощные инверторы с учетом коэффициента гармонических составляющих.

#### *Библиографический список*

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Электронный ресурс]/ — Электрон.текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013.-332 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22732>. - ЭБС «IPRbooks».
2. Бышов, Н. В. Пути научного обеспечения развития АПК [Текст] / Н. В. Бышов, М. М. Крючков, М. М. Крючков (мл.) // Вестник РГАТУ. -2010. -№ 4. - С. 3-5.
3. Юдаев Ю. А. Метод уменьшения энергозатрат в агропромышленном комплексе [Текст]/Бышов Д.Н., Карзанов С.И.// Материалы 70-ой Международной научно-практической конференции «Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса» Рязань, РГАТУ, 2018. С. 503 -507.
4. Юдаев Ю.А. Применение современных программных и аппаратных средств для моделирования технологических процессов в агроинженерии[Текст]/ Кожанова Т.В., Юдаев М.Ю.// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 4. С. 106-113.

### Секция 3

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

УДК 631.372

*Бортник А.В.,  
Успенский И.А., д.т.н.,  
Юхин И.А., д.т.н.,  
Колчин Н.Н., д.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ ПОПЕРЕЧНО-ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ**

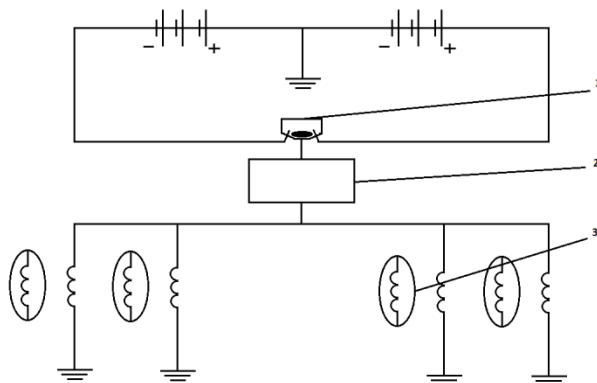
Роль транспорта в сельскохозяйственном производстве значительна. Он является связующим звеном в технологической цепи агропромышленного комплекса Российской Федерации (АПК РФ). Развитие сельскохозяйственного производства неизбежно влечет за собой возрастание объема перевозок. Поэтому вопросы повышения производительности труда и снижения повреждений продукции АПК РФ, которые возможны на транспорте, приобретают в настоящее время большое значение [1].

Устройства для снижения горизонтальных поперечных колебаний и в вертикальной плоскости помогают прийти к выгодному решению. Известно, что поперечные колебания в вертикальной и горизонтальной плоскостях взаимосвязаны. При этом они связаны в разной степени в зависимости от конструкции автопоезда. Так подбор жесткостных характеристик рессор позволяет в необходимой мере не реагировать на небольшие возмущения от неровностей дороги, и как следствие этого, наиболее плавно воспринимать резкие нагрузки, и что очень важно, без потери управляемости.

Развитием этого направления стала идея активной подвески, которая за счет изменения давления в воздушных или гидравлических амортизаторах увеличивает (уменьшает) жесткость, величину хода, а также высоту расположения остова, крен на наклонных плоскостях. Таким образом, практически вся проблема устойчивости при правильном подборе скоростных характеристик сервоподвески, блока управления решается весьма эффективно. Однако даже для современного развития техники, уровень оборудования такого прицепа все еще слишком высок (очень дорого, недостаточно надежно и требует больших затрат энергии на обеспечение работы всех приводов и электронных управляющих устройств).

Одними из простейших являются системы стабилизации крена с маятником или жидкостным датчиком (разница лишь в системе преобразования сигнала от датчика к исполнительным органам). Для примера приведен второй вариант (Рисунок 1); жидкостный креномер 1 при наклоне кузова (например, вправо), замыкает средний контакт с правым двигателем. При этом

электродвигатели 2 включают соответствующие клапаны, и в пневморессоры правого борта подается воздух под давлением, а из рессор левого воздух выходит. Этот процесс выравнивает кузов, и контакты креномера размыкаются, электродвигатели клапанов включаются. Замедлитель 3 необходим для предотвращения срабатывания системы при случайных боковых толчках.



1-жидкостный креномер; 2-электродвигатели; 3-замедлитель

Рисунок 1 – Схема управления сервоподвеской

Для повышения поперечно-горизонтальной устойчивости возможно изменение ширины колеи, при чем как в ручном, так и в механизированных режимах во время движения. Общим недостатком устройств является недостаточное быстродействие, что уменьшает возможность использования при резких динамических нагрузках, повышая поперечную устойчивость лишь кратковременно.

При прямолинейном движении устойчивость прицепов обеспечивается в основном следующим рядом мероприятий:

1. Смещение центра масс прицепа вперед от задней оси;
2. Уменьшение длины сцепного устройства;
3. Демпфирование ударных продольных и поперечных нагрузок;
4. Подбор жесткостных характеристик и рессор (смягчение возмущающих воздействий неровностей дороги);
5. Фиксация сцепного устройства или поворотной тележки прицепа для обеспечения прямолинейного движения;
6. Введение активных средств (устройств с электрическим управлением).

Зависимость критической скорости от длины дышла имеет закономерность, представленную на рисунке 2, кроме того, значительное повышение устойчивости дается смещением точки сцепки по отношению к оси заднего моста предыдущего прицепа (Рисунок 3), что увеличивает устойчивость до 25%.



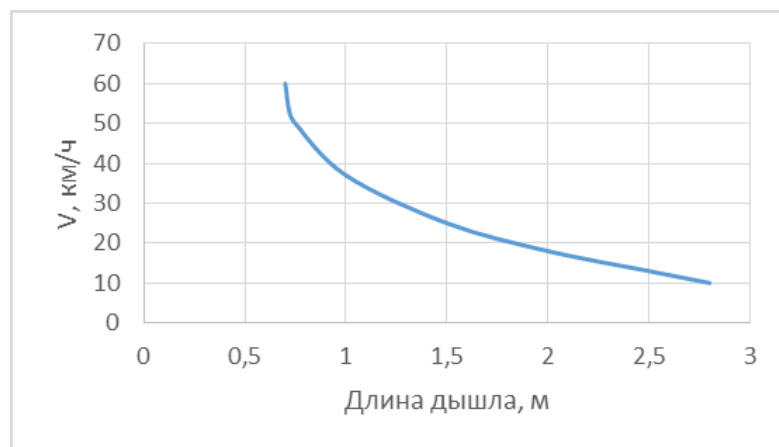


Рисунок 2 – Зависимость критической скорости от длины дышла

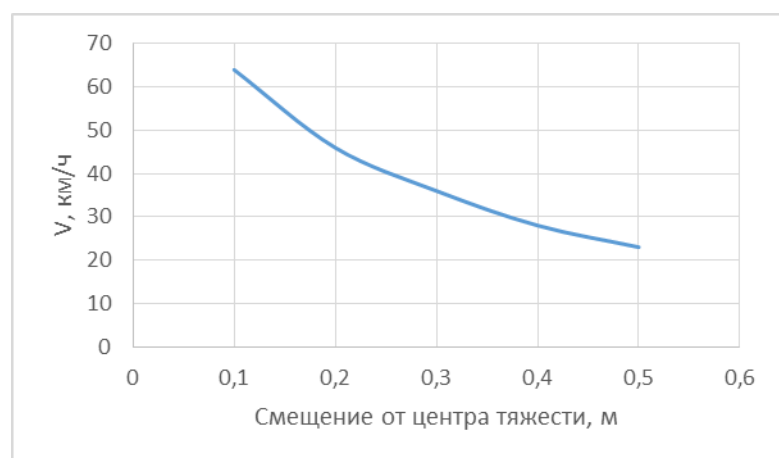


Рисунок 3 – Зависимость критической скорости от положения центра тяжести

Несмотря на то, что данная конструкция проста в исполнении, она устраняет частичные явления бокового заноса.

Использование тракторных прицепов с устройствами стабилизации положения кузова [2, 3] для перевозки плодоовощной продукции в условиях сельскохозяйственного производства позволяет повысить производительность перевозок на 9% и уменьшить уровень повреждений плодоовощной продукции (яблок в контейнерах при работе на полях с углами уклона поверхности до  $10^0$ ) до 1,1 ... 1,21 раза по сравнению с серийными прицепами.

Данные, полученные в процессе и в результате проведения исследований, описанных в работах ученых ФГБОУ ВО РГАТУ, на основе анализа, обсуждения и апробации в ведущих аграрных ВУЗах и НИИ РФ и РБ, привели к созданию ряда перспективных технико-технологических решений [4, 5, 6, 7, 8], исследования и внедрение которых являются целью нашей дальнейшей работы. По части одних устройств уже проведены теоретические или полевые исследования их эффективности [8, 9, 10], по некоторым исследования ведутся в настоящее время.

Нами предложено:

- устройство стабилизации кузова транспортного агрегата [4], технический результат от использования которого заключается в снижении поперечных колебаний кузова и, как следствие, повышении его устойчивости, что приведет к уменьшению повреждений перевозимого груза;

- тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний [5], технический результат от использования которого заключается в повышении устойчивости машинно-тракторного агрегата и плавности его хода, а также снижении величины повреждений продукции при продольных ускорениях агрегата за счет непрерывного изменения жесткости пары шток-дышло;

- устройство фиксации для прицепного ТС (Рисунок 4) [7, 8], техническое решение которого позволяет улучшить условия труда, придать ТС большую маневренность при работе, а также повысить его надежность и уменьшить повреждения сельскохозяйственной продукции;

Использование предлагаемого устройства позволяет улучшить условия труда, повысить производительность и надежность при эксплуатации прицепов, так как быстрое действие и автоматизм данного устройства придает ТС хорошую маневренность и сокращает потери времени и повреждения груза особенно при движении задним ходом [6, 8, 9].



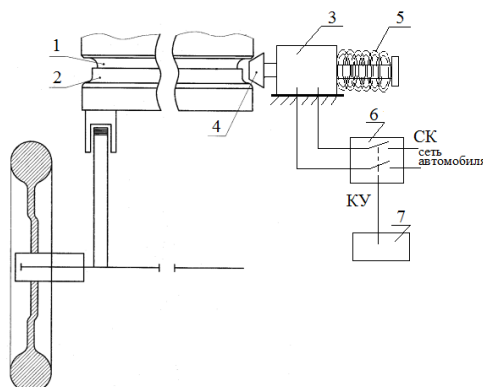
1 – верхнее полукольцо; 2 – нижнее полукольцо; 3 – фиксатор; 4 – пневматическая диафрагма

Рисунок 4 – Устройство фиксации прицепного ТС, выполненное на прицепе 2ПТС-4

- прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов (рисунок 5) [7].

Фиксация прицепного транспортного средства обеспечивается в трех зонах, равномерно расположенных по окружности ( $120^{\circ}$  относительно друг друга), путем применения электромагнитов с подпружиненными сердечниками, наружные поверхности которых выполнены в виде усеченных конусов, и входят в пространство между верхним и нижним полукольцами, при этом управление электромагнитами осуществляется посредством реле, соединенного с датчиком задней скорости коробки передач автомобиля.

Использование предлагаемого устройства позволяет повысить надежность фиксации подкатной тележки прицепного транспортного средства относительно рамы.



1 – верхнее полукольцо; 2 – нижнее полукольцо; 3 – электромагнит; 4 – сердечник; 5 – пружина; 6 – реле (СК – силовые контакты, КУ – контакт управления); 7 – датчик задней скорости

Рисунок 5 – Устройство для фиксации прицепного транспортного средства

Таким образом, передовые технологии в области электроники, сенсорной техники и программного обеспечения определяют характер агротехнических инноваций и приведут к увеличению автоматизации рабочих процессов в растениеводстве с целью организовать работу более эффективно, качественно, точно, экологично и экономически целесообразно.

Приоритетное развитие получит разработка инновационных технологий, обеспечивающих значительное увеличение урожайности, продуктивности и ресурсосбережения в сельском хозяйстве.

### ***Библиографический список***

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

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

3. 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.

4. Пат 2519304 РФ, МПК51 В 62 D 37/00 Устройство стабилизации кузова транспортного средства / Успенский И.А., Симдянкин А.А., Юхин И.А., Жуков К.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Ильченко А.Ю., Павлов В.А. (RU), заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» - № 2012157940; заявл. 28.12.2012; опубл. 10.06.2014, бюл. № 16. – 9 с. : ил.

5. Пат 154410 РФ, МПК51 В60D1/00. Тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний / Симдянкин А.А., Попов А.С., Успенский И.А., Юхин И.А., Бышов Н.В., Бoryчев С.Н. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) (RU) - № 2015101808/11; заявл. 22.01.2015; опубл. 20.08.2015, бюл. № 23. – 2 с. : ил.

6. Успенский И.А. Перспективные устройства для повышения сохранности плодоовощной продукции при внутривозвездных перевозках / И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.А. Жуков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 1104 – 1114. – IDA [article ID]: 0951401064. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/64.pdf>, 0,688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

7. Пат 167067 РФ, МПК51 В 62 D 13/00, В 62 D 53/08. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Ахмедов Р.К., Симдянкин А.А., Юхин И.А., Успенский И.А., Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Кокорев Г.Д., Шафоростов В.А., Родионова Е.А., Голиков А.А., Панкова Е.А. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ - № 2016123860/11; заявл. 15.06.2016; опубл. 20.12.2016, бюл. № 35. – 2 с. : ил.

8. Пат 96547 РФ, МПК51 В 62 D 1/00. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Безруков Д.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Пименов А.Б., Юхин И.А., Николотов И.Н. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева - № 2010100253/22; заявл. 11.01.2010; опубл. 10.08.2010, бюл. № 22. – 2 с. : ил.

9. Успенский, И.А. Прицепное транспортное средство для перевозки с-х грузов / И. А. Успенский, И. А. Юхин, И. В. Ковалев, А. Б. Пименов // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. - №9. – С. 18 – 19.

10. Бышов, Н.В. Инновационные решения в технологиях и технике для внутривозвездных перевозок плодоовощной продукции растениеводства / Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Е. П. Булатов, И. В. Тужииков, А. Б. Пименов / Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства. Материалы Международной научно-технической конференции: Сборник научных трудов ГНУ ВИМ Россельхозакадемии – М.: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2011. – Том 2. - С. 395 – 403.

11. Кондрашова Е.В. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, К.А. Яковлев и

др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 4 (47). - С. 80-86.

12. Кондрашова Е.В. Исследование влияния параметров ходовой части и шин на интенсивность колебаний колес автомобилей / Е.В. Кондрашова, И.М. Петрищев, А.В. Скрыпников и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2 (45). - С. 46-55.

13. Бышов, Н.В. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Н.В. Аникин, Г.А. Борисов, А.А. Голиков, И.Н. Кирюшин, Г.Д. Кокорев, С.В. Колупаев, М.Ю. Костенко, А.М. Кравченко, М.Б. Латышенок, С.Д. Полищук, Г.К. Рембалович, А.А. Симдянкин, С.В. Тимохин, И.А. Успенский, А.В. Шемякин, И.А. Юхин//Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2015. -192с.

**УДК 631.3-1/-9**

*Дорофеева К.А.,  
Волошин Я.А.,  
Успенский И.А., д.т.н.,  
Юхин И.А., д.т.н.,  
Киреев В.К., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ КАРДАНЫХ ВАЛОВ В ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ**

Для поддержания автомобилей в сельском хозяйстве в готовности к использованию по назначению, своевременного и качественного проведения их ТО и Р, необходимо повысить уровень контроля за состоянием автомобилей в сельском хозяйстве на всех этапах эксплуатации, что несомненно повысит эффективность системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве [1].

В настоящее время сложилась ситуация в которой решающее значение имеет увеличение долговечности деталей и узлов, как тракторов, так и всей сельскохозяйственной техники в целом [2, 3, 4]. Наиболее недолговечными являются трансмиссии, в частности карданные валы. Из этого следует, что к безотказной работе карданных валов и полном использовании их ресурсов проявляется большая заинтересованность, т. к. контроль технического состояния со своевременным обслуживанием является главной перспективой безотказной работы машины [5, 6, 7].

Механизм, благодаря, которому происходит передача крутящего момента между валами, пересекающимися в центре и имеющими возможность взаимного углового перемещения называют карданная передача.

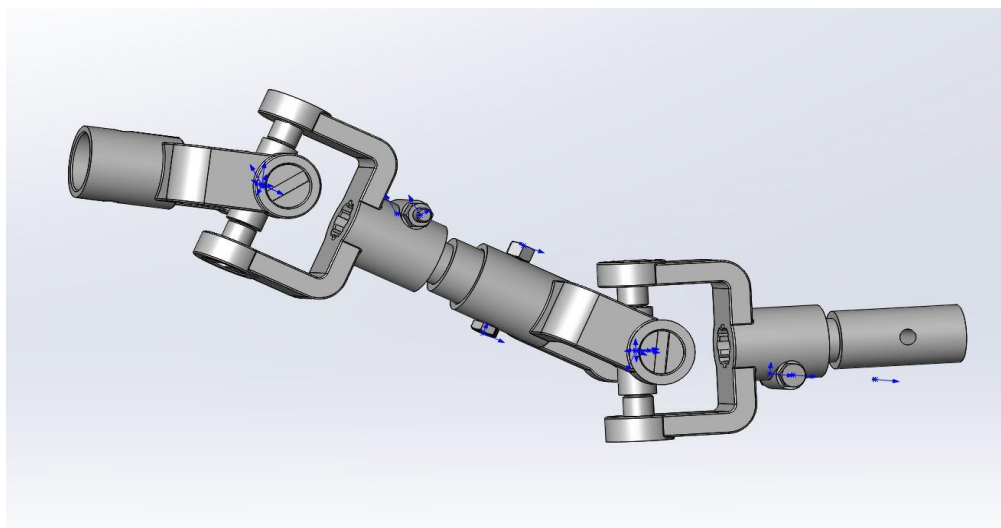
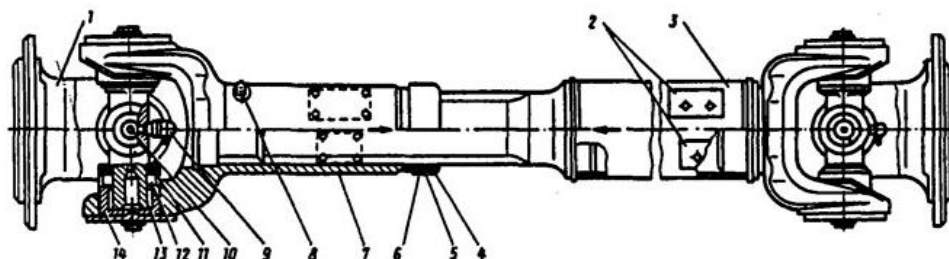


Рисунок 1 – Карданная передача

Главной задачей карданного вала служит передача крутящего момента от одного агрегата к другому, при этом оси данных агрегатов могут не совпадать, работать при изменяющихся межосевых расстояниях в разных плоскостях. В машинах карданный вал передает крутящий момент от коробки передач к ведущим мостам (полноприводная и классическая компоновка).

Существенным недостатком карданной передачи является несинхронность валов, т.е. один вал вращается равномерно, а другой соответственно нет, это значит, что происходит увеличение угла между валами.



Детали карданного вала: 1. фланец вилки; 2. балансировочные пластины; 3. вал; 4. кольцо сальника; 5. сальник; 6. обойма сальника; 7. скользящая вилка; 8. масленка вилки; 9. масленка крестовины; 10. крестовина; 11. торцевое уплотнение; 12. сальник игольчатого подшипника; 13. игольчатый подшипник; 14. крышка подшипника

Рисунок 2 – Расположение деталей карданного вала

Карданный вал изготавливается из жёсткой трубы, где на одном конце закрепляется неподвижная шарнирная вилка, а на другом шлицевая вилка, на которую закреплена скользящая вилка с шарниром.

Оптимальный угол передачи для карданного вала 100-200 градусов, при данном угле достигается самый высокий коэффициент полезного действия. Если же угол передачи будет превышать 200 градусов, то будет расти нагрузка на шарниры.

Неисправный карданный вал может негативно повлиять на работу других агрегатов, т. е. привести к их поломке. Необходимо тщательно проводить балансировку карданного вала, т. к. именно балансировка вала способствует надежности и долговечности использования всех узлов и механизмов трансмиссии. Благодаря балансировки можно обнаружить дисбаланс в механизме и уравновесить его балансировочными грузиками, которые привариваются на трубы карданной передачи. Карданный вал, который прошел балансировку надлежащим образом, должен осуществлять свою работу бесшумно и срок его службы соответствовать заводским паспортным данным.

Рассмотрим несколько примеров карданных валов зарубежной сельскохозяйственной технике.

Карданный вал CLAAS ROLLANT 34 состоит из: 1. колесо опорное; 2. шайба; 3. пружина сжатия; 4. штифт передвигной; 5. вилка насадная; 6. кольцо стопорное; 7. пресс-масленка; 8. кольцо стопорное; 9. крестовина; 10. вилка сдвоенная; 11. пресс-масленка; 12. вилка желобчатая; 13. штифт распорный; 14. цепь несущая; 15. труба профильная; 16. труба защитная; 17. воронка защитная; 18. воронка защитная; 19. кольцо торцовое; 21. колесо опорное; 22. муфта штифтовая; 23. картер сцепления; 24. диск ведущий; 25. ролик цилиндрический; 26. пружина сжатия; 27. ступица; 28. шарик стальной; 29. шайба нажимная; 30. кольцо стопорное; 31. пружина сжатия; 32. втулка стопорная; 33. кольцо угловое; 34. кольцо запорное; 35. вилка желобчатая; 36. крестовина; 37. труба профильная; 38. труба защитная; 39. кольцо опорное; 40. воронка защитная.

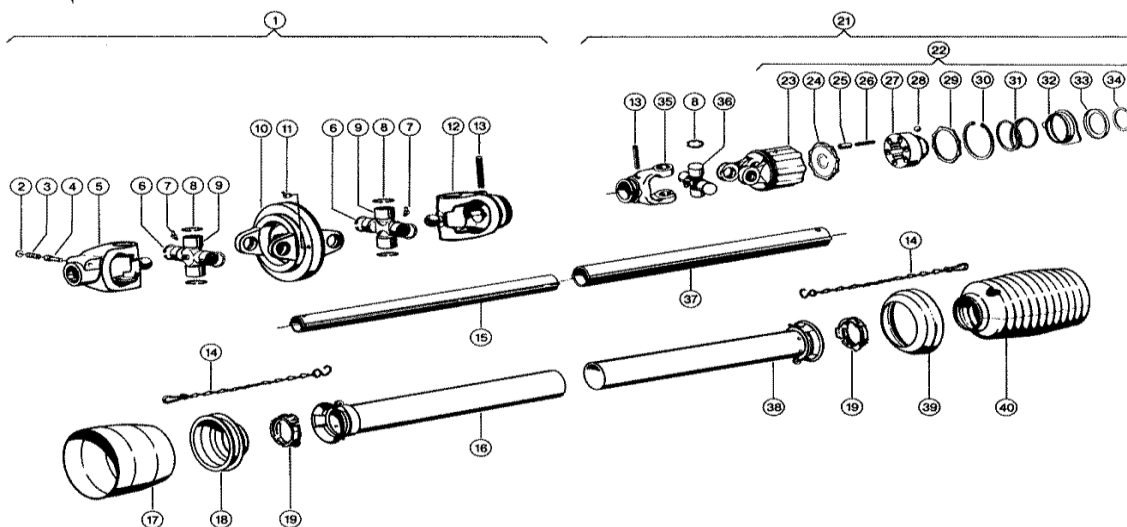
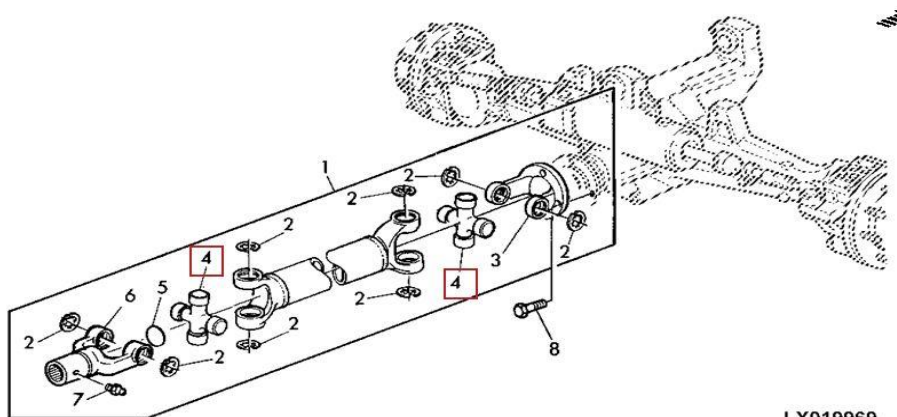


Рисунок 3 – Широкоугольный карданный вал с обгонной муфтой CLAAS ROLLANT 34

Claas германская компания, основанная в 1913 году. Выпускает широкий ассортимент сельскохозяйственной техники (тракторы, зерноуборочные комбайны, кормоуборочные комбайны, грабли и т. д.). В 1971 году компания Claas сделала большой шаг, в техническом прогрессе разработав пикап для уборки сахарного тростника. В 2013 году компания изготовила 450 тысяч зерноуборочных комбайнов. Данный результат является лучшим в мире.





LX019969

Рисунок 4 – Карданный вал в сборе AL117422 на трактор JOHN DEERE 6215

Американская компания JOHN DEERE была основана в 1837 году. Компания производит одно из самых передовых оборудований для сельскохозяйственной и лесной промышленности. Первые разработки и выпуск тракторов марки JOHN DEERE датированы 10-ми годами XX века. В 2016 году марка JOHN DEERE вошла в рейтинг компаний по объемам выручки Fortune Global 500. В настоящее время данная компания является лучшим производителем сельскохозяйственной техники, в компании трудится более 67 тысяч человек.

Многие производители импортной техники не уделяют должного внимания системе технического обслуживания карданных валов, сокращая интервалы замены их шарниров. Таким образом, решение задачи повышения ресурса карданных шарниров за счет разработки способов технического обслуживания и технических средств для диагностирования, обеспечивающих полное использование их ресурса в эксплуатации, обуславливает актуальность данной тематики [8, 9, 10].

### ***Библиографический список***

1. Бышов, Н. В. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования /Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. А. Юхин, К. А. Жуков, С. Н. Гусаров - Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. -187 с.

2. Бышов, Н.В. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства / Н. В. Бышов, Н.Н. Колчин, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2012. - №4. – С. 84 – 87.

3 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



4. 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 2013 г.). Ч. 2. – М.: ВИМ, 2013. – С. 241-244.

5. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский //Учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине "Технологические процессы ТО, ремонта и диагностирования автомобилей" для студентов специальности: 190601 -Автомобили и автомобильное хозяйство - Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ. -2012. -161с.

6. 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

7. 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>, 0,688 у.п.л.

8. 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>, 1 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

9. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной транспортной сельскохозяйственной техники / А.С. Попов, И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №10(114). С. 949 – 974. – IDA [article ID]: 1141510073. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/73.pdf>, 1,625 у.п.л.

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. Аникин Н.В. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК/Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, И.А. Юхин//Международный технико-экономический журнал. -2009. -№3. -С. 92-96.

**УДК 62-503.54**

*Кабанов Д.А,  
Успенский И.А., д.т.н.,  
Юхин И.А., д.т.н.,  
Симдянкин А.А., д.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СИСТЕМА УДАЛЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ САМОХОДНОЙ ТЕХНИКИ КОНЦЕРНА CLAAS**

От чего зависит прибыль предприятия? Прибыль предприятия зависит от наладки машин и затрат на их эксплуатацию. И небольшие предприятия, и крупные сельскохозяйственные организации нуждаются в средствах контроля применения парка машин и работы персонала; это далеко не простая задача. Кроме того, при любых работах требуется наивысшая эффективность: быстрое развертывание в нужное время в нужном месте, беспрепятственное выполнение заданий, четко налаженная логистика [1].

Результаты проведенных исследований и опыт эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве показывают, что на современном этапе существенное повышение эффективности технической эксплуатации не может быть достигнуто проведением разрозненных мероприятий, а требует рассмотрения технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве как системы и применения к ней современных методов исследования и совершенствования сложных систем [2].

Для поддержания автомобилей в сельском хозяйстве в готовности к использованию по назначению, своевременного и качественного проведения их ТО и Р, необходимо повысить уровень контроля за состоянием автомобилей в сельском хозяйстве на всех этапах эксплуатации, что несомненно повысит эффективность системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве [3, 4, 5].

### **Дистанционная диагностика.**

Система CLAAS TELEMATICS может интерактивно отображать текущие сообщения о неполадках и сигналы тревоги машины. Такая удаленная

диагностика, позволяет заранее определять возможные механические или электрические проблемы транспортного средства, что позволяет предотвратить поломку агрегата и снизить риск причинения вреда здоровью механизатора. Сигнал с датчиков и других диагностических данных, напрямую передается из агрегата в сервис-центр, что позволяет проводить своевременное техническое обслуживание и ремонт транспортного средства без необходимости планирования таких работ. Удаленная диагностика нам позволяет экономить время и существенно сокращать эксплуатационные расходы [6, 7].

#### **Весомые аргументы в пользу TELEMATICS:**

1. Оптимизация рабочих процессов: *анализ времени работы;*
2. Оптимизация настроек: раннее выявление потенциальных проблем
3. Упрощение документирования и повышение прозрачности: *учет данных;*
4. Своевременное проведение ТО для увеличения периода безотказной работы: *удаленная диагностика.*
5. Оптимизация работы машин для выполнения конкретных действий: *обработка почвы, уборка урожая.*

**TELEMATICS позволяет целенаправленно оптимизировать выполнение работ на разных участках.**

С системой **TELEMATICS** Мы сможем оптимизировать логистику парка техники во время сезонных работ, а также сумеем настроить каждую машину в отдельности, чтобы достичь максимальной производительности.

Сегодня ни для кого не секрет, что комбайн выполняет на поле лишь около 50% своего потенциала.

Разница в производительности разных механизаторов (в одинаковых условиях) может достигать 40%. Обязательный, корректный, эффективный расчет и документирование требуют существенных административных затрат, в то время как для фермера важны не бюрократические формальности, а то, что происходит на поле, ферме или в мастерской.

#### **TELEMATICS на примере зерноуборочного комбайна:**

Исследования, проведенные в Германии и Великобритании, подтверждают:

1. Увеличение коэффициента использования раб.времени до 7%;
2. Повышение производительности до 10%;
3. Уменьшение затрат на 0,5%;
4. Сокращение уборочной работ на три дня или увеличение обработанной площади для каждого комбайна на 150 га в сезон, что предвещает потенциальную экономию до 15 000 € в год

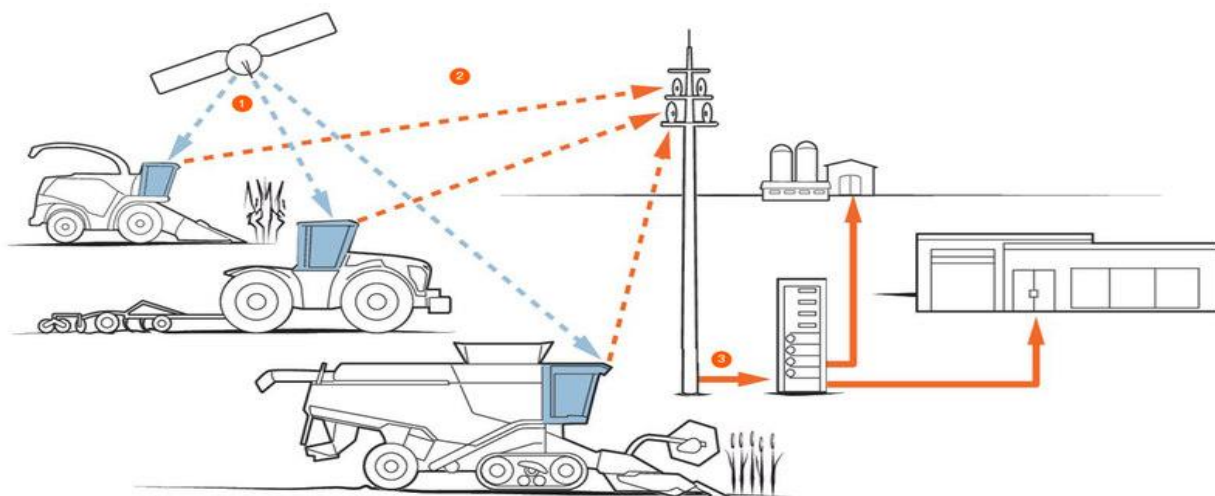
#### **Быстрое дистанционное определение местонахождения машин.**

Карта и приложение помогают определять расположение машин: на каких полях находятся машины и определить их точное местоположение. Больше не потребуется тратить время, пытаясь объяснить дилеру, где находится машина, или приглашать его на стоянку машин вместо поля, где он действительно необходим, и быстрее приступить к ремонту. Через регулярные

интервалы времени на веб-сервер TELEMATICS автоматически по мобильной связи передается более двухсот разных параметров

### **Оптимизация производительности: удаленная диагностика.**

Информация о том, в каком месте находится машина в любое время, позволяет организовать парк машин более эффективно. Отображение параметров машины или более детальный анализ позволяет сравнивать значения параметров и показатели производительности до трех машин в режиме реального времени и вносить необходимые изменения (Рисунок 1). Благодаря этому можно оптимально настраивать даже машины, управляемые неопытными механизаторами, повышая их производительность. Обслуживающему персоналу также это нравится, потому что они знают, что делают все возможное для максимальной производительности.



1. Прием данных о местоположении через спутник;
2. Передача данных и оптимизации машины по мобильной сети на сервер TELEMATICS;
3. Вызов данных фермером или удаленная диагностика дилером

Рисунок 1 – Схема функционирования TELEMATICS:

Такая помощь механизаторам, позволяет использовать потенциал машины максимально в любое время. Следовательно, каждый будет работать с оптимальными настройками на их машинах. Таким образом, неважно, опытен ли Ваш механизатор или нет, – он действительно может стать лучшим

### **Сайт: простой, быстрый, интуитивный.**

Сайт позволяет сразу увидеть все необходимые параметры машины. С начальной страницы вы можете точно определить, где находятся все подключенные к TELEMATICS машины. Навигация по сайту TELEMATICS позволяет получить доступ ко всем возможным функциям.

В один клик, на главной странице можно зайти в раздел подробных мощностных параметров любой машины. Здесь есть возможность увидеть все сообщения, параметры и аналитические отчеты для подробного анализа всех рабочих механизмов, подключенных к TELEMATICS. Все карты интегрированы CLAAS прямо в сайт TELEMATICS (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Пример карты интегрированной CLAAS прямо в сайт TELEMATICS

Все полученные данные обновляются автоматически, из этого подбодает, что эксплуатацию машин можно отслеживать практически в реальном времени. Границы участков можно перенести, или с помощью TELEMATICS нанести прямо на карты.

**Преимущества:**

1. Улучшенное управление всеми имеющимися функциями;
2. Четкий обзор и интуитивная структура;
3. Вся информация на виду;
4. Доступ к нужной информации всего лишь одним нажатием кнопки мыши;
5. Простое управление полученными данными;
6. Непосредственный быстрый просмотр;
7. Современный дизайн.

**Все данные на виду даже в пути.**

Благодаря нашим приложениям для смартфонов и планшетов на базе операционных систем **iOS** или **Android** все самые важные функции CLAAS TELEMATICS будут у Вас под рукой. Приложение построено по той же схеме, что и сайт, и, следуя принципу «информировать, анализировать, оптимизировать», проведет вас по всем функциям управления машинно-тракторным парком. Данные о местоположении позволят Вам точно определить, где находятся отдельные машины. Следовательно, Вы сможете управлять логистикой парка машин, находящихся в работе. Мгновенное оповещение указывает нам на каждый из важных показателей, и может быть установлено в качестве напоминания для характеристик, которые требуют внимания. И что также немаловажно – всё это бесплатно. Кроме того, для интересующихся в магазинах App Store и Google Play имеется бесплатная демонстрационная версия.

**Преимущества:**

1. Простое и интуитивно понятное приложение – всегда и всюду;
2. Отсутствие дополнительных затрат;

3. Важные сведения о рабочем процессе;
4. Доступ к демо-версии с параметрами машины в любое время.

### **Полное раскрытие потенциала: анализ времени работы.**

Функция анализа времени работы предоставляет точные данные о том, как и когда работала ваша машина. Вследствие оптимизации рабочих процессов, а также технологий уборки и логистики перемещений машин вы получаете подробные сведения, помогающие значительно улучшить общую производительность парка техники.

Каждый день вы получаете по электронной почте отчет с данными за предыдущий день и анализом времени работы. Эта информация позволяет правильно организовать предстоящий рабочий день.

Система CLAAS TELEMATICS предоставляет в распоряжение пользователя базовые функции управления парком техники. Она выявляет такие источники дополнительных затрат, как вынужденные простои и слабые места логистики. С помощью индикатора полосы движения на карте можно просматривать полосы движения со всеми соответствующими подробностями в протоколе событий. В полную силу система Telematics Claas Remote Service начнет работать в две тысячи девятнадцатом (2019) году.

### **Преимущества:**

1. Улучшенное планирование;
2. Выявление слабых мест в логистике;
3. Улучшенное планирование вывоза;
4. Оптимизация рабочих процессов.

### ***Библиографический список***

1. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский //Учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине "Технологические процессы ТО, ремонта и диагностирования автомобилей" для студентов специальности: 190601 -Автомобили и автомобильное хозяйство - Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ. -2012. -161с.

2. Бышов, Н.В. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А.Успенский, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров, Лыков С.В.//Вестник КрасГАУ. -2013 -№12. -С. 179-184.

3. 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.



4. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "SAMTEC" / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 487 – 497. – IDA [article ID]: 0781204042. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/42.pdf>, 0,688 у.п.л.

5. 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

6. 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>, 0,688 у.п.л.

7. Бышов, Н. В. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования /Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. А. Юхин, К. А. Жуков, С. Н. Гусаров- Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. -187 с.

**УДК 629.33**

*Киреев В.К., к.т.н.*

*Тришкин И.Б., д.т.н.*

*Ерохин А.В., к.т.н.*

*Максименко О.О., к.т.н.*

*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА ОДНОДИСКОВОГО ФРИКЦИОННОГО СЦЕПЛЕНИЯ**

### *Предварительные сведения*

Во время эксплуатации автомобиля при изнашивании трущихся поверхностей сцепления усилие нажимных пружин снижается, что приводит к буксованию сцепления со всеми вытекающими последствиями. Поэтому очень важно поддерживать усилие нажимных пружин в требуемых пределах, обеспечивающих необходимый коэффициент запаса сцепления в процессе эксплуатации.

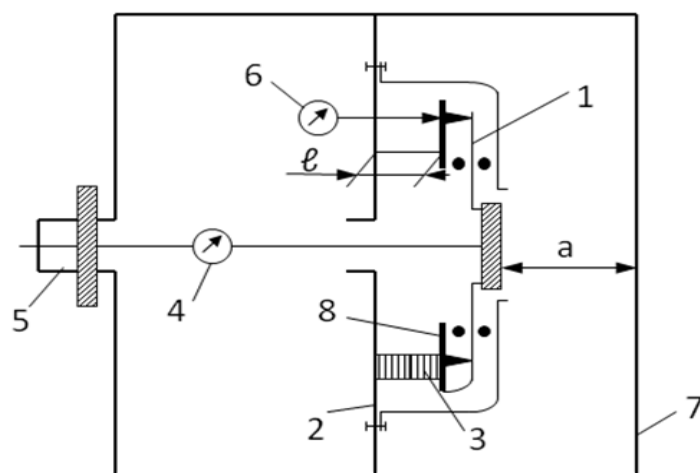
Основные характеристики автомобильных сцеплений во многом определяются типом нажимных пружин. Наибольшее распространение в современных конструкциях нашли цилиндрические периферийно установленные и диафрагменные пружины [4,6].

Поддержание усилия нажимных пружин в требуемых пределах, обеспечивающих необходимый коэффициент запаса сцепления в процессе эксплуатации, достигается применением в основном сцеплений с диафрагменными пружинами. В сцеплениях с периферийными пружинами нажимные пружины деформируются под действием центробежных сил и их усилие снижается. Поэтому целесообразнее применять диафрагменные пружины [1,2,5].

Диафрагменные пружины имеют нелинейную упругую характеристику, их использование упрощает конструкцию сцепления, уменьшает его размеры, обеспечивает плавное включение, равномерное распределение нагрузки на нажимной диск, малое изменение нажимного усилия при изнашивании фрикционных накладок и легкость управления.

### *Лабораторное оборудование*

Для определения упругой характеристики нажимного устройства однодискового фрикционного сцепления нами создана экспериментальная лабораторная установка, схема которой представлена на рисунке 1.



1 – сцепление с диафрагменной пружиной; 2 – опорная плита; 3 – вкладыш для имитации толщины ведомого диска; 4 – динамометр; 5 – гайка для создания нагрузки; 6 – индикатор; 7 – рама; 8 – нажимной (ведущий) диск сцепления. *l* – база для измерения перемещения нажимного диска;

*a* – база для измерения перемещения рычагов выключения

Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

На стальном основании 2 закреплено исследуемое сцепление 1 с диафрагменной пружиной. Между основанием и нажимным диском сцепления размещены три вкладыша 3 высотой 7,3 мм для имитации толщины ведомого диска сцепления. Усилие выключения к опорному фланцу прикладывается



через динамометр растяжения 4 при наворачивании гайки 5. Перемещение  $l$  нажимного диска фиксируется индикатором 6 [3,7,8].

Тарировочный график динамометра представлен на рисунке 2, где обозначено:  $n$  – отсчет по шкале, мм,  $F$  – усилие (Н).

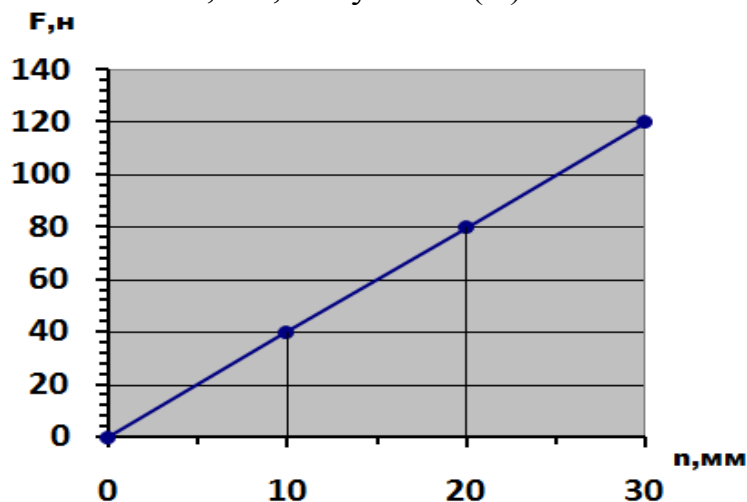


Рисунок 2- Тарировочный график динамометра

#### Порядок проведения эксперимента

Упругая характеристика – это зависимость нажимного усилия  $F_H$  пружины от величины ее перемещения в месте приложения силы  $F_H$  (перемещения нажимного диска).

Работа по управлению сцеплением, совершаемая при включении и выключении сцепления, определяется по формуле:

$$L_B = \frac{(P_{пр} + P_{пр.в})(f_в - f)}{2\eta_{п}} \quad (1)$$

где  $P_{пр}$  и  $P_{пр.в}$  – усилия нажимных пружин при включенном и выключенном сцеплении;

$f$  и  $f_в$  - деформация пружин при включенном и выключенном сцеплении;

$\eta_{п}$  – КПД привода сцепления.

Работа, затрачиваемая на управление сцеплением, не должна превышать 25 Дж для легковых автомобилей и 30 Дж для грузовых автомобилей и автобусов.

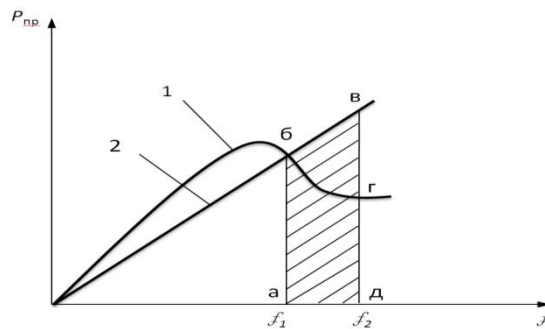
На рисунке 3 представлена схема для определения работы управления сцеплением с различными типами нажимных пружин. На рисунке точка  $b$  соответствует включенному сцеплению, а точки  $z$  и  $v$  – выключенному.

Работа по управлению сцеплением соответствует заштрихованным площадям следующих фигур:

$abgd$  – для сцепления с диафрагменной пружиной (1);

$abvd$  – для сцепления с цилиндрическими пружинами (2);

Из рисунка видно, что наименьшая работа по управлению сцеплением затрачивается при диафрагменной пружине.



1 – диафрагменная пружина; 2 – цилиндрические пружины  
 Рисунок 3- Схема для определения работы управления сцеплением с нажимными пружинами различных типов:

Опытное определение упругой характеристики нажимного устройства сцепления проводится в следующей последовательности:

-При помощи гайки 5 (рисунок 1), ступенчато увеличиваем усилие выключения сцепления. При этом фиксируем величину усилия, соответствующие положения концов рычагов «а» и нажимного диска сцепления  $l$  (положение нажимного диска фиксируем индикатором б).

-Определить передаточное отношение рычагов пружины

$$u = \frac{c-e}{b-c}, \quad (2)$$

-Рассчитать рабочее нажимное усилие

$$F_H = F * u, \quad (3)$$

-по результатам опытов построить график упругой характеристики.

По упругой характеристике нажимного устройства определить:

- величину рабочего нажимного усилия, для сцепления с ведомыми дисками без износа (толщина диска 8,0-8,5 мм);
- величину рабочего нажимного усилия при максимально допустимом износе ведомого диска, равном 2 мм;
- значение усилия на концах рычагов (упорном фланце пружины) в начале и конце процесса включения сцепления.
- работу по управлению сцеплением.

Перечисленные параметры определить для сцеплений с периферийными цилиндрическими пружинами и диафрагменной пружиной.

Провести сравнительный анализ сцеплений, сделать вывод.

### **Библиографический список**

1. Лунин, Е.В. Устройство для диагностирования износа накладок ведомого диска фрикционного сцепления автомобиля [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б. // -Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2017. - С. 116-120.

2. Лунин, Е.В. Технические основы кондиционирования воздуха в кабинах мобильных агрегатов [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б. // -Сб.:

Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 115-120.

3. Лунин, Е.В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б.// Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 110-114.

4. Пат. РФ № 77353. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания / Тришкин И.Б., Олейник Д.О. – Оpubл. 21.04.2008.

5. Тришкин, И.Б. Жидкостный нейтрализатор для ДВС [Текст] / И.Б. Тришкин, О.О. Максименко // Сельский механизатор.- 2007.-№ 1.- С.12.

6. Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным устройством для снижения их температуры : дис. ...канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004. – 160 с.

7. Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным устройством для снижения их температуры : автореф. дис. канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004.

8. Некрашевич, В.Ф. Устройство для отводаотработавших газов двигателя внутреннего сгорания из животноводческих помещений [Текст] / В.Ф. Некрашевич, И.Б. Тришкин, А.В. Ерохин// Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2008. - № 2 (27). – С. 60-62

**УДК 629.33**

*Киреев В.К., к.т.н.,*

*Ткач Т.С., к.т.н.,*

*Тришкин И.Б., д.т.н.*

*Ерохин А.В., к.т.н.*

*Максименко О.О., к.т.н.,*

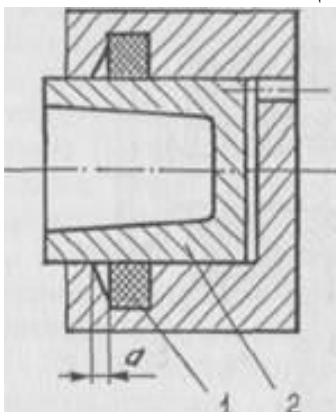
*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА ДИСКОВОГО ТИПА МОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ АПК**

### **1 Влияние зазора «колодка-тормозной диск» на эффективность работы тормозного механизма**

Дисковые тормоза получают все большее распространение в рабочих тормозных системах мобильных агрегатов. В дисковом тормозном механизме

перемещаемый поршень главного тормозного цилиндра герметизируется по отношению к его корпусу уплотнительным кольцом (манжетой) – рисунок 1.



«а» - зазор; 1- уплотнительное кольцо; 2-поршень

Рисунок 1 – Схема главного тормозного цилиндра

Это уплотнительное кольцо охватывает поршень тормозного механизма с предварительным натягом, что обеспечивает его возврат в исходное положение после снижения давления в системе гидропривода. Кроме того, за счет упругой деформации манжеты устанавливается требуемый зазор «колодка-тормозной диск» при износе тормозных накладок[1,2].

В процессе эксплуатации автомобиля резиновая уплотнительная манжета стареет (усыхает), теряет свою эластичность и упругость, что приводит к недостаточному растормаживанию, нарушению зазора «колодка-тормозной диск». Возникающие в результате этого в процессе движения остаточные моменты скольжения тормозных накладок по тормозному диску оказывают отрицательное воздействие, поскольку они ведут к повышенному расходу топлива, а также к сокращению срока службы участвующих в торможении элементов конструкции, а именно тормозного диска и тормозных накладок. Соблюдение оптимального зазора между тормозной колодкой и диском помогает избежать их перегрева, что важно как для обеспечения эффективного торможения, так и для сохранения геометрии тормозного диска и продления срока службы тормозных колодок.

## 2 Устройство и принцип работы модернизированного тормозного механизма дискового типа

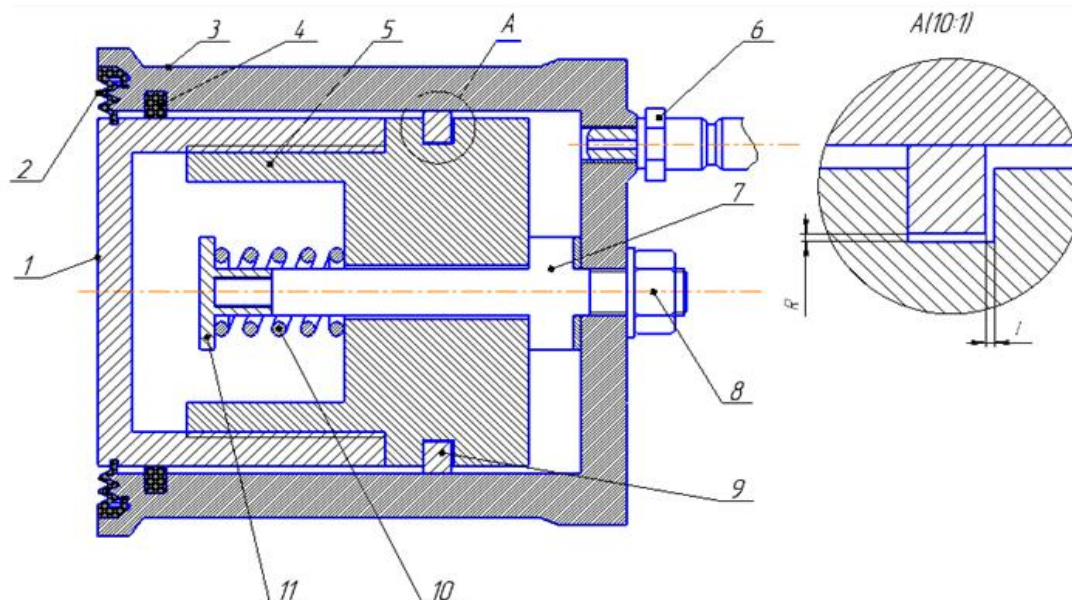
С целью устранению отмеченных недостатков и автоматической гарантированной установки требуемого зазора «колодка-тормозной диск», нами предлагается конструкция тормозного цилиндра дискового тормоза, схема которого представлена на рисунке 2.

Поршень тормозного цилиндра состоит из 2-х частей: наружного 1 и внутреннего 5, которые соединены между собой посредством резьбового соединения. Герметизация поршня, по отношению к корпусу цилиндра 3 тормозного механизма, обеспечивается резиновым уплотнительным кольцом 4.

Через внутренний поршень 5 проходит стержень 7, который аксиально установлен в тыльной части кожуха суппорта и закреплен гайкой 8. Сам стержень 7 установлен в корпусе внутреннего цилиндра 5 без возможности проворачивания.

Создание усилия на поршень при торможении обеспечивается путем подачи жидкости гидропривода через тормозной шланг 6. После снятия усилия стержень 7 взаимодействует с пружиной 10, что обеспечивает возврат поршня в исходное положение.

Автоматическая регулировка зазора между колодкой и тормозным диском, обусловленного износом пар трения, позволяет сократить объем технического обслуживания и повысить стабильность регулировок. С этой целью в предлагаемой конструкции на поршень рабочего цилиндра надевается разрезное пружинящее кольцо 9. Между кольцом и поршнем имеется радиальный  $R$  и осевой  $L$  зазоры. Осевой зазор  $L=0.10-0.30$  мм соответствует необходимой нормируемой величине зазора между колодками и тормозным диском равным  $0,05-0,15$  мм [5,6,7,8].



1-поршень наружный; 2-пыльник; 3-цилиндр; 4-уплотнительное кольцо; 5-поршень внутренний; 6- тормозной шланг; 7- стержень; 8- гайка; 9 -пружинящее кольцо; 10- пружина возвратная; 11- фланец

Рисунок 2 – Цилиндр дискового тормоза

Радиальная упругость кольца нормируется с целью получения определенной величины силы трения между кольцом и цилиндром. Указанная сила трения гарантированно превышать силу возвратной пружины 10, приведенную к поршню. Однако она не должна быть чрезмерной, чтобы не слишком сильно снижать усилие на поршень при торможении [3,4,6].

Для регулировки механизма во время его сборки необходимо нажать на педаль тормоза. Поршень рабочего цилиндра, перемещаясь наружу под действием давления жидкости, выберет имеющийся между ним и упругим

кольцом осевой зазор  $L$ , после чего потянет кольцо за собой. Движение поршня будет продолжаться до тех пор, пока колодки не упрутся в диск. При отпуске педали возвратная пружина 10 переместит поршень назад только на величину, соответствующую осевому зазору  $L$ . Таким образом, по мере изнашивания накладок кольцо будет перемещаться вдоль цилиндра, поддерживая постоянную величину зазора в механизме. Данный тормозной механизм можно использовать на любых транспортных средствах применяемых в системе АПК.

### ***Библиографический список***

1. Лунин, Е.В. Устройство для диагностирования износа накладок ведомого диска фрикционного сцепления автомобиля [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б. // Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2017. - С. 116-120.

2. Лунин, Е.В. Технические основы кондиционирования воздуха в кабинах мобильных агрегатов [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б. // -Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 115-120.

3. Лунин, Е.В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б. // -Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 110-114.

детали сцепления и привода сцепления.

4. Пат. РФ № 77353. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания / Тришкин И.Б., Олейник Д.О. – Опубл. 21.04.2008.

5. Тришкин, И.Б. Жидкостный нейтрализатор для ДВС [Текст] / И.Б. Тришкин, О.О. Максименко // Сельский механизатор.- 2007.-№ 1.- С.12.

6. Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным устройством для снижения их температуры : дис. ...канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004. – 160 с.

7. Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным устройством для снижения их температуры : автореф. дис.канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004.

8. Некрашевич, В.Ф. Устройство для отвода отработавших газов двигателя внутреннего сгорания из животноводческих помещений [Текст] / В.Ф. Некрашевич, И.Б. Тришкин, А.В. Ерохин // Вестник Федерального

государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2008. - № 2 (27). – С. 60-62

УДК: 631.31

*Крюкова Н. С.,  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда, РФ*

## **КОМПЛЕКТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ**

Полевые работы являются одним из важнейших факторов определяющих эффективность сельскохозяйственного производства. От сроков выполнения и качества полевых работ зависит урожайность и валовой сбор сельскохозяйственных культур, что в конечном итоге оказывает влияние на обеспеченность кормами крупного рогатого скота. Определение полевых работ можно сформулировать следующим образом: полевые работы – это основной вид сельскохозяйственных работ, выполняемых в полевых условиях комбайнами, самоходными сельскохозяйственными машинами или машинно-тракторными агрегатами. Повышение эффективности выполнения полевых работ позволит, снизить себестоимость 1 к.е., тем самым, оказав влияние на снижение себестоимости конечного продукта, которым для подавляющего большинства сельскохозяйственных предприятий Северо-запада России является молоко.

Структурно полевые работы представляют собой последовательно-параллельные агротехнические операции выполняемые, как правило, сложными механизмами индивидуально (комбайны) или сочетанием сложных механизмов (трактор + сельскохозяйственная машина). Каждый из механизмов обладает индивидуальными показателями надежности, оказывающих влияние на вероятность своевременного выполнения как одной операции в частности, так и на выполнение всей технологической цепочки, реализуемой, например, при возделывании и уборке зерновых.

В большинстве хозяйств, для выполнения той или иной операции имеется минимум две единицы техники. И комплектование машинно-тракторного агрегата агрегатами, обладающими необходимой надежностью, позволит повысить вероятность своевременного и качественного выполнения полевых работ. Основные направления повышения эффективности работ в растениеводстве рассмотрены в трудах Важенина А.Н., Арютова Б.А. и Новожилова А.И. [1-4].

Предпосылками проведения исследования является то, что надежность агрегатов используемых при выполнении полевых работ является одним из основных фактором, оказывающим влияние на сроки выполнения операций, а обеспечение необходимого уровня надежности машинно-тракторного агрегата путем комплектования наиболее надежными агрегатами, позволит повысить

вероятность своевременного выполнения полевых работ, что подтверждено рядом работ, формулирующих данную проблему как обеспечение технологической надежности [5, 6].

Решение проблемы повышения эффективности полевых работ должно на первоначальном этапе базироваться на исследовании основных технологий применяемых при выполнении полевых работ в условиях сельскохозяйственных предприятий, изучении перечня машин, применяемых при выполнении полевых работ, затем необходимо выполнить сбор и оценку показателей надежности машин применяемых при выполнении полевых работ. Заключительным этапом будет построение математической вероятностной модели комплектования машинно-тракторных агрегатов для выполнения полевых работ на основе показателей надежности и апробация модели в условиях конкретных сельскохозяйственных предприятий.

### ***Библиографический список***

1. Важенин, А.Н. Обоснование технологических уровней и разработка ситуационных методов повышения эффективности производственных процессов в растениеводстве: Автореф. дис... докт.тех. наук: 05.20.03./ А.Н. Важенин – Челябинск, 1993. – 37 с.

2. Арютов, Б.А. Повышение эффективности производственных процессов в растениеводстве [Текст] / Б.А. Арютов, А.И. Новожилов, А.В. Пасин // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 6. – С. 50 – 51.

3. Важенин А.Н. Системное обоснование уровней сезонного использования поточных технологических звеньев//Совершенствование методов использования машинно-тракторного парка: Сб. науч. тр. – Горький, 1988.

4. Новожилов, А.И. Модель машинно-тракторного агрегата [Текст] / А.И. Новожилов, Б.А. Арютов, Е.А. Лукашин, А.А. Потоцкий // Вестн. Курск. ГСХА. – 2010. – № 5. – С. 80 – 81.

5. Смелик В.А. Технологическая надежность сельскохозяйственных агрегатов и средства ее обеспечения. - Ярославль; ЯГСХА, 1999. -230 с.

6. Смелик В.А. Критерии оценки и методы обеспечения технологической надежности сельскохозяйственных агрегатов с учетом вероятностной природы условий их работы: Дис. доктора техн. наук. - СПб., 1999. -561 с.

7. Бышов, Н.В. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных машин /Н.В. Бышов, А.А. Сорокин//Учебное пособие. -Рязань, 1999 -128 с.

8. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм /Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев и др.//Тракторы и сельхозмашины. -2012. -№5. -С. 48-55.



*Макаров В.А., д.т.н.,  
Латышенок М.Б., д.т.н.,  
Латышенок Н.М., к.т.н.,  
Ивашкин А.В.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ г. Рязань, РФ*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРКА СТРУКТУРЫ ПОЛУПРИЦЕПНЫХ И ПРИЦЕПНЫХ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЁРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Стремление сельхозпроизводителей к получению максимальных урожаев, явилось основой широкого применения удобрений. Разнообразие почв и возделываемых культур, различие их плодородия требует практически неограниченного сочетания видов и доз минерального питания. Решение этой проблемы осуществляется путем последовательного внесения каждого вида питательных элементов, внесением сложных удобрений или их смесей различных форм и состава (органно-минеральные смеси; смеси твердых и жидких удобрений и ряд других). Поэтому необходимо совершенствование технологий и средств механизации для увеличения урожайности и повышения качества урожая [1-5].

Твёрдые минеральные удобрения доставляют в поле и вносят в определённые периоды года, обусловленные агротехническими сроками внесения под различные культуры в разных природно-производственных зонах России. Твёрдые минеральные удобрения вносят по прямоточной, перевалочной и перегрузочной технологическим схемам [6].

Прямоточная – удобрения загружают на складе в разбрасыватель, который вывозит их в поле и разбрасывает или заделывает в почву. Такая схема целесообразна при расстоянии от склада до поля не более 5 км и грузоподъемности машин 4-6 т.

Перевалочная – удобрения, доставляемые со склада транспортными средствами, перегружаются в стационарное полевое хранилище или передвижную полевою емкостью, из которых затем заправляют машины для внесения.

Перегрузочная – удобрения со склада до поля доставляют транспортными средствами, из которых затем их перегружают в машины для внесения и вносят в поле. Ее применяют при дальности перевозки свыше 5 км и грузоподъемности машин 4-6 т.

Последняя имеет разновидности: из обычных транспортных средств удобрения можно перегружать в прицеп-разбрасыватель специальным автомобилем-самосвалом с устройством предварительного подъема кузова; из автомобиля-самосвала общего назначения при помощи передвижной эстакады в прицепы разбрасыватели.

Схемы различаются составом машин, а следовательно затратами на их приобретение и эксплуатацию. С изменением условий (расстояния доставки удобрений, дозы внесения, длина гона и др.) сравнительная экономическая эффективность этих схем будет изменяться. Установлено, что по качественным показателям, главным образом по неравномерности распределения удобрений по поверхности поля внесения, машины, работающие по двухфазной технологии, не удовлетворяют агротехническим требованиям, что позволяет её считать малоперспективной. Исходя из этого, нами рассмотрены технологии, в которых используются кузовные машины, причём качество внесения удобрений по каждой из этих технологий удовлетворяет агротехническим требованиям.

При решении задачи предусматривается, что удобрения вносятся подразделениями хозяйств. При этом принимается во внимание, что хозяйства не всегда могут привлечь для внесения удобрений все имеющиеся в их распоряжении тракторы и автомобили-самосвалы в связи с тем, что в эти периоды выполняются и другие виды работ. Учитывается, что в сельском хозяйстве не хватает рабочей силы, а в перспективе она будет увеличиваться, поэтому затраты рабочего времени на внесение удобрений не должны превышать установленных нормативов. В связи с этим введём ограничения по затратам рабочего времени:

$$\sum_{J \bar{j} i} \sum_{\bar{j} i k m s} 3_{\bar{j} i k m s} (Q_j, B_{pj}, v_{pj}) V_{J \bar{j} k m s}^{z\tau} / \sum_{k m s} V_{k m s}^{(z\tau)} \leq 3_{\text{доп}}^{(z\tau)}$$

где  $3_{\bar{j} i k m s}$  - затраты рабочего времени разбрасывателя  $J$  и транспортных средств  $\bar{j}$  при работе по технологической схеме  $i$ ;  $m$  - длина гона;  $s$  - доза внесения;  $Q_j$  - грузоподъёмность;  $B_{pj}$  - рабочая ширина захвата агрегата  $i$ ;  $v_{pj}$  - рабочая скорость агрегата;  $V_{J \bar{j} i k m s}^{(z\tau)}$  - количество удобрений, которое доставляется транспортным средством  $\bar{j}$  и вносится разбрасывателем  $i$  в зоне  $z$  за период  $\tau$  по технологической схеме;  $V_{k m s}^{(z\tau)}$  - количество удобрений, которое необходимо внести в зоне  $z$  за период  $\tau$ ;  $3_{\text{доп}}^{(z\tau)}$  - допустимые затраты рабочего времени на доставку и внесение 1 т удобрений.

Предполагается, что весь выпуск прицепов - разбрасывателей каждого типоразмера сосредоточен на заводе, тогда потребность  $P_i$ , годовая загрузка  $T_{zi}$  и объём  $N_j$  выпуска связаны с планом использования разбрасывателей  $\bar{j}$  зависимостями:

$$P_j = \sum_z \max_{\tau} \sum_{k m s} V_{k m s}^{(z\tau)} / [W_{j i k m s}^{(z\tau)} (Q_j, B_{pj}, v_{pj})];$$

$$T_{rj} = \frac{1}{P_j} \{ \sum_{z\tau} T_n^{z\tau} \sum_{j i} \sum_{k m s} V_{j i k m s}^{(z\tau)} / [W_{j i k m s}^{(z\tau)} (Q_j, B_{pj}, v_{pj})];$$

$$N_j = K_j^{nb} P_j.$$

где  $T_n^{(z\tau)}$  - количество рабочих часов в периоде  $\tau$  зоны  $z$ ;

$K_j^{nb}$  - коэффициент, связывающий потребности с объёмом выпуска разбрасывателей  $j$ .

Известны следующие выходные данные: объёмы и сроки внесения твёрдых минеральных удобрений в каждой зоне, природно-производственные условия эксплуатации машин при внесении, технико-эксплуатационные и экономические показатели транспортных средств, свободных от других работ, которые могут быть использованы на внесении удобрений в каждой зоне [7], предельная грузоподъёмность, ширина захвата и рабочая скорость разбрасывателей, зависимость себестоимости изготовления разбрасывателей от годового их выпуска. При этом предполагается, что типаж разбрасывателей существенно не изменяется по районам применения и потребность в них определяется с помощью поправочных коэффициентов.

Данные о сроках, дозах, объёмах вносимых удобрений по периодам года, расстояниях при перевозке, длине гонов могут быть получены путём обработки технологических карт. Число машин по зонам в стране распределяется исходя из их количества в стране на 2010 г.: для тракторов – пропорционально нормам зональной потребности [8,9], для автомобилей- самосвалов – пропорционально их фактическому числу в зонах в 2009 г.

Балансовая цена разбрасывателей определяется как:

$$Ц_б = \varphi \lambda_n \mu \sum_{m^1=1}^n S_{m^1},$$

где  $\varphi$  - коэффициент, учитывающий плановую рентабельность завода-изготовителя и стоимость доставки в хозяйство;  $\lambda_n = 1,280N^{-0,156}$  - коэффициент серийности, выраженный себестоимостью изготовления от объёма выпуска;  $\mu = 1,18$  - коэффициент, учитывающий стоимость сборки разбрасывателя;  $m^1$  - номер узла ( $m_1 = 1, \dots, n$ );  $S_{m^1}$  - себестоимость изготовления  $m^1$  узла разбрасывателя.

Критерий оптимальности – минимум суммарных приведенных затрат на выполнение годового объёма работ по доставке и внесению твёрдых минеральных удобрений [10].

Все перечисленные условия в формализованном виде могут быть учтены в экономико-математической модели. Задача решена применительно к пяти вариантам исходных условий, отличающихся один от другого степень учёта реальной ситуации:

**А** (идеальный вариант) – без ограничений по затратам рабочего времени, числу транспортных средств (автомобилей – самосвалов) и тракторов;

**Б** – без ограничений по затратам рабочего времени, но с ограничением по числу автомобилей – самосвалов и тракторов;

**В** (реальный) – со всеми ограничениями;

**Г** – со всеми ограничениями ми при условии выбора типоразмеров прицепов разбрасывателей из типажа, предусмотренного системой машин до 2020 г.;

Д – со всеми ограничениями и при условии выбора типоразмеров прицепов-разбрасывателей из типажа, предусмотренного системой машин до 2020 г.

В вариантах А, Б и В решена задача оптимизации типоразмерного ряда, параметров и структуры парка прицепов разбрасывателей, в вариантах Г и Д оптимизировалась только структура их парка.

Наиболее полно учитывают реальные условия – ограничения в наличии механизаторов, свободных тракторов и автомобилей – вариант В.

Результаты расчёта типов, параметров и потребности в разбрасывателях приведены в таблице 1.

Расчётное число машин определено при условии, что использование их организовано хорошо, потери рабочего времени по организационным причинам минимальны, обеспеченность высокопроизводительными погрузчиками полная.

Таблица 1 – Результаты расчёта типов, параметров и потребности в разбрасывателях

Вариант	Тяговый класс трактора, кН	Тип разбрасывателя	Грузоподъёмность, т	Ширина захвата м	Потребность, шт.
А	14	полуприцепной	4,0	12,0	52 628
Б	14	полуприцепной	4,0	12,0	23 817
	14	прицепной	5,0	12,0	28 781
	30	прицепной	12,0	12,0	82 466
	50	прицепной	18,0	12,0	2 360
В	14	полуприцепной	4,0	12,0	18 313
	14	прицепной	5,0	12,0	24 531
	30	прицепной	12,0	12,0	68 619
	50	прицепной	24,0	12,0	23 131
Г	14	полуприцепной	4,0	10,0	17 747
	14	прицепной	5,0	6,0	40 267
	30	прицепной	10,0	10,0	86 842
	50	прицепной	16,0	12,0	5 509
Д	14	полуприцепной	4,0	10,0	18 688
	14	прицепной	4,0	6,0	38 725
	30	прицепной	9,0	7,0	76 122
	50	прицепной	9,0	7,0	823

В заключении следует отметить, что на настоящий момент отсутствует четкая оценка эффективности технологии внесения твёрдых минеральных удобрений по базе данных в севооборотной задаче. Комплекс машин по внесению и загрузке должны быть увязаны по производительности при минимизации функции затрат на простои в технологии внесения.

### *Библиографический список*

1. Андреев, К.П. Влияние гранулометрических и прочностных свойств удобрений на равномерность внесения [Текст] / Андреев К.П., Шемякин А.В., Терентьев В.В. // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 8-9.
2. Andreev K.P. Determining the inequality of solid mineral fertilizers application [Text] / K.P. Andreev, Zh.V. Danilenko, M.Yu. Kostenko, V.A. Nefedov, V.V. Terentev, A.V. Shemyakin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – Т. 10. № 10 Special Issue. – С. 2112-2122.
3. Бышов, Н.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве Рязанской области - перспективы развития [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, Ю.В. Якунин, С.В. Горелов // В сборнике: Сборник научных трудов студентов магистратуры – Рязань, – 2012. – С. 36-41.
4. Бышов, Н.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин // Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» Рязань, – 2013.
5. Даниленко, Ж.В. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга [Текст] / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 167-172.
6. Андреев, К.П. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений [Текст] / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев. – Курск, 2018. – 149 с.
7. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – пос. Правдинский: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 270 с.
8. Измайлов А.Ю. К вопросу обоснования технико-экономического уровня сельскохозяйственных машин и оборудования [Текст] / А.Ю. Измайлов, В.А. Макаров // Сельскохозяйственные машины и технологии – М.: 2016. – С. 3-9.
9. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. Том 1. Растениеводство – М.: ВИМ, 2012. – 304 с.
10. Шемякин, А.В. К вопросу разработки комбинированных разбрасывателей удобрений [Текст] / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // В сб.: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. Материалы Международной науч. -практ. конф. -2017. -С. 202-204.

11. Колесников Н.П. Анализ основных технологических схем транспортно-распределительного процесса внесения мелиорантов (на примере дефеката) [Текст] / Н.П. Колесников, А.П. Дьячков, А.Д. Бровченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: Сб. науч. тр. по материалам международной заочной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГЛТУ, 2015. – Выпуск № 4. – Ч.1.– С. 330 – 335.

12. Дьячков А.П. Применение системного подхода при исследовании операционной технологии и технических средств внесения дефеката / А.П. Дьячков, В.П. Шацкий, Н.П. Колесников, А.Д. Бровченко // Вестник ВГАУ. – 2013. – Вып. №1(36). – С. 101-109.

13. Лузгин, Н.Е. Теоретическое обоснование производительности скребкового транспортера-дозатора сыпучих минеральных удобрений / Н.Е. Лузгин, В.Н. Туркин // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – С. 66-70.

14. Лузгин, Н.Е. Определение основных мощностных параметров скребкового транспортера-дозатора сыпучих грузов / Н.Е. Лузгин, В.Н. Туркин //Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – С. 73-77.

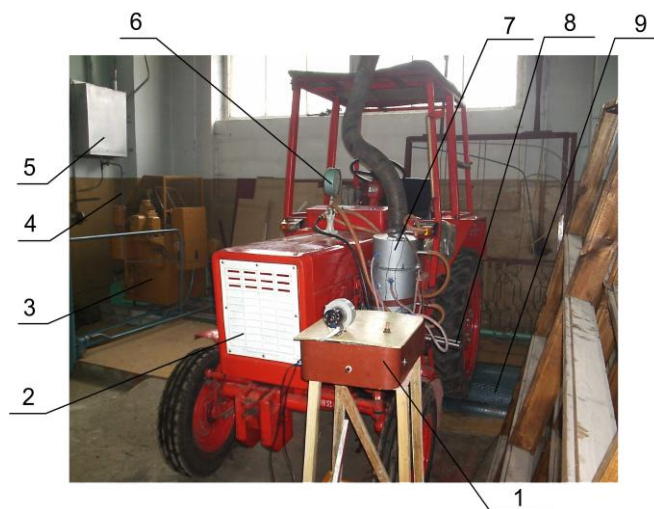
**УДК 631.53.01**

*Тришкин И.Б. д.т.н.,  
Ерохин А.В., к.т.н.,  
Киреев В.К., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Северин С.Н.,  
Санкт-Петербургский Университет ГПС МЧС России,  
г. Санкт-Петербург, РФ.*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ УСТАНОВКИ В СИСТЕМЕ ВЫПУСКА ТРАКТОРА ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА НА ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ И ПАРАМЕТРЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ**

Для оценки мощностных и экономических показателей работы дизельного ДВС трактора Т-25А при проведении опытов в лабораторных условиях и получения минимальных погрешностей при исследовании процесса очистки ОГ трактора создавались условия максимально приближенных к эксплуатационным[1,2].

Общий вид лабораторной установки показан на рисунке 1.



1 – блок высоковольтного напряжения; 2 – трактор; 3 – нагрузочный реостат КИ-89356546; 4 – топливоподающая магистраль; 5 – емкость с топливом; 6 – манометр МТИ; 7 – экспериментальная модель электрофильтра; 8 – газоотводящая трубка; 9 – беговые барабаны

Рисунок 1– Вид общий лабораторной установки при испытаниях трактора на диагностическом стенде

По результатам проведенных исследований и обработки опытных данных получены графические зависимости (рисунки 1, 2 и 3), определяющие основные показатели работы двигателя трактора со штатной и модернизированной системой выпуска.

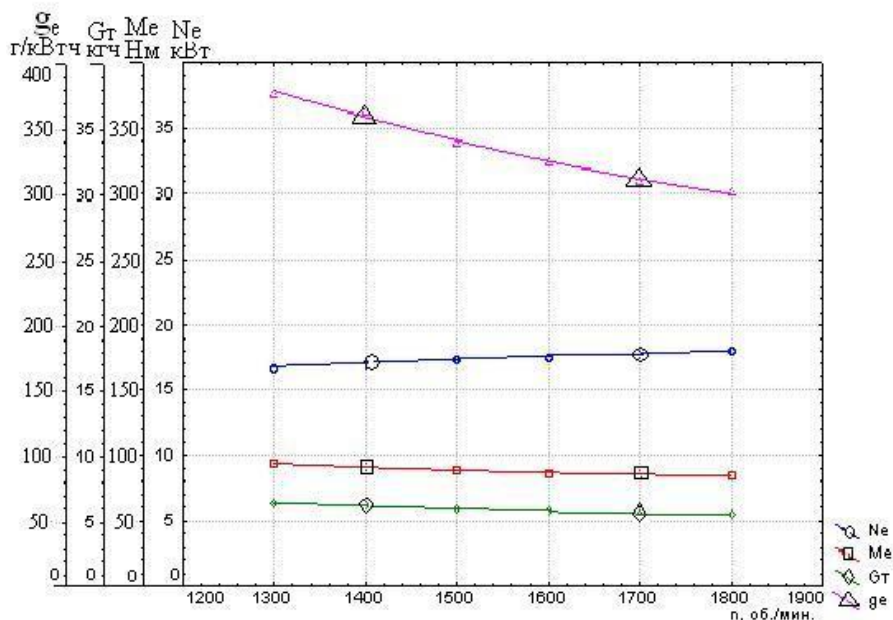


Рисунок 2 – Графическая зависимость эффективных показателей дизельного двигателя трактора, оснащенного штатной системой выпуска от частоты вращения коленчатого вала

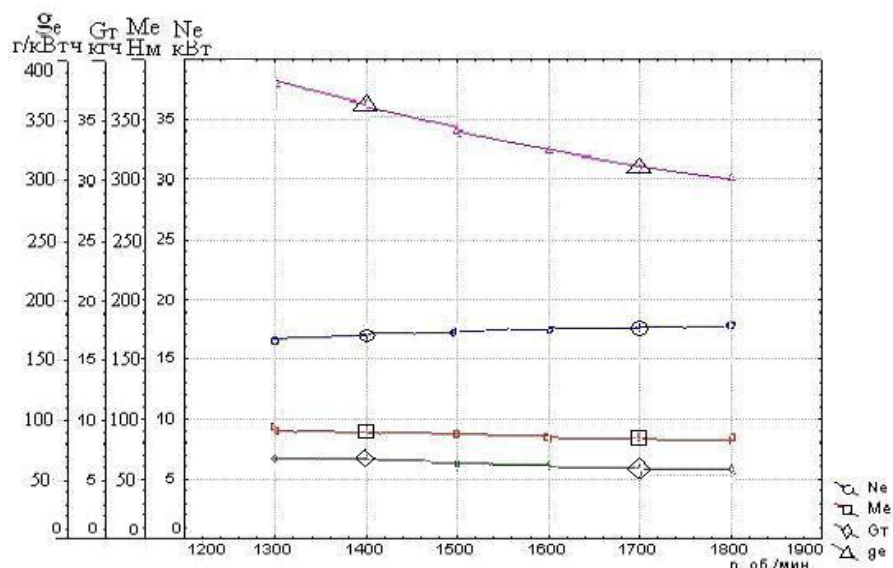


Рисунок 3 – Графическая зависимость эффективных показателей дизельного двигателя трактора, оснащенного ЭФ от частоты вращения коленчатого вала

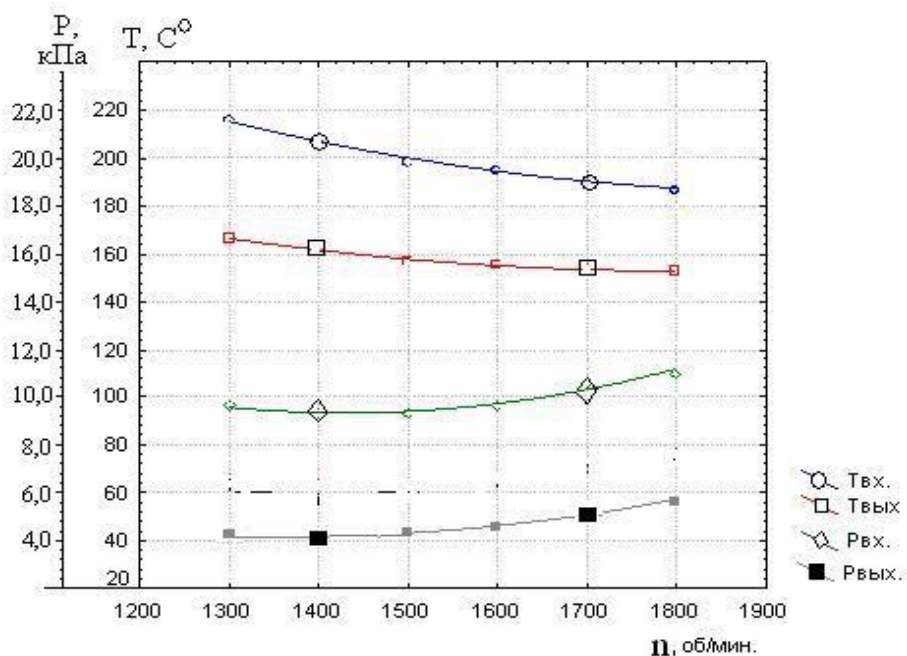


Рисунок 4– Графическая зависимость параметров ОГ дизельного двигателя трактора, оснащенного ЭФ от частоты вращения коленчатого вала

Проанализировав обе графических зависимости можно сделать вывод о том, что внедрение в систему выпуска двигателя трактора не существенно отразится на его мощностные и топливно-экономические показатели. Так снижение мощности двигателя трактора, оснащенного модернизированной системой выпуска при снятии внешней скоростной характеристики в среднем составило – 1,4%, крутящего момента – 1,2%, увеличение удельного расхода топлива – 1,5%. Снижение эффективных показателей работы двигателя трактора объясняется увеличенной площадью поперечного сечения активной зоны ЭФ, приводящей к увеличению его газодинамического сопротивления,



которое определяется величиной поверхностного трения ОГ об элементы фильтра.

В ходе проведения опытов фиксировались параметры ОГ дизеля трактора: перепад давлений газов в активной зоне ЭФ, степень снижения температуры газов в устройстве. Согласно полученным данным (приложение БЗ) была построена графическая зависимость, позволяющая оценить степень изменения каждого параметра ОГ в отдельности, в условиях снятия внешней скоростной характеристики двигателя.

Температура и давление ОГ на входе и выходе из ЭФ определяются следующими уравнениями соответственно:

$$T_{\text{вх.}} = 445,5549 - 0,2651 \cdot n + 6,7625 \cdot 10^{-5} \cdot n^2;$$

$$T_{\text{вых.}} = 327,0631 - 0,1931 \cdot n + 5,3571 \cdot 10^{-5} \cdot n^2;$$

$$P_{\text{вх.}} = 367,2571 - 0,3832 \cdot n + 0,0001 \cdot n;$$

$$P_{\text{вых.}} = 194,4 - 0,2241 \cdot n + 8,2143 \cdot 10^{-5} \cdot n^2.$$

Увеличение температуры ОГ по мере роста нагрузки на двигатель трактора объясняется увеличением количества топлива, подаваемого корректором топливного насоса, что в итоге приводит к возрастанию расхода ОГ трактора [3,4,5,6,7,8]. При этом относительного роста перепада давлений в активной зоне ЭФ в зависимости от частоты вращения коленчатого вала практически не наблюдается.

В результате статистической обработки экспериментальных данных были получены математические модели зависимости исследуемых параметров ОГ двигателя трактора от частоты вращения коленчатого вала дизеля.

В ходе проведения лабораторных исследований выявлено, что при работе дизельного двигателя на номинальных скоростных и нагрузочных режимах с ЭФ в системе выпуска трактора снижение температуры ОГ в среднем составило 50°, а газодинамическое сопротивление выхлопу дизеля – в пределах 5кПа. При этом изменение основных показателей дизельного двигателя составило:

- эффективная мощность двигателя снизилась на 1,4%;
- максимальный крутящий момент снизился на 1,2%;
- удельный расход топлива увеличился на 1,5%.

### ***Библиографический список***

1. Пат. РФ № 77353. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания / Тришкин И.Б., Олейник Д.О. – Оpubл. 21.04.2008.

2. Тришкин, И.Б. Жидкостный нейтрализатор для ДВС [Текст] / И.Б. Тришкин, О.О. Максименко // Сельский механизатор.- 2007.-№ 1.- С.12.

3. Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным устройством для снижения их температуры : дис. ...канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004. – 160 с.

4 Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным

устройством для снижения их температуры : автореф. дис. ...канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004.

5. Некрашевич, В.Ф. Устройство для отводаотработавших газов двигателя внутреннего сгорания из животноводческих помещений [Текст] / В.Ф. Некрашевич, И.Б. Тришкин, А.В. Ерохин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2008. - № 2 (27). – С. 60-62.

6. Лунин Е.В. Устройство для диагностирования износа накладок ведомого диска фрикционного сцепления автомобиля [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б.// -Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2017. - С. 116-120.

7. Лунин Е.В. Технические основы кондиционирования воздуха в кабинах мобильных агрегатов [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б.// -Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 115-120.

8. Лунин Е.В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б.// -Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 110-114.

**УДК 631.53.01**

*Тришкин И.Б. д.т.н.,  
Ерохин А.В., к.т.н.,  
Киреев В.К., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА И ВРЕМЕНИ НАХОЖДЕНИЯ САЖЕВЫХ ЧАСТИЦ В ЕГО АКТИВНОЙ ЗОНЕ НА ДЫМНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ТРАКТОРА**

Для установления совокупного влияния величины высоковольтного напряжения питания ЭФ и времени нахождения сажевых частиц в его активной зоне на дымность ОГ трактора и величину общего тока потребления ЭФ был проведен двухфакторный эксперимент.

На первом этапе проведения лабораторных исследований в процессе снятия характеристики двигателя трактора на режиме свободного ускорения

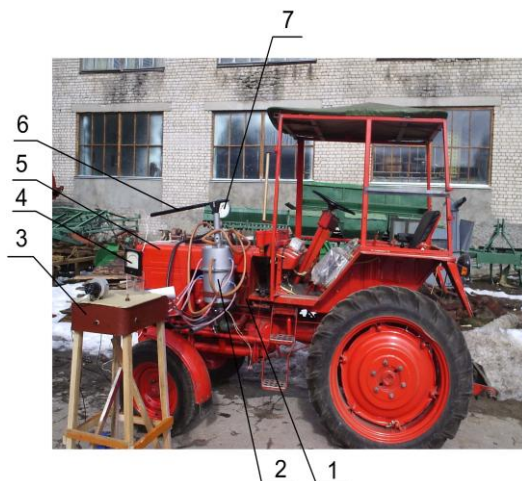
зависимым фактором являлась величина высоковольтного напряжения питания, определяющая изменение дымности ОГ [1,2]. Выбор одного зависимого фактора на данном режиме объясняется нестабильностью процесса зарядки сажевых частиц ввиду большой скорости изменения расхода ОГ, проходящих через ЭФ.

В результате статистической обработки экспериментальных данных были получены математическая модель, определяющая зависимость дымности ОГ от величины высоковольтного напряжения питания ЭФ:

$$S_{\text{мод.}} = -26,3125 + 6,8163 \cdot U - 0,1418 \cdot U^2$$

По результатам моделей были построены графические зависимости, позволяющие наглядно оценить степень снижения дымности трактора, оснащенного системой очистки ОГ.

Данные (Рисунок 2) показывают, что наблюдается заметное снижение дымности ОГ двигателя трактора по мере уменьшения напряжения питания электродов фильтра. Это обусловлено эффективностью протекания процессов зарядки и осаждения сажевых частиц. При увеличении напряжения значительная доля сажевых частиц будет успевать перезарядиться и приобретать противоположный потенциал поля, способствующих к их отталкиванию от поверхности сажесборников, а значит увеличению дымности ОГ.



1 – штатный глушитель трактора; 2 – экспериментальная модель электрического фильтра; 3 – блок высоковольтного напряжения; 4 – амперметр; 5 – трактор; 6 – измеритель дымности отработавших газов МЭТА-01МП; 7 – манометр МТИ

Рисунок 1 – Вид общий лабораторной установки при испытаниях трактора на режиме свободного ускорения

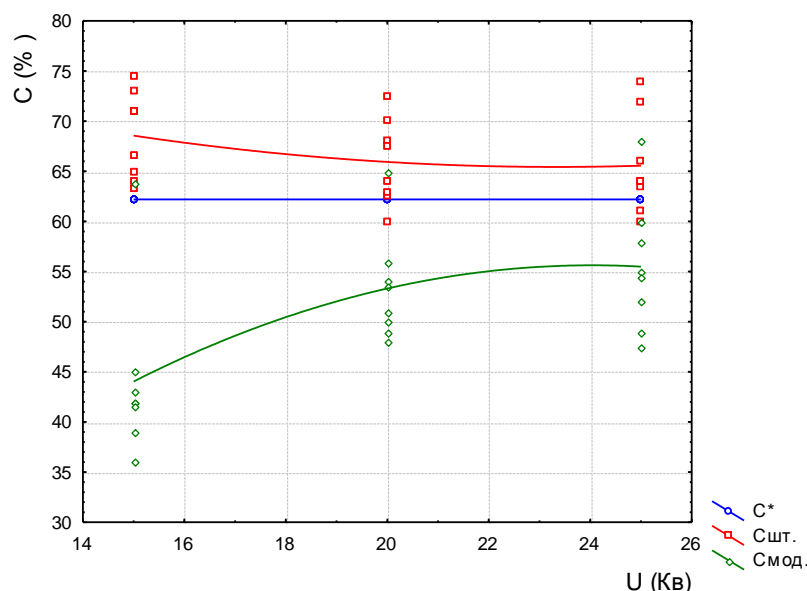


Рисунок 2 – Графические зависимости дымности ОГ трактора со штатной и модернизированной системой выпуска в режиме свободного ускорения дизеля

Примечание:

$C^*$  – предельно–допустимое значение дымности ОГ дизелей с расходом воздуха  $42\text{дм}^3/\text{сна}$  в режиме свободного ускорения в условиях ограниченного воздухообмена по ГОСТ 17.2.2.02 «Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин»

$C_{шт}$  – значение дымности ОГ трактора, оснащенного штатной системой выпуска, %,

$C_{мод}$  – значение дымности ОГ трактора с модернизированной системой выпуска, %.

Степень снижения дымности ОГ, как показали исследования, изменялось от 15% при напряжении питания 25 кВ, до 40% при напряжении 15кВ. Установка в системе выпуска дизеля трактора ЭФ позволит обеспечить требования ГОСТ по эксплуатации мобильных энергетических средств в помещениях[3,4,5,6,7,8].

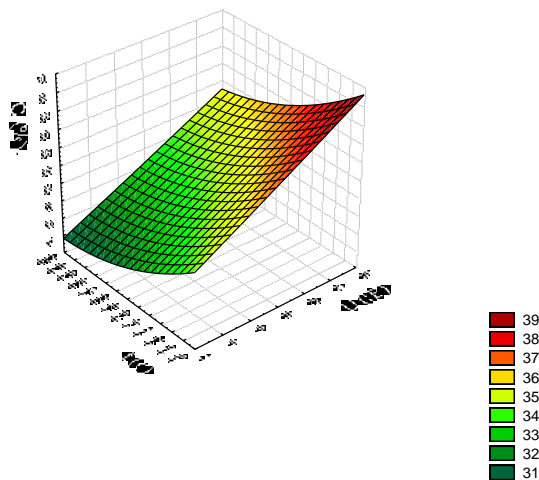
На втором этапе проведения исследований в процессе снятия внешней скоростной характеристики дизельного двигателя трактора приняты изменяющие факторы величина высоковольтного напряжения питания ЭФ и время нахождения сажевых частиц в зоне зарядки, а параметрами оптимизации – дымность ОГ (С) и величина общего тока потребления ЭФ (J).

Замер дымности ОГ трактора проводился в точках, соответствующих режимам номинальной мощности и максимального крутящего момента дизеля трактора. Эти режимы работы дизельного двигателя определяют максимальную дымность его ОГ и позволяют обозначить пиковые ее значения. В результате статистической обработки экспериментальных данных были получены математические модели зависимости исследуемых параметров оптимизации С.

и J. Графические изображения полученных моделей представлены на рисунке 3.

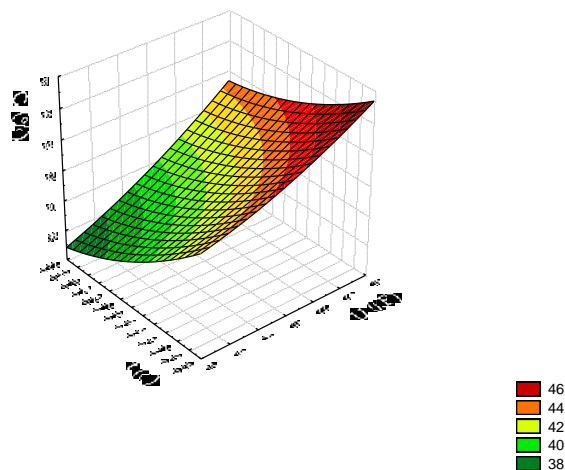
Из графических зависимостей на рисунке 3, видно, что с уменьшением величины высоковольтного напряжения питания ЭФ и увеличения времени зарядки сажевых частиц происходит снижения дымности выхлопа трактора.

$$C_H = 30,6311 + 0,4217U - 31,7667t + 0,0011U^2 - 0,25 U t + 52,3333t^2$$



a)

$$C_M = 46,7289 - 0,2423 U - 55,2 t + 0,0143U^2 + 0,665 U t + 52,6667t^2$$



б)

Рисунок 3 – Графическая зависимость дымности ( $C$ ) от величины высоковольтного напряжения ( $U$ ) и времени зарядки сажевых частиц ( $t$ ) при режиме максимальной мощности двигателя (а) и режиме максимального крутящего момента двигателя (б)

Максимальная степень очистки ОГ дизельного двигателя от сажи составляет около 45 % при работе на режиме максимального крутящего момента и значениях напряжения  $U=15$  кВ, а времени зарядки  $t=0,3$  с. В режиме работы дизеля на максимальной мощности степень снижения дымности его выхлопа составляет 40 % при вышеуказанных значения переменных факторов.

По мере роста напряжения питания и уменьшения времени зарядки частиц сажи, степень снижения дымности ОГ трактора уменьшается и составляет около 35 % при напряжении  $U=20$  кВ, и 30% при  $U=25$  кВ.

Уменьшение дымности дизельного выхлопа с возрастанием времени зарядки сажевых частиц связано получением максимального электрического заряда, способствующего их эффективно осаждению и удерживанию на поверхности сажесборников фильтра. Так при напряжении в 15 кВ. степень снижения дымности выхлопа трактора изменятся от 35 % при  $t=0,1$  с до 45 % при  $t=0,3$  с на режиме максимального крутящего момента двигателя. На режиме максимальной мощности работы двигателя трактора данное изменение дымности ОГ составляет 34–42 % соответственно.

Для определения энергетических затрат при эксплуатации трактора с модернизированной системой выпуска необходимо исследовать степень влияния указанных выше факторов на величину общего тока потребления ЭФ. Это позволит оценить возможность питания ЭФ от штатной системы электрооборудования трактора без нарушения общего энергетического баланса.

Модель зависимости общего тока потребления электрофильтром и от величины высоковольтного напряжения ( $U$ ) и времени зарядки сажевых частиц ( $t$ ) при режиме максимальной мощности двигателя имеет вид:

$$J = 14,3789 - 1,5007U - 1,0667 t + 0,0497U^2 + 0,215 U t - 5,3333t^2 .$$

На режиме максимального крутящего момента:

$$J = 14,9922 - 1,5527 U - 2,8167 t + 0,0525U^2 + 0,015 U t + 6,1667 t^2 .$$

Анализ полученных данных показал, что с увеличением величины высоковольтного напряжения питания ЭФ происходит заметное увеличение величины общего тока потребления фильтром, которая достигает порядка 10А при напряжении питания в 25 кВ. Время зарядки сажевых частиц практически не оказывает влияние на изменение тока потребления фильтром. По мере уменьшения высоковольтного напряжения происходит резкий скачок величины тока в сторону уменьшения, которая достигает 4 А при напряжении 15 кВ.

Данные уравнения достаточно точно описывают исследуемые зависимости с вероятностью 99,0 %.

### ***Библиографический список***

1. Пат. РФ № 77353. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания / Тришкин И.Б., Олейник Д.О. – Опубл. 21.04.2008.

2. Тришкин, И.Б. Жидкостный нейтрализатор для ДВС [Текст] / И.Б. Тришкин, О.О. Максименко // Сельский механизатор.- 2007.-№ 1.- С.12.

3. Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным устройством для снижения их температуры : дис. ...канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004. – 160 с.

4 Ерохин, А.В. Технология и система удаления из помещений отработавших газов двигателей внутреннего сгорания трактора с эжекторным

устройством для снижения их температуры : автореф. дис. ...канд. техн. наук [Текст] / А.В. Ерохин.- Рязань, 2004.

5. Некрашевич, В.Ф. Устройство для отводаотработавших газов двигателя внутреннего сгорания из животноводческих помещений [Текст] / В.Ф. Некрашевич, И.Б. Тришкин, А.В. Ерохин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2008. - № 2 (27). – С. 60-62.

6. Лунин Е.В. Устройство для диагностирования износа накладок ведомого диска фрикционного сцепления автомобиля [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б.// -Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2017. - С. 116-120.

7. Лунин Е.В. Технические основы кондиционирования воздуха в кабинах мобильных агрегатов [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б.// -Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 115-120.

8.Лунин Е.В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы [Текст] / Киреев В.К., Тришкин И.Б.// -Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 110-114.

**УДК 62-772.2**

*Шемякин А.В., д.т.н.,  
Мелькумова Т.В.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЖЕСТКОСТЬ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Главной отличительной особенностью резинотехнических изделий, как известно, является эластичность, которая, по сути, определяет все эксплуатационные свойства, оказывающие прямое или непосредственное влияние на эксплуатационные характеристики сельскохозяйственных машин. Между тем, жесткостные характеристики резинотехнических изделий до сих пор занимают положение факультативных, и не включены в состав тех, которые подлежат обязательному определению и нормированию.

Располагая радиальной и осевой жесткостями шины сельскохозяйственных машин представляется возможным прогнозировать

значения статического, динамического радиуса колеса, сопротивление качению шины, ее силовую неоднородность и другие важнейшие свойства.

Аналитическое решение любой задачи взаимодействия автомобиля с дорогой немисливо без знания характеристик жесткостей шины, которые входят в качестве одного из основных членов в уравнения равновесия динамической системы.

Изучение характеристик изменения радиальной жесткости шин, как следствие, позволяет оценить качество шин, их тепловую нагруженность, силовую неоднородность шины, износостойкость, физико-механические показатели трещин, ресурс шин и другие показатели определяющие работоспособность и долговечность шин.

Основной характеристикой шины является ее податливость, то есть способность деформироваться под воздействием радиальной нагрузки. Податливость шины зависит от внутреннего давления и ее конструкции и определяется величиной прогиба. Ввиду большой важности вопроса расчетной определение прогиба шины привлекало внимание ряда исследований. Решение этой задачи достигалось различными полуэмпирическими методами. При этом внутренние усилия в элементах шин, как правило, не учитывались. Наиболее известной из полученных зависимостей прогиба шин от нагрузки и внутреннего давления является формула Хедкеля. При ее выводе использованы две гипотезы. Первая заключается в предположении, что за пределами контакта шина не деформируется. Эта гипотеза предполагает, что среднее удельное давление в пределах площадки контакта равно внутреннему давлению воздуха в шине или, иначе, что работа, затрачиваемая на деформацию шины, полностью расходуется на сжатие воздуха в ней. В соответствии со второй гипотезой нагрузка на шину  $G_K$  определяется произведением площадки контакта  $F_K$  на внутреннее давление воздуха в шине  $P_B$ :

$$G_K = P_B F_K = P_B Z_{III} \pi \sqrt{R D_H}, \quad (1)$$

где  $Z_{III}$ ,  $R$ ,  $D_H$  – соответственно прогиб шины, радиус кривизны протектора и наружный диаметр шины, м.

Согласно этой формуле нагрузка на шину прямо пропорциональна как прогибу, так и внутреннему давлению воздуха в шине. Однако многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что эта зависимость является нелинейной. Нелинейность особенно сильно проявляется при малых значениях прогиба и малых внутренних давлениях воздуха в шине. Неточность формулы Хедкеля объясняется тем, что в действительных условиях шина формируется не только в площади контакта, но и за ее пределами. Неточна также гипотеза о том, что работа обжатия шины полностью расходуется на сжатие воздуха в ней.

Величина радиального прогиба непосредственно связана с выбором норм нагрузок и давлений. Анализ параметров пневматических шин, включенных в нормативы (ГОСТ, ТУ) показывает, что внутреннее давление воздуха и нагрузка на шины выбираются таким образом, чтобы обеспечить



равенство относительных прогибов шины. В связи с этим в инженерной практике используется ряд приближенных формул, не включающих в явном виде величины прогиба шины. Наиболее распространенной из них является формула Хелла:

$$G_K = kP_B^{0,585} B^{1,39} (d + B_1), \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий условия работы шины;

$B(B_1)$  – действительная (условная) ширина профиля шины ( $B_1 = 1,4B - 0,645C$ ), м;

$d, C$  – номинальный диаметр и ширина обода колеса, м.

Формула Хелла является чисто эмпирической и имеет ряд существенных недостатков, которые не позволяют рекомендовать ее для практического применения. Из формул видно, что повышение давления воздуха в шине ведет к неограниченному увеличению грузоподъемности шины. Это утверждение не соответствует действительности, так как увеличением внутреннего давления воздуха в шине нельзя, как известно, компенсировать перегрузку шины.

Наиболее часто употребляемая зависимость, связывающая прогиб шины с нагрузкой и внутренним давлением, предложена Бидерманом В.Л.:

$$Z_{III} = \frac{c_2 G_K}{2(P_B + \rho_0)} + \sqrt{\left[ \frac{c_2 G_K}{2(P_B + \rho_0)} \right]^2 + c_1 G_K}, \quad (3)$$

где  $c_0, c_2, \rho_0$  – постоянные для данной шины коэффициенты.

Эти коэффициенты определяются экспериментально. Располагая значениями этих коэффициентов для различных опорных поверхностей, можно определить радиальные прогибы шин любого типа. Однако, в настоящее время значения указанных коэффициентов определены лишь для шин грузовых автомобилей общего назначения, то есть с постоянным давлением воздуха в шинах. Значение этих коэффициентов для шин сельскохозяйственных машин на деформируемых поверхностях требуют определения. Кроме того, предлагаемые методы расчеты не учитывают сопровождающие работу шины релаксационные и усталостные явления, являющиеся следствием быстропротекающих деформаций шины при качении. Расчет деформаций с учетом этих явлений сильно усложняется и методы его до настоящего времени не разработаны. В связи с этим значительное число работ посвящено экспериментальному измерению деформаций, но, в основном, шин с постоянным давлением.

Деформация шины изменяется с изменением скорости движения колеса. На большой скорости качения профиль приобретает несколько вытянутую форму, происходит некоторое увеличение радиальной жесткости шины. Изменение деформации шины с изменением скорости происходит в результате действия инерционных сил. В зоне деформирования элементы шины испытывают действие инерционных сил и сил трения, стремящихся уменьшить деформацию шины. В зоне же восстановления формы профиля шины силы инерции и трения до известной степени парализуют силы упругости и препятствуют восстановлению формы профиля. При высоких скоростях качения скорость восстановления более жесткой шины после

прохождения контактной зоны ниже скорости выхода элемента из контакта. В результате из контакта выходят не восстановленные элементы, которые под действием упругих и инерционных сил начинают колебаться. Эти колебания продолжаются до тех пор, пока внутреннее трение в материалах не преобразует энергию колебаний в тепло. Это дополнительная затрата энергии приводит к резкому нарастанию потерь на качение.

Указанное приводит к увеличению сопротивления качению шины с увеличением скорости движения. В этом случае происходит значительное увеличение окружного сжатия элементов шины как перед областью контакта, так и в зоне контакта шины. Элементы протектора входят в контакт с поверхностью дороги более сжатыми, чем выходят из него. В передней и особенно задней частях контакта создаются благоприятные условия для проскальзывания элементов в направлении, противоположном движению колеса. Это проявляется в виде уменьшения давления колеса на опорную поверхность в задней части контакта, резкого увеличения сопротивления качению, интенсивного нарастания динамических нагрузок на шину и большим проявлением усталостного истирания (абразивный износ). Деформация шины сельскохозяйственных машин на мягком грунте в результате увеличения опорной поверхности при погружении в него колеса значительно меньше, чем на твердом покрытии дороги.

### ***Библиографический список***

1. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев [и др.]// – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.
2. Пат. 47167 РФ U1, А 01 D 33/00, Картофелеуборочная машина / М.Б. Угланов, В.Н. Носов, Р.А. Чесноков, А.А. Титов, С.Н. Сачков. - №2004131746/22; Заявлено 01.11.2004. – Оpubл. 27.08.2005
3. Пат. 73152 РФ U1, А 01 D 17/04. Картофелеуборочная машина / М.Б. Угланов, И.Б. Тришкин, Р.А. Чесноков, Б.А. Федоринов, К.А. Бузаев. - №2007107751/22; заявлено 02.02.2007. – Оpubл. 20.05.2008.
4. 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.
5. 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.
6. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники [Текст] / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышёнок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 185-186.
7. 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. – Т.7. – № 1 (22) – С. 58 -63

8. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев [и др.] //– Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 112 с.

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

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. – Орел, 2017. – С. 164-166.

12. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 1. – С. 11-14.

13. Бышов, Н.В. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // – Рязань : РГАТУ, 2013. – 157 с.

14. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин. [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев [и др.] //– Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 102 с.

15. Бышов Н.В. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // – Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. – 186 с.

16. Козлов Д.Г. К вопросу о выборе шин и балластировании трактора /Д.Г. Козлов//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. -2015. -№ 3 (46). -С. 119-125.

## Секция 4

# ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 631.356

*Бойко А.И., к.т.н.,  
Тучинский В.Д.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## СТРУКТУРА ИМПОРТА КАРТОФЕЛЯ В РОССИЮ

Картофель является важнейшей продовольственной культурой, по праву считаясь нашим «вторым хлебом». Картофель относят к культурам универсального использования, поскольку в клубнях картофеля содержится в среднем от 14 до 22 % крахмала, 2-3 % белка. Это позволяет из картофеля производить спирт самых высших категорий, для фармацевтической, парфюмерной и ликероводочной промышленности, и картофельный крахмал который используется в кондитерском, текстильном и колбасном производстве. При непосредственном употреблении в кулинарии известно более 200 замечательных картофельных блюд. Также, велико значение картофеля как кормового растения: является основным компонентом в кормовых рационах свиней, широко применяется для кормления молочного скота и домашней птицы (один кг картофеля содержит 0,3 корм.ед.). На корм скоту можно использовать и отходы промышленной переработки картофеля: мезгу (крахмальное производство) и барду (спиртовое производство).

По данным статистики, в России, наблюдается тенденция к сокращению самообеспеченности картофелем. Так самообеспеченность картофелем в 2015 году достигла 105,1 %, в 2016 году – 97,7%, за 2017 год составила 90,7 %. Несмотря на это Российская Федерация по объему производства картофеля занимает третье место (первые два принадлежат Китаю и Индии соответственно). Для самообеспечения картофелем, в России необходимо выращивать его в количестве свыше 5,5 млн.тонн, однако даже при хорошей урожайности, и наличии отечественного товарного картофеля, с февраля по июнь устойчивым спросом пользуется импортный египетский картофель урожая нового года. Потребитель ему отдает предпочтение по причине свежего внешнего вида и хороших вкусовых характеристик. В 2016 году из Египта в Россию было ввезено 133 тысячи тонн продовольственного картофеля – более половину всего объема импорта. Однако при наличии достаточного количества современных картофелехранилищ Россия могла бы достичь полного, или скажем почти полного самообеспечения продовольственным картофелем.

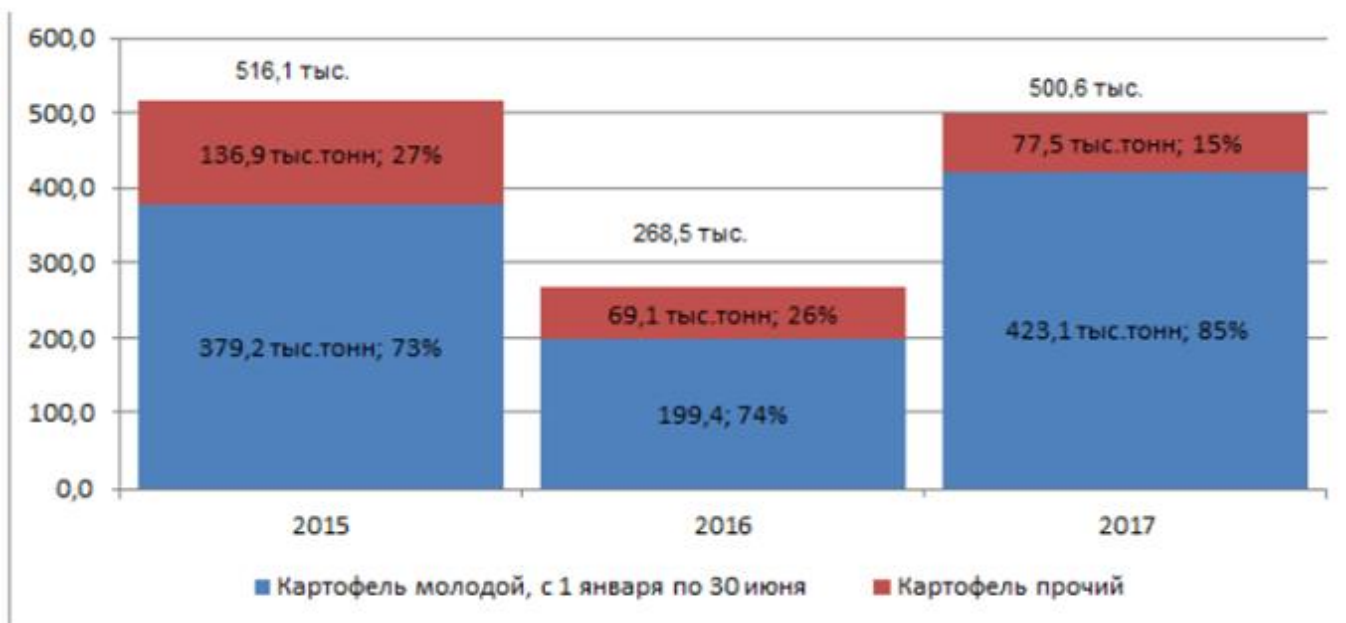


Рисунок 1 – Объем и структура импорта продовольственного картофеля по десяти крупным регионам РФ за 2015-2017 годы

Новороссийский порт является воротами по импорту картофеля из Египта [1], поэтому не удивительно, что безусловным лидером среди регионов по импорту картофеля является Краснодарский край. Значительные количества напрямую импортируют в г. Москву и Московскую область и в г. Санкт-Петербург и Ленинградскую область (см. рис.1, табл.), причем, наибольшую долю в их импорте также составляет египетский картофель, но также имеют место поставки и из Азербайджана. Приморский край и Забайкальская область завозят картофель преимущественно из Китая (см. рис.2).

Таблица – Объем и структура импорта продовольственного картофеля по десяти крупным регионам РФ за 2015-2017 годы

Регион РФ	Годы		
	2015	2016	2017
Нижегородская область	0,6	8,2	0,8
Амурская область	5,8	5,8	7,3
Смоленская область	5,2	11,5	7,5
Волгоградская область	11,7	0,1	17,3
Республика Дагестан	16,9	11,3	0,8
Забайкальский край	19,8	9,0	15,5
Приморский край	33,7	25,8	39,0
г. Санкт-Петербург и Ленинградская область	80,6	25,4	69,7
г. Москва и Московская область	105,5	66,4	125,9
Краснодарский край	208,6	96,3	197,4
Всего	516,1	268,	500,6

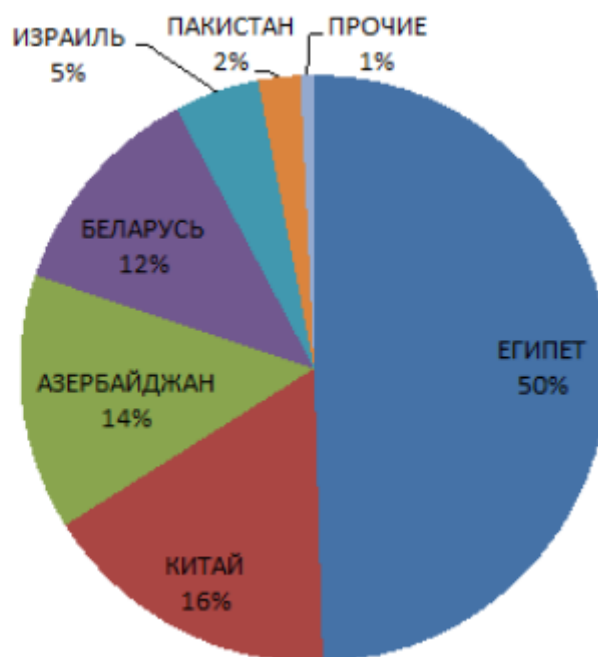


Рисунок 2 – Объем и структура импорта продовольственного картофеля в РФ в 2017 г.

Египетский картофель в Российских розничных сетях продовольственных магазинов попадает чистый, поскольку в Египте нет чернозема, и картофель выращивают практически в песке, который смешивают с землей. В Египет картофель привезли только в начале XIX века, а массовое его производство началось во время Первой Мировой войны из-за нехватки провианта для колониальных английских войск. Но успехов в его возделывании достичь тогда не удалось – сказалась неподготовленность египетских крестьян, а также низкое качество семян. Когда в 1961 году картофель начали выращивать на орошаемых полях, то положение дел с урожайностью начало исправляться. На протяжении 1990-2007 годов годовой объем производства увеличился с 1,6 миллиона тонн до приблизительно 2,6 миллиона тонн, что позволило Египту стать первым в Африке по производству картофеля. Однако по итогам 2012 года Египет уступил первенство Малави.

В последние годы все чаще представители Россельхознадзора высказывают опасения по поводу египетской картошки. Риск заражения картофеля карантинными объектами в Египте очень высок, особенно в тех местах, где его поливают водой из рек и каналов. Поскольку картофель все время растет на поливе. В тех регионах, где полив производится из рек – в первую очередь, из Нила – и из каналов, картофель может перезаразиться, отчего повышается фитосанитарный риск из-за возможности заражения картофеля карантинными объектами. В частности, бурой бактериальной гнилью и золотистой картофельной нематодой. Вследствие этого, в прошлом году Россельхознадзор ввёл запрет на ввоз египетского картофеля, выращенного на участках, где были зафиксированы случаи карантинного заболевания. Ввоз картофеля, который выращивался на территориях, где овощи

поливались из скважин, до 22 сентября был разрешён. Нельзя исключать, что египтяне продолжают возить картофель в Россию, орошаемый водами Нила, раз Россельхознадзор фиксирует систематические нарушения в египетских поставках. Помимо сказанного, важно, чтобы в картофеле отсутствовали также и микроорганизмы, поскольку Россельхознадзор не раз обнаруживал как вредителей, так и какие-то бактериальные или вирусные инфекции.

Напрашивается вывод: что к импорту как картофеля, так и другой сельскохозяйственной продукции в Россию необходимо относиться с высокой осторожностью, непрерывно проводя ее мониторинг. По нашему мнению, желательно вообще весь импорт сельскохозяйственной продукции по возможности, замещать отечественной, даже в категории тропических овощей и фруктов [3-4].

### ***Библиографический список***

1. Импорт картофеля в РФ в 2015–2017 годах [Электронный ресурс] / Аналитический отдел компании «ИНТЕРАГРО» // Ценовик. 2018. Январь – URL :<http://www.tsenovik.ru/articles/vystavki-i-meropriyatiya/import-kartofelya-v-rf-v-2015-2017-godakh>.

2. 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.

3. 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. –237 с. Стр.7-9.

4. Бойко, А.И. Ресурсосберегающее тепличное хозяйство [текст]/ А.И. Бойко, А.Д.Нижальская// Сб.: Forest Engineering материалы научно-практической конференции с международным участием под ред. И.И.Слепцова – Якутск, ЯГСХА, 2018.- 297с. Стр. 16-18.

5. 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.

6. Пат. РФ №2244396. Комкодаватель картофелеуборочной машины / С.Н. Борычев, А.И.Бойко, И.А.Успенский. – Опубл. 21.04.2003; Бюл. № 2.

7. Бойко, А.И. Исследование процесса разрушения почвенных комков в картофелеуборочных машинах [текст] / А.И. Бойко, С.Н. Борычев. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. № 8. С. 32-33.

8. Пат. РФ №68847. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы Машины для уборки корнеклубнеплодов / С.В. Колупаев, Г.К.Рембалович, А.И.Бойко и др.– Опубл. 13.06.2007; Бюл. № 34.

9. Колошеин Д.В. Картофелеводство в Российской Федерации [Текст] / Колошеин Д.В., Борычев С.Н., Чесноков Р.А. Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 1 (2). – С. 7-10.

10. Чесноков, Р.А. Технология и элеватор картофелеуборочной машины с интенсификатором сепарации почвы: дисс... канд. техн. наук [Текст] / Чесноков Р.А. – Рязань, 2005.

11. Vinogradov D.V., Konkina V.S., Kostin Ya.V., Kryuchkov M.M., Zakharova O.A., Ushakov R.N. Developing the regional system of oil crops production management Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.2018. Т. 9. № 5. - С. 1276-1284.

12. Кой, К. Агрономическая эффективность промышленной (голландской) технологии возделывания картофеля [Текст] / К. Кой, А.В. Шуравилин, О.А. Захарова // Картофель и овощи, 2018. - № 1. - С. 26-28.

**УДК 631.356**

*Бышов Н.В., д.т.н.,  
Якутин Н.Н., к.т.н.,  
Липин В.Д., к.т.н.,  
Голахов А.А.,  
Симонова Н.В.,  
ФГБОУ ВОРГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **УБОРКА КАРТОФЕЛЯ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В настоящее время в хозяйствах Рязанской области картофель убирают по одной из трех технологий [1]:

- прямоточная;
- поточная;
- перевалочная.

Выбор технологии зависит от назначения, условий и времени реализации картофеля.

При прямоточной технологии уборки поступающий с поля картофель сразу закладывается на хранение. При этом допускается примесь комков почвы в ворохе до 15...20%. При большем содержании почвенных или растительных примесей, а также больных клубней, их отделение совмещают с загрузкой в хранилище, например, при помощи агрегатов КСП-15В или Miedema. При этой технологии формирование насыпи в хранилище должно проводиться при постоянном перемещении стрелы погрузчика в горизонтальной плоскости, во избежание образования в насыпи почвенных столбов, в которых клубни легко загнивают и быстро прорастают [1].



При поточной технологии, убранный комбайном или копателем картофель, поступает на сортировальный пункт для отделения примесей и калибрования на фракции с последующей закладкой на хранение. При этой технологии клубням наносится наибольшее количество и видов механических повреждений по сравнению с другими (Таблица 1). Данную технологию целесообразно применять лишь в следующих случаях:

- осенняя реализации картофеля;
- убираемый комбайном картофель поступает с поля с примесью почвы более 25...30%;
- клубни полностью вызрели, у них окрепшая кожура, они не поражены болезнями.

Таблица 1 – Механические повреждения клубней в зависимости от технологии уборки (усредненные данные), % [1]

Виды повреждений	Технология уборки		
	Поточная	Перевалочная	Прямоточная
Обдир кожуры до 1/2 поверхности клубня	16,5	6,9	5,5
Обдир кожуры более 1/2 поверхности клубня	22,6	5,7	4,6
Трещины, вырывы и порезы мякоти клубней	9,3	6,8	2,9
Потемнение мякоти клубней размером и глубиной более 5 мм от ударов	18,0	11,9	7,2
ИТОГО повреждений	66,4	31,3	20,2
Общие потери за 8 месяцев хранения, %	32,2	18,7	8,3
Средние отходы при очистке клубней, %	26,0-28,0	20,0-22,0	13,0-15,0

При уборке картофеля по перевалочной технологии клубни перед закладкой на хранение или сортированием на пункте выдерживают во временных буртах. Ее применяют при поражении клубней удущьем, фитофторозом, мокрой гнилью, а также, если уборка проводится в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах [1].

Если в хозяйстве не планируют реализацию картофеля в осенний период, то клубни с учетом данных табл. 1 следует закладывать на хранение по прямоточной технологии. При поточной технологии, кроме общего высокого уровня механических повреждений клубней, наблюдаются большие отходы при очистке клубней – в два раза выше по сравнению с прямоточной технологией.

В зависимости от почвенно-климатических условий и площади посадки картофеля применяют три основных способа уборки:

- выкапывание клубней копателями с укладкой их на поверхность и последующим ручным подбором;
- уборка комбайнами;
- уборка копателями-погрузчиками с погрузкой картофеля в кузов транспортного средства непосредственно в процессе уборки.

Технологический процесс уборки картофеля включает следующие основные операции: подкапывание клубненосного пласта, отделение клубней от почвы, камней, растительных и других примесей, отрыв клубней от

столонов, погрузка в тару или транспортные средства [1, 2]. Возможны и дополнительные операции: предварительное удаление ботвы и сортирование клубней на фракции. При уборке картофеля с сильно развитой ботвой для предотвращения забивания рабочих органов уборочных машин, ботву предварительно удаляют. Данная технологическая операция облегчает работу машин и труд рабочих, занимающихся подбором клубней.

На средних и тяжелых почвах повышенной влажности, а также на семенных и небольших участках с поперечным уклоном более 3%, где невозможна комбайновая уборка, применяют копатели. При этом механизированы подкапывание клубненосного пласта, его частичная сепарация и укладка клубней на поверхность поля. Для их подбора выделяется бригада от 25 до 40 человек на 1 га. При этом сочетается подборка урожая с ручной погрузкой картофеля на транспортный агрегат. По сравнению с комбайновой уборкой увеличиваются затраты труда и времени на уборку, неэффективно используются транспортные средства, полезная занятость которых составляет 10-12% рабочего времени, а остальное время приходится на простой под загрузкой и выгрузкой [1].

Для уборки картофеля, предназначенного для длительного хранения, наиболее эффективно использование копателей-погрузчиков, т.к. при этом способе уборки клубни получают сравнительно низкий уровень повреждений. Однако имеется необходимость дополнительной очистки клубней в послеуборочный период, вследствие относительно высокой засоренности собранного урожая в таре.

Комбайновую уборку картофеля ведут прямым или отдельным комбайнированием. Применение того или иного способа уборки зависит от конкретных условий.

Прямое комбайнирование применяется на легких и средних почвах, когда комбайн может справиться с разделением компонентов клубненосного вороха. При повышенной влажности на этих же почвах рабочие органы комбайна перегружаются. Для расширения зоны применения картофелеуборочных комбайнов в различных почвенно-климатических условиях предусмотрены регулировки их узлов и агрегатов. Однако уборка прямым комбайнированием экономически эффективна на полях с урожайностью не менее 100 ц/га [1].

В случае если комбайн не справляется с сепарацией почвы из-за повышенной ее влажности, то применяется отдельный способ уборки. При этом способе картофелекопатель-валкоукладчик отделяет основную часть почвы от клубней и укладывает их в валок на поверхности поля. Затем, когда уложенный валок подсыхает, комбайн, оборудованный подборщиком, подбирает его.

На супесчаных, средних и легких суглинистых почвах, имеющих оптимальную влажность и обеспечивающих удовлетворительную сепарацию почвы применяется комбинированная уборка. Поскольку картофель перемещается по транспортерам без почвенной прослойки, то на таких участках при прямом комбайнировании рабочие органы комбайна работают с

недогрузкой, что приводит к возрастанию числа поврежденных клубней. Устранить отмеченные недостатки, увеличить производительность комбайна и сократить число его проходов по полю позволяет использование комбинированного способа. Суть комбинированной уборки заключается в следующем. Клубни с двух или четырех рядов укладывают картофелекопателем-валкоукладчиком в междурядьях двух соседних необработанных рядков. Образованный валок убирают за один проход комбайном с подборщиком, который одновременно с выкапыванием двух оставленных необработанных рядков подбирает лежащие между ними в валке клубни [1].

Свои преимущества и недостатки есть у каждого из перечисленных способов. При уборке прямым комбайнированием с помощью копателя-погрузчика достигается максимальная производительность, но при этом возможны значительные повреждения клубней. А наиболее высокое качество уборки, т.е. наименьшее количество травмированных клубней, обеспечивает раздельный способ.

По количеству произведенных отечественной промышленностью уборочных машин, на сегодняшний день, лидирующее место занимают картофелекопатели. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с комбайнами и копателями-погрузчиками [1, 3, 4, 5, 6]:

- невысокая стоимость;
- возможность работать на всех видах почв;
- возможность работать на полях с длиной гона менее 200 м.

Однако вероятность сгуживания клубненосного вороха на лемехе уборочной машины повышается при работе серийных картофелекопателей в трудных условиях (чернозем, тяжелый суглинок, повышенная влажность) и на больших скоростях уборки (высокая производительность). При этом имеет место некачественное разделение компонентов клубненосного вороха. Для решения этой проблемы необходимо совершенствование конструкции сепарирующих рабочих органов картофелекопателей.

### ***Библиографический список***

1. Якутин, Н.Н. Совершенствование технологического процесса и средства интенсификации сепарации картофелеуборочных машин : дис. ... канд. техн. наук [Текст] / Н.Н. Якутин. – Рязань, 2014. – 123 с.

2. Бышов, Н.В. Обзор технологического процесса и усовершенствованного органа просеивной сепарации картофелекопателя КСТ-1,4 [Текст] / Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин, А.А. Рузимуродов // Сб.: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной науч.-практ. конф. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – С. 102-107.

3. Борычев, С.Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теория, расчет): Монография [Текст] / С.Н. Борычев. – Рязань: РГСХА, 2006. – 201 с.

4. Модернизация картофелекопателя КСТ-1,4 [Текст] / Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин, Р.Ю. Ковешников и др. // Сельский механизатор. – 2016. – №11. – С. 4-5.

5. Модернизация копателя КСТ-1,4 [Текст] / Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин, Р.Ю. Ковешников и др. // Вестник РГАТУ. – 2016. – №2 (30). – С. 75-78.

6. Бышов, Н.В. Новые рабочие органы копателя КСТ-1,4 [Текст] / Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 50-54.

7. Ступин, А.С. Профессиональная защита картофеля [Текст] / А.С. Ступин: В сборнике: Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2015. - С. 387-395.

8. Лукьянова, О.В. Биологическая эффективность минерального удобрения с микроэлементами "Нанокремний" на картофеле [Текст] / О.В. Лукьянова, Л.В. Потапова, А.В. Красильников // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2018. - № 1 (6). - С. 19-24.

**УДК 338.242**

*Конкина В. С., к.э.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РИСКИ И ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ МОТОРНОГО ТОПЛИВА В СФЕРЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В настоящее время снижение логистических издержек предприятия агропромышленного комплекса, является необходимым условием его успешной конкуренции, как на внутреннем, так и на международном рынке. Научному сообществу необходимо формировать и предлагать предприятиям АПК такие модели логистического планирования, которые были бы легко реализуемы в практике предприятий [1].

Проблемой логистического планирования большинства предприятий АПК, является отсутствие оптимизационного подхода в планировании объемов запасов моторного топлива. Данная проблема приводит к образованию значительных излишков моторного топлива на складе или к его дефициту в разгар посевной или уборочной компании. Актуальным является разработка подходов к управлению логистическими рисками предприятия АПК на основе моделей оптимизации [2].

Специалистами в течение нескольких последних лет проводятся исследования в области управления логистическими издержками и оптимизации объемов моторного топлива в частности [3]. Так, в научных работах обоснована необходимость использования в логистическом

проектировании моделей оптимизации, предложено стимулирование руководителей и специалистов предприятий, занимающихся логистическим проектированием к построению простейших моделей логистического процесса с учетом регионального фактора и влияния конкурентной среды [4]. Целью данного исследования является разработка теоретических подходов к планированию объемов запасов моторного топлива на основе оптимизации издержек в практике предприятий АПК.

Таблица 1 – Средние потребительские цены на бензин автомобильный и дизельное топливо в субъектах Российской Федерации в марте 2018 года (рублей за литр)

Регионы страны	Бензин автомобильный	В том числе марки			Дизельное топливо
		АИ-92	АИ-95	АИ-99	
Российская Федерация	39,89	38,12	41,07	46,47	41,06
Центральный федеральный округ	39,94	37,94	41,24	47,23	39,76
Северо-Западный федеральный округ	40,34	38,33	41,29	48,14	41,73
Южный федеральный округ	40,98	39,32	42,54	46,29	39,76
Северо-Кавказский федеральный округ	40,54	38,91	41,72	45,92	37,83
Приволжский федеральный округ	39,34	37,68	40,61	46,12	40,46
Уральский федеральный округ	38,87	37,30	40,03	44,85	41,53
Сибирский федеральный округ	38,78	37,42	39,75	44,05	41,71
Дальневосточный федеральный округ	42,64	41,64	43,36	45,21	47,03

На основе результатов анализа стоимости моторного топлива в различных регионах России, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о положительной динамике роста стоимости моторного топлива в среднесрочном периоде, необходимости учета параметра стоимости моторного топлива в расчете эффективности планирования логистических процессов [5].

В целях оптимизации логистических затрат предприятию АПК на начальном этапе логистического планирования необходимо использовать модель *Economicorderquantity* - EOQ-модель Уилсона, имеющую следующий алгоритм расчета оптимального объема моторного топлива закупаемого и хранимого на складе.

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot C_o \cdot D}{C_h}}$$

где:  $D$  – потребление моторного топлива в годовом периоде,  
 $C_h$  – затраты на хранение условного объема моторного топлива,  
 $C_o$  – затраты на каждую поставку объема моторного топлива. [6]

По оценкам экономистов использование модели EOQ эффективно для крупных предприятий, чье логистическое планирование основано на системном

анализе рисков внешней и внутренней среды и внесения корректировок в зависимости от напряженности факторного давления [7].

Важным параметром модели является параметр  $D$  - потребление моторного топлива в годовом периоде, так как от его величины зависит суммы капитализации средств предприятия АПК в материальные активы. Предлагается производить расчет параметра  $D$  на основе аппроксимированных моделей расчета моторного топлива, алгоритм которых представлен в таблице 2 [6].

Таблица 2 – Формулы расчета объема моторного топлива

№	Расчетная модель	Переменные значения модели
1	$V = d \times \frac{n}{100}$	$d$ - дистанция маршрута перевозки; $n$ - количество литров моторного топлива, расходуемого на 100 км пробега
2	$V = d_1 \times \frac{n_1}{100} + d_2 \times \frac{n_2}{100}$	$d_1$ – дистанция маршрута от склада (поля) предприятия до точки распределения (элеватора); $n_1$ – количество литров моторного топлива, расходуемого на 100 км груженого пробега; $d_2$ – дистанция маршрута от склада (поля) предприятия до элеватора; $n_2$ – количество литров моторного топлива, расходуемого на 100 км порожнего пробега
3	$V = d_1 \times \frac{n_1}{100} + d_2 \times \frac{n_2}{100} + x$	$x$ – объем резерва моторного топлива

Научная новизна представленных исследований состоит в многовариативном планировании логистического процесса, посредством использования расчета параметра  $D$  модели EOQ на основе аппроксимированных моделей расхода моторного топлива на рейс. Использование данных подходов в практике предприятия АПК решает несколько задач в области логистического проектирования: логистическое планирование на основе простейших моделей [8]. Для многих предприятий отрасли это будет являться началом логистического планирования как такового; профилактика рисков образования дефицита или излишков моторного топлива, необходимость пополнения в разгар посевной или сбора урожая по более высоким ценам; снижение логистических издержек посредством рационального использования объемов резервуаров для хранения моторного топлива их учета, обеспечения сохранности, экологической и противопожарной безопасности; получение конкурентных преимуществ предприятием АПК на внутреннем и внешнем рынке за счет снижения себестоимости продукции, обусловленной снижением логистических издержек [9].

Важную роль в развитии сельского хозяйства Российской Федерации, играет таможенное регулирование рынка сельхозпродукции. Необходимо учитывать в таможенной политике государства меры, направленные на стимулирование предприятий АПК в формате программ импортозамещения [6]. Учет данных факторов позволит расширить горизонты планирования не только

логистической деятельности, но и позволит более эффективно осуществлять привлечение инвестиций в отрасль, решать задачи по инновационному развитию производства сельскохозяйственной продукции [5]. Зарубежные коллеги проявляют интерес к трансграничному сотрудничеству в действующих экономических форматах. Перспективным представляется трансграничное сотрудничество Российской Федерации с КНР. В формате ЕАЭС, например, с Республикой Казахстан, возможна сельскохозяйственная кооперация, использующая сложившуюся транспортную инфраструктуру [6].

Заявленные алгоритмы оптимизации на основе аппроксимированных расчетов базовых показателей позволяют руководителям предприятий АПК и специалистам применять модели оптимизации ресурсов и финансовых средств предприятия. Комплексно используя иные подходы в оптимизации, например модели управления процессом производства, персоналом, рабочим временем, достигается более позитивный, положительный эффект применения моделей оптимизации [10]. Особую актуальность такие подходы приобретают в отдельных территориях опережающего развития, например, в Республике Крым, где с вводом в эксплуатацию Керченского моста предприятиями АПК получены дополнительные логистические преимущества доставки товаров на материковую часть Российской Федерации. В этом случае затраты не только моторного топлива, но и затраты электроэнергии в производственном и складском цикле играют крайне важную роль.

### ***Библиографический список***

1. Кострова, Ю.Б. Каналы товародвижения и логистические риски на продовольственном рынке России [Текст] / Ю.Б. Кострова, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Наука в современном информационном обществе: материалы международной научно-практической конференции. – North Charleston: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014 г. – С. 189-191.

2. Мартынушкин, А.Б. Механизм проведения экспертной оценки риска [Текст] / А.Б. Мартынушкин // Сб.: научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА : материалы научно-практической конференции. – Рязань, РГСХА, 2006. – С. 274-278.

3. Экономическая эффективность деятельности транспортного комплекса Рязанской области. Экономика и анализ функционирования автотранспортной отрасли : Учебное пособие [Текст] / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, Ш.Г. Ахметов, А.Б. Мартынушкин, И.В. Федоскина. – Рязань: РГАТУ, 2012. – 287 с.

4. Экономическая эффективность деятельности автодорожного комплекса Рязанской области. Экономика и оценка эффективности и качества пассажирских перевозок в автотранспортном предприятии : Учебное пособие [Текст] / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, Е.А. Межорин, А.Б. Мартынушкин, Н.А. Коньчева, И.В. Федоскина. – Рязань: РГАТУ, 2014. – 371 с.

5. Мартынушкин А.Б. Особенности инновационного развития аграрного производства в России [Текст] / А.Б. Мартынушкин // Сб.: Актуальные вопросы

экономики и управления АПК: материалы международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2013 г. – С. 144-148.

6. Арский, А.А. Особенности логистического планирования запасов моторного топлива в агропромышленном комплексе [Текст] / А.А. Арский // Экономика сельского хозяйства России. - 2018. - № 9. - С. 103-105.

7. Мартынушкин, А.Б. Состояние материально-технической базы и производственные риски в сельском хозяйстве Рязанской области [Текст] / А.Б. Мартынушкин, Ю.О. Лящук // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2014. – № 3(20). – С. 65-67.

8. Мартынушкин, А.Б. Повышение информатизации населения в сельских поселениях путем организации интернет-приемной (на примере МО – Новосельское сельское поселение Рыбновского муниципального района) [Текст] / А.Б. Мартынушкин, В.С. Конкина // Информатизация населения и устранение неравенства как фактор социально-экономического развития региона: Материалы международной научно-практической конференции. – СПб.: НП-Принт, 2015. – С. 38-41.

9. Мартынушкин, А.Б. Состояние материально-технической базы отрасли растениеводства в России [Текст] / А.Б. Мартынушкин // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: материалы 68-ой международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 291-297.

10. Мартынушкин, А.Б. Кадровый потенциал аграрной сферы России и направления его развития [Текст] / А.Б. Мартынушкин, В.С. Конкина // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: материалы 67-ой международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 259-264.

11. Тарасенко А. П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна и семян : учебное пособие / А. П. Тарасенко. – Москва : КолосС, 2008. – 232 с.

12. Поливаев О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 280 с.

13. Ваулина О.А. Повышение процесса управления на предприятии [Текст] / О.А. Ваулина, К.П. Андреев // В сб.: Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование сборник научных трудов 5-й Международной молодежной научно-практической конференции. – 2018. – С. 119-122.



## МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В современных условиях функционирования и развития сельскохозяйственного производства, особое место занимают вопросы его технико-технологического обеспечения и модернизации. Сложившаяся тенденция сокращения парка сельскохозяйственной техники в России обуславливает риски достижения прогнозных индикаторов развития отраслей АПК [1]. Несмотря на рост объемов производства в отраслях сельского хозяйства, обеспеченность агробизнеса основными видами сельскохозяйственной техники отстает от оптимальных значений по всем видам необходимого парка сельскохозяйственных машин. Это не может не сказаться на ходе процесса модернизации сельскохозяйственного производства, темпах роста производительности труда в отрасли.

Имеются определенные сдвиги в ежегодном обновлении парка сельскохозяйственной техники. По имеющемуся прогнозу прироста объемов приобретения различных видов техники к 2020 году вполне можно ожидать максимальное приближение к необходимым показателям обеспеченности техникой сельского хозяйства (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Прогнозная оценка приобретения сельскохозяйственной техники сельскохозяйственными товаропроизводителями в России

Наименование техники	Обеспеченность (наличие на октябрь 2018 г.), физ. ед.	Потребность (необходимый парк техники), физ. ед.	Прогноз приобретения, физ. ед.		
			2018 г.	2019 г.	2020 г.
Тракторы	453158	559239	13428	13787	14212
Зерноуборочные комбайны	125944	159045	6121	6357	6606
Кормоуборочные комбайны	18236	23403	1028	1065	1108
Плуги	132919	149707	3051	3186	3317
Культиваторы	175614	195965	4154	4267	4435
Сеялки	211485	242869	5369	5615	5765
Грабли	31550	40888	1776	1800	1797
Косилки	51981	64009	2234	2297	2312
Пресс-подборщики	36187	43641	1911	1948	1963

Одной из основных мер поддержки технической и технологической модернизации сельскохозяйственного производства, а также стимулирования развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения является предоставление субсидий производителям сельскохозяйственной техники в

рамках постановления Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» [3].

Однако Постановление Правительства Российской Федерации от 4 марта 2017 г. № 261 «О внесении изменений в Правила предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» внесло негативные коррективы в развитие смежных отраслей АПК. Так уровень скидки с конечной цены завода изготовителя техники был уменьшен с 25 до 15%. Вместе с тем, динамика приобретения сельскохозяйственной техники и объемов субсидий в рамках Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники в России показывает устойчивый рост. Так, объем выплаченных субсидий за последние 5 лет вырос в 32 раза, а к концу 2018 года составил почти 14 млрд. рублей с возможным объемом приобретения сельскохозяйственной техники более 21 тыс. физических единиц, что по отношению к 2013 году больше чем в 28 раз (таблица 2) [2].

Таблица 2 – Динамика приобретения сельскохозяйственной техники и объемов субсидий в рамках Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники в России, млн. руб.

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. к 2013 г., разы
Выплачено субсидий	430	1570	5195	11162	13712	32 раза
Приобретено техники, физ. ед.	765	3053	6405	17483	21251	28 раз

По данным Министерства сельского хозяйства России отраслевым ведомством были направлены в Министерство финансов России предложения по увеличению финансирования действующей программы субсидирования в 2018 году на 5,5 млрд. рублей, а также прорабатываются вопросы, связанные с финансированием данной программы в 2018-2020 годах в объеме 8,0 млрд. рублей ежегодно, несмотря на снижение уровня долей скидок с цены сельскохозяйственной техники [2].

Наряду с предоставлением субсидий производителям сельскохозяйственной техники, еще одним инструментом стимулирования развития сельскохозяйственного производства и его модернизации является льготное кредитование в рамках постановления Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2016 г. №1528. В соответствии с ним, а также с перечнем направлений целевого использования льготных инвестиционных кредитов и льготных краткосрочных кредитов, сельскохозяйственные товаропроизводители вправе приобретать соответствующую агротехнику, машины и оборудование, а также запасные части и материалы для ремонта сельскохозяйственной техники, оборудования, грузовых автомобилей и тракторов. В таблице 3 приведены основные показатели реализации программы

льготного кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей в 2017 году.

Таблица 3 – Объемы целевого использования льготных инвестиционных кредитов в сельскохозяйственных организациях России

Показатели	Первый транш	Второй транш
Объем транша, млрд. рублей	21,4	4,0
Количество профинансированных заявок на технику, ед.	1291	1163
Общая сумма кредита, млрд. рублей	125,3	65,3
Сумма субсидий, млрд. рублей	4,1	0,8

Вместе с тем необходимо учитывать, что реализация постановления Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» предусматривает направление части федеральных средств на развитие производства и разработку новых моделей в рамках ведения научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы в организациях отечественного сельскохозяйственного машиностроения, причем формирование доли инвестиций в разработку новых моделей в объеме полученных субсидий в различных организациях носит диаметрально противоположный характер, о чем свидетельствуют данные таблицы 4 [4].

Таблица 4 – Объем инвестиций в развития производства и разработку новых моделей в соответствии с Правилами предоставления субсидии, млн. руб.

Организации сельскохозяйственного машиностроения	Получено субсидий	Инвестиции в разработку новых моделей	Доля инвестиций в разработку новых моделей в объеме полученных субсидий, %
ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»	11200	847,6	7,5
АО «Петербургский тракторный завод»	3400	1100	32,4
АО «Евротехника»	847,6	25,6	2,9
ООО «АГРО»	390,4	135,8	34,8
АО «Клевер»	184,8	113,0	61,1
ПАО «Мельинвест»	183,3	170,3	92,9

Такое положение дел диктуется тенденцией межпроизводственных разработок в том или ином производстве различных видов сельскохозяйственной техники, особенно там, где есть возможности наращивания и развития производственно-эксплуатационных характеристик выпускаемых моделей агротехники. Государство в лице Министерства сельского хозяйства России одновременно участвует в стимулирование производства сельскохозяйственной техники и разработке новых образцов,

отвечающих международным требованиям агробизнеса, при этом стараясь повысить качественные характеристики отечественных образцов сельскохозяйственной техники, занятых в различных областях сельского хозяйства России, востребованных на внутреннем рынке аграрного производства [5]. Ежегодно осуществляется заключение договоров с организациями отечественного сельскохозяйственного машиностроения в рамках реализации Постановления Правительства № 1432, которые являются стабильными партнерами данного проекта и вместе с тем, лидерами в производстве агротехники (таблица 5).

Таблица 5 – Сельскохозяйственная техника, реализуемая в рамках постановления Правительства Российской Федерации № 1432

Производители сельхозтехники	Виды сельхозтехники	Производители сельхозтехники	Виды сельхозтехники
АО «Петербургский ЗАО «Агротехмаш»	Колесные тракторы	ООО «Агро»	Посевные комплексы
ОАО «Промтрактор»			Картофелесажалки
	Гусеничные тракторы	ООО «Колнаг»	Картофелеуборочные комбайны
CLAAS			АО «Евротехника»
ООО «ВКЗ»	Зерноуборочные комбайны	ОАО «Миллеровосель-маш»	Пропашные сеялки
		ООО «Корммаш»	Пропашные культиваторы
ООО «КЗ «Ростсельмаш»	Кормоуборочные комбайны	АО «ТД Славянский»	Разбрасыватели минеральных удобрений
АО «Башагромаш»	Самоходные косилки	ОАО «Татагрохимсервис»	Опрыскиватели
«ИП Никитин В.Б.»		ООО «Пегас-Агро»	Самоходные опрыскиватели
ООО «Колнаг»	Фрезерные культиваторы и гребнеобразователи	ООО «Воронежсельмаш»	Оборудование для очистки и сушки зерна
ООО «БДМ»	Чизельные плуги и культиваторы, дискаторы и культиваторы предпосевные	ООО «Колнаг»	Картофелесажалки
ООО «ДИАС»		ООО «Интенсивные технологии»	Кормораздатчики
ФГУП «Омский экспериментальный завод»		ООО «Лискисельмаш»	Оборудование для хранения зерна в полимерных рукавах
ООО «АЗСМ»		АО «Кузембетьевский РМЗ»	Зерноочистительные машины
ООО «Белинксель-маш»	Сеялки	АО «Клевер»	Пресс-подборщики
	Культиваторы	ООО «Краснокамский РМЗ»	Обмотчики рулонов

В то же время рынок сельскохозяйственной техники воздействует на

эффективное воспроизводство материально-технической базы сельскохозяйственного производства. Рынок сельскохозяйственной техники России представлен как отечественными, так и зарубежными компаниями, однако развитость и экономическая эффективность агропромышленного комплекса полностью зависит от отечественного сельскохозяйственного машиностроения [6].

Ключевым элементом технической модернизации сельского хозяйства выступает государство, которое посредством мер поддержки должно стимулировать процессы обновления парка техники и освоения современных технологий, в том числе и по программам федерального лизинга [2].

Достижение целевых индикаторов технологической модернизации сельскохозяйственного производства вполне возможно к 2020 году, но лишь при наращивании темпов обновления сельскохозяйственной техники, обладающей соответствующими качественными характеристиками. Необходимо сохранение курса политики импортозамещения, базирующейся на приоритетных целях динамического расширения отраслей национальной экономики с применением эффективных прямых и косвенных рычагов воздействия [7].

### ***Библиографический список***

1. Мартынушкин, А.Б. Механизм проведения экспертной оценки риска [Текст] / А.Б. Мартынушкин // Сб.: научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА : материалы научно-практической конференции. – Рязань, РГСХА, 2006. – С. 274-278.

2. Алпатов, А.В. Технологическая модернизация сельского хозяйства и качество материально-технических ресурсов [Текст] / А.В. Алпатов, Р.Г. Романенко // Экономика сельского хозяйства России. - 2017. - № 12. - С. 2-10.

3. Мартынушкин, А.Б. Меры государственной поддержки как неотъемлемый элемент восстановления производственного потенциала и экономики сельского хозяйства России [Текст] / А.Б. Мартынушкин // Известия Оренбургского аграрного университета. - 2012. Т. 3 - № 35-1. - С. 202-205.

4. Мартынушкин А.Б. Особенности инновационного развития аграрного производства в России [Текст] / А.Б. Мартынушкин // Сб.: Актуальные вопросы экономики и управления АПК: материалы международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2013 г. – С. 144-148.

5. Экономическая эффективность деятельности транспортного комплекса Рязанской области. Экономика и анализ функционирования автотранспортной отрасли : Учебное пособие [Текст] / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, Ш.Г. Ахметов, А.Б. Мартынушкин, И.В. Федоскина. – Рязань: РГАТУ, 2012. – 287 с.

6. Мартынушкин, А.Б. Повышение информатизации населения в сельских поселениях путем организации интернет-приемной (на примере МО – Новосельское сельское поселение Рыбновского муниципального района) [Текст] / А.Б. Мартынушкин, В.С. Конкина // Информатизация населения и устранение неравенства как фактор социально-экономического развития

региона: Материалы международной научно-практической конференции. – СПб.: НП-Принт, 2015. – С. 38-41.

7. Мартынушкин, А.Б. Состояние материально-технической базы отрасли растениеводства в России [Текст] / А.Б. Мартынушкин // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: материалы 68-ой международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 291-297.

8. Технологические системы ведения и инновационного развития сельского хозяйства и переработки сельскохозяйственной продукции / Г.В. Овсянникова [и др.] // в книге: Инновационные основы системного развития сельского хозяйства: стратегии, технологии, механизмы. – Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2013. – С. 317-626.

9. Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию фак. технологии и товароведения Воронеж. гос. аграр. ун-та им. императора Петра I. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2018. – Ч. 1. – 410 с.

**УДК 330.342.24**

*Мартынушкин А.Б., к.э.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ПОВЫШЕНИЯ ДОХОДНОСТИ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ СРОКОВ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СЕРВИС–ПЕРИОДА КОРОВ**

Поголовье дойного стада в СПК «Новоселки» в 2018 году составляло 282 голов. Доходность в молочном скотоводстве во многом зависит от продуктивности животных (надоя). В 2018 году среднегодовой надой на 1 фуражную корову составил 43,01 ц, тогда как в 2014 году он был 35,18 ц. Одним из важнейших факторов, влияющих на продуктивность коров, является продолжительности сервис–периода. Сервис-период в достаточной степени влияет на продуктивность животных и трудоемкость производства молока. Растянутый сервис-период снижает удой и выход телят на 100 коров, увеличиваются затраты труда на производство 1 ц продукции [1].

Зависимость продуктивности коров от продолжительности сервис–периода можно проследить по данным таблицы 1.

Чтобы выявить взаимосвязь между этими элементами, проведем корреляционно – регрессионный анализ с помощью инструмента Excel – пакет анализа.

Получим, что коэффициент корреляции  $R$  равен 0,907 – это свидетельствует о тесной положительной связи между среднегодовым удоём на 1 корову и продолжительностью сервис–периода. Коэффициент детерминации

$R^2 \approx 0,823$  т.е. около 82,3% вариации продуктивности учтено в модели и обусловлено влиянием продолжительности сервис–периода.

Коэффициент регрессии составил  $-0,20$ . Данный коэффициент показывает, что увеличение продолжительности сервис–периода на 1 день приведет к снижению продуктивности коров на 0,20 ц / гол. Основная тенденция результативного признака характеризуется ежегодным увеличением на 1,14 ц.

Таблица 1 – Динамика продолжительности сервис–периода и среднегодового удоя на 1 корову

Годы	Среднегодовой удой на 1 корову, ц	Продолжительность сервис – периода, дней	t
2009	26,16	65	1
2010	28,71	67	2
2011	30,28	61	3
2012	30,11	62	4
2013	36,48	57	5
2014	35,18	62	6
2015	32,02	64	7
2016	42,66	56	8
2017	42,91	56	9
2018	43,01	55	10

Для проверки значимости модели регрессии используется F-значение (критерий Фишера). При расчетах мы использовали доверительную вероятность в размере 0,95. Табличное значение F-критерия при доверительной вероятности 0,95 составляет 5,32. Поскольку  $F_{\text{расчетный}} \approx 16,33$  больше табличного, то уравнение регрессии следует признать адекватным.

Значимость коэффициентов уравнения регрессии оценим с помощью t-критерия Стьюдента (t-статистика). Табличное значение t-критерия при уровне значимости 5% и степенях свободы 1 и 8 составляет 2,31. Расчетный t-критерий равен 4,97, что больше табличного. Значит, коэффициент уравнения регрессии равный  $-0,10$  следует признать значимым. Далее рассчитаем коэффициент эластичности:  $\varepsilon = \frac{-0,10 * 60,5}{34,752} = -0,17$ , т.е. среднегодовой удой коров увеличится на 0,17% при сокращении продолжительности сервис–периода на 1%.

Теперь рассмотрим экономическую эффективность оптимизации сроков продолжительности сервис–периода. Можно довести сервис–период до 50 дней, т.е. уменьшить на 5 дня. Тогда дополнительно с 1 коровы получим 1,0 ц, а со всего поголовья:  $1,0 * 282 = 282$  ц. Рассчитаем затраты, связанные с дополнительным производством.

1) затраты на грамотную организацию зоотехнических мероприятий:  $282 \text{ гол.} * 86 \text{ руб.} = 24 \text{ тыс. руб.}$

2) затраты на оплату труда:  $152,50 \text{ руб./ц} * 282 \text{ ц} = 43 \text{ тыс. руб.}$

3) прочие затраты: 82,57 руб./ц. \* 282 ц = 23 тыс. руб.

Всего дополнительных затрат: 24 + 43 + 23 = 90 тыс. руб.

Расчетная себестоимость составит:  $(16934 + 90) / (12128 + 282) = 1371,80$  руб. и т.к. фактическая себестоимость 1 ц составила 1396,27 руб., то мы получим снижение себестоимости на 24,47 руб.

В таблице 2 рассчитаем экономическую эффективность внедрения в производство данного мероприятия. В результате валовой надой увеличится на 2,33%. Несмотря на то, что себестоимость реализации всей продукции увеличится на 0,53%, себестоимость 1 ц молока снизится на 1,75% благодаря росту продуктивности 1 головы. Прибыль от реализации увеличится на 5,99%, а уровень рентабельности производства молока вырастет на 2,67 процентных пункта.

Таблица 2 – Экономическая эффективность оптимизации сроков продолжительности сервис-периода в молочном скотоводстве

Показатели	фактические (2018 г.)	проектируемые	проект в % факту
1. поголовье дойного стада, гол.	282	282	100,00
2. Валовой надой, ц	12128	12410	102,33
3. Среднегодовой надой на 1 фуражную корову, ц/гол.	43,01	44,01	102,33
4. Объем реализации, ц	9942	10173	102,33
5. Себестоимость 1 ц реализованной продукции, руб.	1396,27	1371,80	98,25
6. Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	13882	13955	100,53
7. Цена реализации 1ц, руб.	2081,77	2081,77	100,00
8. Выручка от реализации, тыс. руб.	20697	21178	102,33
9. Прибыль от реализации, тыс. руб.	6815	7223	105,99
10. Уровень рентабельности, %	49,09	51,76	-

Следовательно, экономическая эффективность этого мероприятия очевидна, и его можно применить на практике.

### ***Библиографический список***

1. Конкина, В.С. Теоретические основы управления затратами на сельскохозяйственных предприятиях [Текст] / В.С. Конкина // Рязань: РГАТУ, 2010.

2. Конкина, В.С. Финансовый механизм управления оборотным капиталом в сельском хозяйстве [Текст] / В.С. Конкина // диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Рязанский



государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Рязань, 2004

3. Туников, Г.М. Биологические основы продуктивности крупного рогатого скота: учебное пособие [Текст] / Г.М.Туников, И.Ю.Быстрова // Рязань: Издательство: ЗАО «Приз». – 368 с.

4. Разведение с основами частной зоотехнии: учебник [Текст]/ Г.М. Туников, А.А. Коровушкин. – СПб: Лань, 2016. – 711с.

5. Грибановская, Е.В. Анализ молочной продуктивности голштинских коров и черно-пестрой породы с различной кровностью по голштинской в условиях Рязанской области [Текст] / Е.В. Грибановская, О.А. Захарова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2015. - № 1. - С. 115-119.

**УДК 330.342**

*Мартынушкин А.Б., к.э.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПОВЫШЕНИЕ ДОХОДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В РЕЗУЛЬТАТЕ ОПТИМИЗАЦИИ КОРМОВОГО РАЦИОНА**

Для успешного развития животноводства важное значение имеет организация кормовой базы [4]. В себестоимости производства молока в СПК «Новоселки» на долю кормов приходится более 42,7%, поэтому одним из основных путей снижения себестоимости его производства является снижение затрат на корма.

Рассчитаем оптимальный кормовой рацион для дойных коров из имеющихся в исследуемом хозяйстве кормов, который по содержанию питательных веществ полностью отвечал бы требованиям животных и был самым дешевым. Решение модели производится в комплексе программ «Линейная оптимизация» [6].

В результате решения модели с помощью пакета прикладных программ получаем две таблицы:

1) матрица решения задачи, которая показывает значения  $X_i$  и содержит арифметические расчеты по ограничениям и целевой функции.

2) характеристика ограничений, сравнивает величину свободных членов и расчетную по ограничениям, показывает их разницу (отклонение), и двойственную оценку  $U_i$  [3].

Анализ результатов решения.

Анализ результатов решения состоит из нескольких пунктов:

1. Анализ кормового рациона.

В результате решения задачи получен оптимальный суточный рацион кормления дойных коров себестоимостью 54,09 руб. (значение себестоимости

представляют в виде отрицательной величины, т.к. минус говорит о том, что задача решается на минимум).

При этом в оптимальный план не вошел овес из-за своей высокой себестоимости и меньшей питательности. Необходимо рассчитать величину двойственной оценки для овса по формуле:

$$\sum_{i \in I} a_{ij} * y_i - c_j, j \in J, \quad (1)$$

$$(1,09 * (-1,715) + 89 * (-0,015) + 1 * 0 + 1,09 * 0 + 1,09 * 0) - 4,50 = -7,70$$

Таблица 1 – Состав оптимального кормового рациона кормления дойных коров в СПК «Новоселки»

Переменные	Название переменных	Единица измерения	Значение по оптимальному плану
X <sub>1</sub>	Ячмень	кг	1,50
X <sub>3</sub>	Сено естественных сенокосов	кг	4,20
X <sub>4</sub>	Солома	кг	4,54
X <sub>5</sub>	Силос кукурузный	кг	16,06
X <sub>6</sub>	Сенаж однолетних трав	кг	4,79

Экономический смысл двойственной оценки состоит в том, что при введении в рацион 1 кг овса себестоимость рациона увеличится на 7,70 руб. и составит 61,79 руб. (54,09 + 7,70).

2. Анализ ограничений по обеспеченности рациона питательными веществами.

По данным таблицы, характеризующей ограничения мы можем сказать, что нулевая оценка ограничений по каротину говорит нам о хорошей обеспеченности рациона данным элементом питания. Кормовых единиц в рационе должно быть не менее 10,52 кг, по оптимальному плану кормовой рацион содержит 10,52 кг, т.е. кормовые единицы в рационе содержатся по минимальной границе, следовательно, ограничение имеет значимую двойственную оценку -1,715. Таким образом, если увеличить питательность рациона на 1 к. ед., то себестоимость кормового рациона возрастет на 1,72 руб. и составит 54,09 + 1,72 = 55,81 руб.

По переваримому протеину можно отметить, что в рационе его должно содержаться не менее 1134,64 гр., по оптимальному плану кормовой рацион содержит 1134,64 гр., т.е. переваримый протеин в рационе содержится по минимальной границе, следовательно, ограничение имеет значимую двойственную оценку -0,015. Таким образом, если увеличить содержание переваримого протеина в рационе на 1 гр., то себестоимость кормового рациона возрастет на 0,015 руб. и составит 54,09 + 0,015 = 54,105 руб.

3. Анализ структуры рациона.

Здесь мы сравниваем структуру рациона с заданными нормативами (таблица 2).

По типу рацион можно охарактеризовать как малоконцентратный, так как на долю концентрированных кормов приходится 22,91 % общей питательности.

Грубые корма как источники относительно дешевых питательных веществ содержатся в рационе в максимальном объеме.

Таблица 2 – Анализ структуры рациона кормления дойных коров по оптимальному плану в СПК «Новоселки»

Группы и виды кормов	Потребление всего		Потребление кормов по норме, к. ед., кг (задано)
	к. ед., кг	%	
Концентрированные корма	2,41	22,91	2,20 – 2,81
Грубые корма, всего	3,22	30,61	2,27 – 3,22
в т.ч. сено естественных сенокосов	2,31	21,96	1,51 – 2,56
солома	0,91	8,65	--
Сочные корма, всего	4,89	46,48	4,89 – 5,74
в т.ч. силос кукурузный	2,98	28,33	2,49 – 3,05
сенаж однолетних трав	1,91	18,15	1,63 – 1,91
Всего кормов	10,52	100,00	--

Сочные корма характеризуются относительно высокой стоимостью питательных веществ, в результате чего эти корма содержатся в рационе по минимуму. В группе сочных кормов стоимость питательных веществ в сенаже наиболее низкая, поэтому сенаж однолетних лет содержится в рационе по максимуму.

Проводя анализ полученных данных по характеристике ограничений, следует отметить, что концентрированные корма (ячмень) и кукурузный силос вошли в рацион в количестве, находящемся внутри интервала заданной нормы и имеют нулевую оценку, свидетельствуя о хорошей обеспеченности рациона данными видами корма. Все грубые корма в совокупности вошли по максимальной границе (3,22 кг к. ед.), следовательно, ограничение имеет значимую двойственную оценку +0,81. Таким образом, если увеличить содержание грубых кормов в рационе на 1 к. ед., то себестоимость кормового рациона снизится на 0,81 руб. и составит 53,28 руб. (54,09 – 0,81).

Все сочные корма в целом вошли в рацион по минимуму, следовательно, ограничение имеет значимую двойственную оценку –3,41 и если в рационе увеличить содержание данного вида корма на 1 к. ед., то себестоимость кормового рациона вырастет на 3,41 руб. и составит 57,50 руб. (54,09 + 3,41).

При этом сенаж однолетних трав вошел в рацион по максимальной границе, следовательно, ограничение имеет значимую двойственную оценку +4,81 и если в рационе увеличить содержание данного вида корма на 1 к. ед., то себестоимость кормового рациона снизится на 4,81 руб. и составит 49,28 руб. (54,09 – 4,81).

Из результатов решения задачи на оптимизацию кормового рациона мы получили расход кормов в ц к.ед. в сутки на одну корову равный 0,1052 ц к.ед. Рассчитаем расход кормов в ц к.ед. на все поголовье дойного стада за весь год:

$$1) 0,1052 \text{ ц к. ед.} * 282 \text{ голов} * 365 \text{ дней} = 10828 \text{ ц к.ед.}$$

В СПК «Новоселки» на производство всего объема молока (12128 ц) расходуется 13098 ц к.ед., а на производство 1 ц молока 1,08 ц к.ед. Рассчитаем

перерасход кормов ц к.ед. на производство 12128 ц молока как разницу между планируемым расходом кормов, рассчитанным в оптимальном кормовом рационе и фактическим:

$$2) 13098 - 10828 = 2270 \text{ ц к.ед.}$$

Определим дополнительное количество молока путем деления перерасхода корма на фактический расход корма в исследуемом хозяйстве (в ц к.ед.) на производство 1 ц молока:

$$3) 2270 / 1,08 = 2102 \text{ ц.}$$

Определим дополнительные затраты на производство дополнительного объема молока:

а) на оплату труда:

$$153,02 * 2102 = 322 \text{ тыс. руб.};$$

б) работа и услуги:

$$184,86 * 2102 = 389 \text{ тыс. руб.};$$

в) прочие затраты:

$$291,35 * 2102 = 612 \text{ тыс. руб.}$$

Всего дополнительных затрат:

$$322 + 389 + 612 = 1323 \text{ тыс. руб.}$$

Всего фактических затрат:

$$1396,27 * 12128 = 16934 \text{ тыс. руб.}$$

Рассчитаем экономию затрат на корма при оптимальном кормовом рационе. Для этого определим сначала расчетную себестоимость 1 ц к.ед. путем деления расчетной себестоимости кормового рациона на расчетный расход кормов в ц к.ед. в сутки на одну корову:

$$54,09 / 0,1052 = 514,16 \text{ руб. (0,514 тыс. руб.)}$$

Затем рассчитаем затраты на корма на весь объем производства:

$$13098 * 514,16 = 6734 \text{ тыс. руб.};$$

Фактические затраты на корма на производство всего объема молока:

$$13098 * 624,72 = 8183 \text{ тыс. руб.};$$

где 624,72 руб. – стоимость кормов в себестоимости 1ц молока.

Экономия затрат будет равна разнице затрат на корма на производство всего объема молока фактических и расчетных:

$$8183 - 6734 = 1449 \text{ тыс. руб.}$$

Общие затраты на производство продукции будут равны сумме фактических затрат на производство продукции и дополнительных затрат на производство дополнительного объема молока за минусом экономии затрат при оптимальной структуре кормового рациона:

$$16934 + 1323 - 1449 = 18131 \text{ тыс. руб.}$$

Расчетная себестоимость составит:  $= 18131 / (12128 + 2102) = 1274,14$  руб. и т.к. фактическая себестоимость 1 ц составила 1396,27 руб., то мы получим снижение себестоимости на 122,13 руб.

После выявления резервов увеличения объема производства, снижения его себестоимости, обобщим рассчитанные резервы в сводной таблице 20.

Результаты расчетов показали, что за счет оптимизации кормового рациона в хозяйстве можно получить 2102 ц дополнительного надоя молока, а также снижение себестоимости 1 ц молока на 122,13 руб.

Таблица 3 – Резервы увеличения валового производства молока и снижения его себестоимости за счет оптимизации кормового рациона в СПК «Новоселки»

Показатели	Продукция (молоко)
1. Фактическое производство, ц	12128
2. Дополнительное производство, ц	2102
3. Всего произведено, ц	14230
4. Фактические затраты на производство, тыс. руб.	16934
5. Дополнительные затраты, тыс. руб.	1323
6. Экономия затрат, тыс. руб.	1449
7. Всего затрат на производство, тыс. руб.	18131
8. Фактическая себестоимость 1 ц, руб.	1396,27
9. Расчетная себестоимость 1 ц, руб.	1274,14
10. Снижение себестоимости, руб.	122,13

В целом можно отметить, что эффектом от внедрения оптимального кормового рациона для дойных коров станет увеличение прибыли от реализации молока на 2605 тыс. руб. или на 38,22% (таблица 4).

Таблица 4 – Повышение доходности производства молока в результате оптимизации кормового рациона в СПК «Новоселки»

Показатели	Фактические	Проектируемые	проект в % к факту
1. Валовое производство, ц	12128	14230	117,33
2. Уровень товарности, %	81,96	81,96	100,00
3. Объем реализации, ц	9942	11663	117,33
4. Цена реализации 1 ц, руб.	2081,77	2081,77	100,00
5. Себестоимость 1 ц реализованной продукции, руб.	1396,27	1274,14	91,25
6. Выручка от реализации, тыс. руб.	20697	24280	117,33
7. Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	13882	14860	107,05
8. Прибыль от реализации, тыс. руб.	6815	9420	138,22
9. Уровень рентабельности, %	49,09	63,39	--

Это приведет к повышению уровня рентабельности его производства на 14,30 процентных пункта при условии, что цена и уровень товарности молока не изменится.

### ***Библиографический список***

1. Конкина, В.С. Современное состояние сельскохозяйственного производства в РФ [Текст] / В.С. Конкина // Материально-техническое обеспечение учреждений уголовно-исполнительной системы: современное состояние и перспективы развития. Сборник материалов Всероссийского научно-практического круглого стола. – Рязань, 2017. – С. 96-101.
2. Конкина, В.С. Анализ современного состояния молочного скотоводства в Рязанской области [Текст] / В.С. Конкина // Молодежь, семья, общество: Материалы международной научно-практической конференции. 2013. - С. 101-103
3. Шашкова, И.Г. Перспективы развития АПК Рязанской области / [Текст] / И.Г. Шашкова, С.С. Котанс, В.С. Конкина, Е.И. Ягодкина, С.И. Шашкова, Л.И.Домокеева // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Сборник трудов научных чтений Посвящается памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика Якова Васильевича Бочкарева. Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. 2014. - С. 227-231.
4. Мартынушкин, А.Б. Кадровый потенциал аграрной сферы России и направления его развития [Текст] / А.Б. Мартынушкин, В.С. Конкина // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 259-264.
5. Конкина В.С. Методика экономических исследований в АПК России [Текст] / В.С. Конкина, В.Н. Минат // В сборнике: Актуальные проблемы науки и практики XXI века материалы Всероссийской научно-практической конференции. Рязанский филиал НОУ ВО «Московская академия экономики и права». 2016. С. 20-25.
6. Конкина, В.С. Финансовый механизм управления оборотным капиталом в сельском хозяйстве [Текст] / В.С. Конкина // диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Рязань, 2004
7. Конкина, В.С. Теоретические основы управления затратами на сельскохозяйственных предприятиях [Текст] / В.С. Конкина // Рязань: РГАТУ, 2010.
8. Туников, Г.М. Биологические основы продуктивности крупного рогатого скота: учебное пособие[Текст] / Г.М.Туников, И.Ю.Быстрова // Рязань: Издательство: ЗАО «Приз». – 368 с.
9. Торжков Н.И. Программный комплекс «РАЦИОН 2+» для составления и балансирования рационов для сельскохозяйственных животных[Текст] / Н.И.Торжков, Ж.С.Майорова, Д.А.Благов// Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 5-2. – С. 216-217.
10. Балашов, О.Ю. Особенности получения прессованных кормов из побочных продуктов пивоваренного производства / О.Ю. Балашов, В.В.

Утолин, Н.Е. Лузгин // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 1 (22). – С. 50-54.

11. Утолин, В.В. Оптимизация параметров смесителя для приготовления кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства / В.В. Утолин, В.А. Хрипин, Н.Е. Лузгин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3 (35). – С. 114-118.

12. Захаров, Л.М. Влияние местных климатических условий на голштинских коров (обзорная статья) [Текст] / Л.М. Захаров, О.А. Захарова, М.В. Захаров: В сборнике: Сборник научных трудов совета молодых ученых рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - Рязань, 2015. - С. 54-59.

13. Конкина, В.С. Направления повышения конкурентоспособности отрасли молочного скотоводства [Текст] / В.С. Конкина, Д.В. Виноградов, Е.И. Лупова: В сборнике: Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК // Сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции. Белорусский государственный аграрный технический университет, 2017. - С. 179-181.

**УДК 621.643.4**

*Молочников Д.Е., к.т.н.,  
Яковлев С.А., к.т.н.,  
Рузаев Е.Е.,  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
г. Ульяновск, РФ*

## **РАСЧЕТ СТЕНОК ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

В течение расчетного срока службы вертикальный резервуар для нефтепродуктов должен выдерживать заданные при проектировании нагрузки и воздействия. К этим воздействиям можно отнести:

- гидравлического напора нефтепродукта;
- избыточное внутреннее давление или разрежение в газовом пространстве резервуара;
- внешние и внутренние температурные колебания;
- ветровые нагрузки;
- нагрузки, возникшие на этапах изготовления, хранения и транспортировке вертикальных резервуаров. В результате данных воздействий происходит уменьшение несущей способности конструкции, снижение надежности и долговечности резервуарных конструкций [1-3].

Вертикальный резервуар является сооружением, состоящим из неравноноизносостойких элементов, так как разные части (крыша, стенка, днище) изнашиваются и стареют по-разному. Критерии оценки допустимого состояния

элементов резервуара выбираются исходя из их технического состояния. Для каждого элемента резервуара существует «свое» допустимое состояние, следовательно, «свой» остаточный срок службы.

Критериями оценки критического состояния элементов резервуара принимают: для стенки и окрайков днища – критическую толщину металла или максимальные напряжения в металле, соответствующие этой толщине; для крыши и центральной части днища – максимально допустимую толщину металла и герметичность.

Стенки вертикального резервуара представляют собой тонкое кольцо цилиндрической части каркаса резервуара, нагруженное по внутреннему и наружному контуру равномерно распределенными и направленными от центра радиальными силами.

Обозначим интенсивность сил гидравлического напора с внутренней стороны на стенку резервуара  $q_1$ , а с наружной стороны от ветрового давления  $q_2$ . Рассмотрим случай, когда интенсивности радиальных сил для внутреннего и наружного контуров равны и направлены противоположно друг к другу. Тогда величины напряжений одинаковы для всех точек кольцевой пластины и являются напряжениями сжатия [4, 5].

Изгибающий момент в сечениях кольца, перпендикулярных к полярному радиусу, определяется выражением

$$M_r(\rho) = D\lambda^2 \left[ \frac{1-\mu}{\rho^2} C_2 + C_3 F(\rho) + C_4 \Phi(\rho) \right], \quad (1)$$

где  $C_1, C_2, C_3, C_4$  - постоянные интегрирования;

Используя уравнение осесимметричной формы срединной поверхности круглой пластины  $w(\rho) = C_1 + C_2 \ln \rho + C_3 J_0(\rho) + C_4 Y_0(\rho)$  получим

$$\left. \begin{aligned} \frac{1-\mu}{\alpha^2} C_2 + C_3 F(\alpha) + C_4 \Phi(\alpha) &= 0 \\ C_1 + C_2 \ln \alpha + C_3 J_0(\alpha) + C_4 Y_0(\alpha) &= 0 \\ \frac{1-\mu}{\beta^2} C_2 + C_3 F(\beta) + C_4 \Phi(\beta) &= 0 \\ C_1 + C_2 \ln \beta + C_3 J_0(\beta) + C_4 Y_0(\beta) &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (2)$$

Корни системы однородных уравнений (постоянные интегрирования) отличаются от нуля (условие возникновения искривленной формы равновесия кольца) только в том случае, когда определитель, образованный из коэффициентов системы однородных уравнений (2), обращается в ноль

$$\begin{vmatrix} 0 & \frac{1-\mu}{\alpha^2} & F(\alpha) & \Phi(\alpha) \\ 1 & \ln \alpha & J_0(\alpha) & Y_0(\alpha) \\ 0 & \frac{1-\mu}{\beta^2} & F(\beta) & \Phi(\beta) \\ 1 & \ln \beta & J_0(\beta) & Y_0(\beta) \end{vmatrix} = 0.$$

Рассматриваемый определитель легко представить в следующем виде



$$\begin{vmatrix} \frac{1-\mu}{\alpha^2} & \frac{1-\mu}{\beta^2} & \ln \beta \\ F(\alpha) & F(\beta) & J_0(\beta) \\ \Phi(\alpha) & \Phi(\beta) & Y_0(\beta) \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \frac{1-\mu}{\alpha^2} & \frac{1-\mu}{\beta^2} & \ln \alpha \\ F(\alpha) & F(\beta) & J_0(\alpha) \\ \Phi(\alpha) & \Phi(\beta) & Y_0(\alpha) \end{vmatrix} = 0$$

или после преобразований свести к следующему выражению

$$\begin{aligned} & \frac{1-\mu}{\alpha^2} \{F(\beta)[Y_0(\beta) - Y_0(\alpha)] - \Phi(\beta)[J_0(\beta) - J_0(\alpha)]\} - \frac{1-\mu}{\beta^2} \{F(\alpha)[Y_0(\beta) - Y_0(\alpha)] - \\ & - \Phi(\alpha) \cdot [J_0(\beta) - J_0(\alpha)]\} - \ln \frac{\alpha}{\beta} [F(\beta)\Phi(\alpha) - F(\alpha)\Phi(\beta)] = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

При наличии определенного соотношения между радиусами внутреннего и наружного контуров кольца зависимость (3) становится уравнением с одним неизвестным, и его решение путем подбора при наличии соответствующих таблиц функций Бесселя не представляет принципиальных затруднений.

Учитывая, что квадрат безразмерного радиуса наружного контура кольца

$\beta^2 = (\lambda\beta)^2 = \frac{F}{D} b^2$ , критическое значение интенсивности радиальных сил имеет вид

$$F_{кр} = \varepsilon \frac{D}{b^2}, \quad (4)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент критического значения нагрузки,  $\varepsilon = \beta^2$ .

Критические значения величины  $\beta$  и коэффициента критической нагрузки для различных значений отношения радиусов, отвечающих различным формам равновесия, показывает, что для кольцевой пластины с опертым (заваренным) контуром симметричная форма равновесия соответствует значительно меньшим критическим значениям интенсивности радиальных сил, чем несимметричная форма равновесия с одним узловым диаметром (днищем резервуара).

### **Библиографический список**

1. Белкин, А.П., Прогноз надежности эксплуатации резервуаров для хранения нефтепродуктов [Текст] / А.П. Белкин, Б.С. Квашнин, Е.В. Казаков // Материалы VI горногеологического форума «Природные ресурсы стран СНГ». -СПб.: Изд. центр НТП. – 1998, С. 123-127.

2. Прогнозирование ресурса вертикальных резервуаров [Текст] / Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, С.В. Голубев, Сотников М.В., Козловский Ю.В. // Достижения техники и технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, 15 ноября 2018. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2018. - с. 309-313.

3. Яковлев, С.А. Способы повышения жесткости емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом [Текст] / С.А. Яковлев, М.М. Замальдинов, Д.Е. Молочников, М.Ю. Дудиков // Достижения техники и технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, 15 ноября 2018. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2018. - с. 355-360.

4. Особенности коррозии вертикальных резервуаров для нефтепродуктов [Текст] / Д.Е. Молочников, Р.Н. Мустьякимов, В.А. Голубев, Ю.В. Козловский, М.Ю. Пальмов // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: материалы Национальной научно-практической конференции. Том II. Димитровград, ТИ - филиал УлГАУ, 2018. С. 215-220.

5. Пащенко, В.М. Способ определения содержания серы в нефтепродуктах [Текст] / В.М. Пащенко, В.И. Ванцов, М.В. Ванцов // Вестник РГАТУ. – 2015. – №1. С. 89-93.

**УДК 631.145**

*Романенкова М.С.,  
Балабанов В.И., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВНЕДРЕНИЯ «ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ» В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

В последнее время в сельском хозяйстве произошел ряд технологических преобразований. Благодаря «умным» гаджетам фермеры получили не только полный контроль над выращиванием скота, но и смогли повысить производительность при выращивании сельскохозяйственных культур. В настоящее время эти процессы наиболее предсказуемы, тем самым это существенно повышает эффективность агробизнеса в целом [1].

Не смотря на то, что технологии «Интернета вещей» (англ. Internet of Things, IoT) и «Больших данных» (англ. Bigdata) в сельском хозяйстве не так распространены, но их рынок очень быстро расширяется и тем самым внедрение IoT технологий в сельское хозяйство постоянно растет.

В виду того что «Интернет вещей» это развивающийся рынок, для компаний все еще есть широкие возможности для реализации своих проектов и внедрения новых программ для современных гаджетов.

Каким же образом IoT может улучшить производство сельскохозяйственных культур?

Технологии «Интернета вещей» могут изменить производство сельскохозяйственных культур в нескольких аспектах. Существует пять способов как с помощью IoT можно улучшить производство продукции растениеводства [2].

Первый способ: большой массив данных (погодные условия, качество почвы, прогресс в росте урожая), которые можно получить с помощью

интеллектуальных датчиков установленных по периметру поля, поступает в режиме онлайн на ваш смартфон. Эти данные можно использовать для отслеживания состояния вашего бизнеса, как в целом, так и в отдельных аспектах [3-5].

Второй способ: Контролирование внутренних процессов, что существенно помогает в снижении производственных рисков. Фермер может планировать лучше сбыт продукции, так как он может прогнозировать объем производства продукции растениеводства.

Третий способ: Благодаря усилению контроля за производством можно управлять затратами и сокращать отходы. Так отслеживая любые отклонения в процессе производства сельскохозяйственной продукции, можно значительно снизить риски потерь.

Четвертый способ: Автоматизация таких процессов как орошение, внесение средств защиты растений или удобрений значительно повышает эффективность бизнеса [4,6].

Пятый способ: Путем автоматизации улучшается контроль производства и поддерживаются более высокие стандарты качества и рост урожая.

В конечном итоге все эти факторы могут привести к увеличению прибыли.

Уже сейчас на рынке много различных IoT-датчиков и IoT-приложений для сельского хозяйства.

Так для мониторинга климатических условий наиболее популярными остаются метеорологические станции, которые в свою очередь состоят из нескольких интеллектуальных датчиков [1]. Такие станции располагаются по полю, собирая данные о состоянии окружающей среды (Рисунок 1).



Рисунок 1 –Метеостанция. Центр точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Еще один вид IoT, который используется при производстве сельскохозяйственной продукции это устройства, которые располагаются непосредственно на полях для сбора данных, которые относятся к земледелию.

В настоящее время существует возможность изготовления портативных датчиков, работающих в автономном режиме и имеющих возможность вести онлайн-мониторинг требуемых показателей.

Выпускаются биоразлагаемые беспроводные датчики второго поколения. Такие датчики позволяют решить еще один наиболее важный вопрос связанный с экологией[1,2].

Такие датчики могут устанавливаться в строго установленные участки полей как в ручную, так в автоматическом режиме, например с использованием беспилотных летательных аппаратов, такими как дроны, с использованием спутникового позиционирования с точностью до нескольких десятков сантиметров.

ExactFarming—программное обеспечение, которое может использоваться при реализации фермером технологий IoT (Рисунок 2).

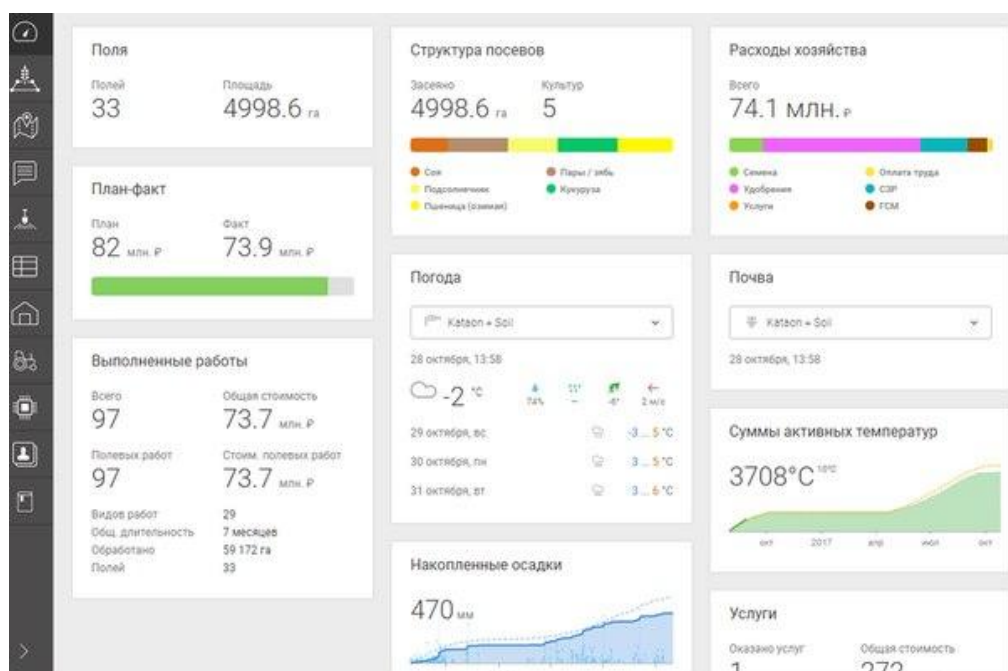


Рисунок 2 – Интерфейс программного обеспечения ExactFarming

Данное программное обеспечение обладает большими возможностями. С его помощью можно создавать не только электронные карты полей, но вести отчеты об осмотре этих полей, работать с космоснимками и индексом вегетации. На главной странице этого приложения «Центр мониторинга» собрана информация обо всем хозяйстве и вынесены важные показатели. Благодаря этому можно быстро оценивать текущую ситуацию [1].

### ***Библиографический список***

1. Романенкова М.С. «Оборудование для проведения экспериментальных исследований технологии «Интернета вещей» в растениеводстве».Материалы

международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина 2018. С. 211-214

2. Балабанов В.И., Романенкова М.С. «Интернет вещей» в сельском хозяйстве. Доклады ТСХА выпуск 290 часть II 2018 – С.71-74

3. Балабанов В.И. Навигационные системы в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. [Учебное пособие]. / В.И. Балабанов, С.В Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. М.: Из-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. - 143 с.

4. Балабанов И.В., Балабанов В.И. Проблемы качества подвижной связи в технологиях точного земледелия и позиционирования сельскохозяйственной техники / Техника и оборудование для села. № 6, 2012. С. 20-21.

5. Технологии, машины и оборудование для координатного (точного) земледелия: учеб. / В.И. Балабанов, В.Ф. Федоренко и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 240 с.: ил.

6. Балабанов В.И. Полевая стратегия. Внедрение инноваций в координатном земледелии. Агротехника и технологии. 2016. № 5. С. 50-53.

7. К вопросу о возможности использования цифровых технологий в растениеводстве [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Михеев, С.А. Бычкова // Материалы национальной научн. практ. конф. «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России» 22 ноября 2018 года : Сб. научн. тр. Часть I. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – С. 51 -56

8. Бачурин, А.Н. Спутниковый контроль и мониторинг для оптимизации работы агрегатов [Текст] / А.Н. Бачурин, Д.О. Олейник, И.Ю. Богданчиков // Сельский механизатор. – 2015. – №7. – С. 4-5.

**УДК 339.13**

*Туарменский В.В., к.п.н.*

*Ляшук Ю.О.*

*ЧОУ ВО МУИВ, г. Рязань, РФ*

## **ТЕХНОПАРКОВЫЕ СТРУКТУРЫ ГЕРМАНИИ**

Технопарковые структуры в Германии начали создаваться сравнительно недавно. Берлинский инновационный и грюндерский центр (нем. Gründer - учредители компаний) был создан в 1984г. благодаря совместным действиям Технического университета и сената Западного Берлина [1]. С 1985 г. в рамках центра начал функционировать Парк технологии и промышленности. Университет предоставил необходимые помещения для парка и инкубатора, предоставил 15% от всех вложенных средств и взял управление центром на себя.

Новый импульс к развитию научно-технологический парк в Берлине получил в начале 90-х. Проект инновационного и грюндерского центра постепенно трансформируется в «интегрированный ландшафт науки и

экономики» и размещается на базе Академии наук ГДР, которая после объединения Германии в 1990 году не смогла функционировать в изменившихся условиях, и была распущена. На окраине Берлина оказалось 420 га пустующих офисных и производственных площадей, которые постепенно приходили в упадок. Рабочих мест лишилось множество высококвалифицированных сотрудников академии, и их трудоустройство стало проблемой для муниципальных властей. Для преодоления возникших затруднений в 1991 году Правительство Берлина приняло решение создать на этом месте научно-технологический парк [3]. Финансирование проекта на первоначальном этапе осуществлялось из средств, полученных от приватизации коммунальных сетей территории. Первыми резидентами технопарка стали два института, входящих в состав Гумбольдтского Университета [5].

Проектом создания и функционирования научно-технологического парка Berlin Adlershof управляет Wista Management GmbH (WISTA-MG). Это некоммерческое предприятие, принадлежащее федеральной земле Берлин (уставный фонд 11,776 млн. евро, 33 сотрудника, годовой оборот 1,565 млрд. евро). В 1991-2001 годах предприятие WISTA-MG привлекло в развитие Berlin Adlershof около 1 млрд. евро инвестиций. Создание научно-технологического парка Berlin Adlershof – пример того, как власти Берлина смогли использовать технопарк как инструмент антикризисного регулирования экономики [4].

Спустя 15 лет технопарк превратился не только в крупнейший научный парк Германии, но и в крупнейший в Европе центр инновационной активности и объединил 12 научно-исследовательских институтов (1500 сотрудников); 6 институтов Гумбольдтского Университета (100 профессоров, 700 сотрудников, 6 тыс. студентов); 375 технологических предприятий (3584 сотрудника); медийный городок (127 предприятий и 1198 сотрудников); промышленную зону (156 предприятий и 3993 сотрудника). На данный момент Берлин-Адлерсхоф – является одним из самых успешных научно-технологических проектов в Германии и самым крупным центром масс-медиа в Берлине [9].

Сердцем Берлин-Адлерсхоф является научно-технологический парк, в состав которого входят более 500 предприятий и десять внеуниверситетских научно-исследовательских институтов, главными научными направлениями которых являются: фотоника и оптика; фотовольтаика и возобновляемые источники энергии; микросистемы и материалы; информационно-коммуникационные технологии; биотехнология и экология.

В непосредственной близости от расположенных здесь предприятий и учреждений возник целый ансамбль, включающий в себя 384 торгово-промышленных предприятия, магазинов, гостиниц, ресторанов, а также пейзажный парк площадью 66 Га и 380 жилых домов [2].

Инновационный учредительный центр Фёникс (Phönix), который также является классическим технопарком, создавался в столь же депрессивном районе германской столицы Борзигтурм (Borsigturm) в целях минимизации последствий ликвидации железнодорожных мастерских и локомотивных депо.

Центр включает в себя технологический центр общей площадью 55 тыс. кв. м, разбитый на 5 участков, и собственно технопарк с 7075 кв. м арендных площадей и 59 фирмами-резидентами, из которых 45 учреждены центром Фёникс. В парке около 340 рабочих мест. Основные направления деятельности – транспортная техника, логистика, информационная и коммуникационная техника. Фёникс интересен тем, что изначально проектировался как единый комплекс зданий и сооружений, предназначенных и для работы, и для проживания сотрудников фирм-резидентов [8].

Фёникс является примером успешного частно-государственного партнерства. Инвестиции в создание технологического центра составили 450 млн. евро. Источником средств стали различные региональные фонды Европейского союза, а также частный капитал.

По аналогичной схеме происходило создание Технологического центра в Дортмунде. Дортмундский университет принял активное участие в его планировании и финансировании [1].

Однако эти описанные выше случаи являются исключениями из общей тенденции, которая заключается в практическом отсутствии связей между академической наукой и промышленностью [5]. Подавляющее число технопарковых организаций (на конец 90-х их было 84) не сумели наладить устойчивых контактов с университетами.

Главная причина сложившейся ситуации стала следствием слабой региональной научно-исследовательской базы. «Технопарку нет смысла специализироваться в области технологий, для которых в регионе нет ни «поставщиков» (институты, университеты, исследовательские центры крупных фирм), ни покупателей» [6]. Данный факт нашёл отражение в превалировании в рамках технопарковых структур промышленных парков и их разновидности - грюндерских центров, не являющихся формами интеграции образования, науки и производства [7].

### ***Библиографический список***

1. Кострова Ю.Б. Проблемы и перспективы особых экономических зон в РФ [Текст] // III-я Международный научно-практический конкурс «Научные достижения и открытия 2017». - М., 2017. С.98-100.

2. Кострова Ю. Б., Туарменский В.В., Шибаршина О.Ю., Лящук Ю.О. Место и роль технопарков в решении проблем экологии [Текст] // Материалы XIV международной научной конференции: «Актуальные проблемы современного общества и пути их решения в условиях перехода к цифровой экономике» (5 апреля 2018 года) М.: Издательство: МУ им. С.Ю. Витте. 2018. С. 111-118.

3. Лящук, Ю.О., Таболин, А.С. Компьютерное моделирование прогноза реализации продукции ОАО «СААЗ Комплект» / Ю.О. Лящук, А.С. Таболин [Текст] // Материалы IV-й Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию Юго-Западного государственного университета

«Инновации, качество и сервис в технике и технологиях», 4-5 июня 2014 года – Т. 1. – Юго-Зап. Гос. Ун-т., Курск, 2014. – С. 339-346.

4.Лящук, Ю.О., Таболин, А.С. Сравнительный анализ основных технических характеристик амортизатора для автомобилей LADA PRIORA торговых марок «САЗ», «АСОМИ» и «PLAZA» / Ю.О. Лящук, А.С. Таболин [Текст] // Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции «Молодые учёные – основа будущего машиностроения и строительства» (29-30 мая 2014 года) / редкол.: Гречухин А.Г. (отв. ред.); Юго-Зап. гос. ун-т, Курск, 2014. – С. 197-200.

5.Туарменский В.В. Влияние технопарковых структур на развитие образования в США [Текст] // II-ая Международная научно-практическая конференция «Наука и образование XXI века» (Рязань, 25 октября 2008 года). Материалы докладов. Рязань: СТИ, 2008. С. 73-83.

6.Туарменский В.В. Исследование влияния научных парков на перечень специальностей университетов Великобритании [Текст] // Нижегородское образование. № 4, 2015. С. 46-51.

7.Туарменский В.В. Технополисы и технопарки в структуре современного образования: дис. ... канд. пед. наук. Рязань, 2003. - 175 с.

8.Туарменский В.В. Технополисы и технопарки в структуре современного образования: автореф. дис. канд. пед. наук. Рязань, РГПУ им. С.А. Есенина. 2003. - 19 с.

9.Туарменский В.В., Лящук Ю.О., Туарменский А.В. Технополисы и технопарки как формы интеграции образования, науки и производства [Текст] // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты: сборник научных статей 8-й Международной научно-практической конференции. – Курск, 2018. С. 292-295.

10. Богданчиков, И.Ю. К вопросу о мотивации в деятельности молодых учёных [Текст] / И.Ю. Богданчиков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – №2 (5). – С. 124-128.

11. Информационные технологии в экономике и управлении: учебное пособие/Н.В.Бышов, Ф.А.Мусаев, В.В.Текучев, Л.В.Черкашина -Рязань, Издательство РГАТУ, 2015. -184 с.

12. Шашкова, И.Г. Информационные технологии в науке и производстве/И.Г. Шашкова, Ф.А. Мусаев, В.С. Конкина, Е.И. Ягодкина//Международный журнал экспериментального образования. -2015. № 1-1. -С.68-69.



## Секция 5

### СЕРВИС ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АПК

УДК 631.3

*Антонова У.Ю.,  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

#### ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

Стабильность измерительного процесса или статистически управляемое состояние – это состояние измерительного процесса, при котором удалены все особые причины изменчивости, т.е. наблюдаемая изменчивость может быть объяснена постоянной системой обычных причин [1].

Стабильность процесса можно оценить с помощью контрольной карты. Если процесс находится в стабильном состоянии, то на контрольной карте отсутствуют точки за контрольными границами, тренды.

Контрольные карты являются одним из основных инструментов статистических методов контроля качества. С их помощью можно наглядно представить протекание технологического процесса, своевременно распознать неслучайные отклонения и нарушения процесса. Контрольные карты позволяют оператору предотвратить дальнейшее появление продукции, не отвечающей заданным показателям.

Для оценки технологического процесса финишной обработки гильзы цилиндров – хонингования ее рабочей поверхности рекомендуется использовать контрольные карты Шухарта по количественному признаку – скользящих размахов и индивидуальных значений по ГОСТ Р 50779.42 -99 [2].

Контрольная карты скользящих размахов – контрольная карта для оценки изменчивости процесса по размаху последних  $n$  наблюдений, в которых новое наблюдение заменяет предыдущее из  $n+1$  последних наблюдений.

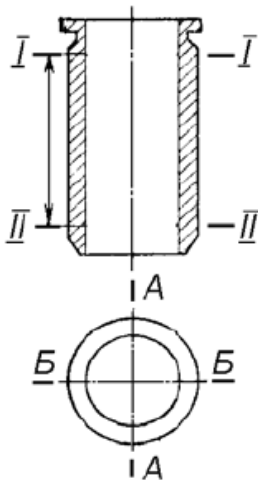
Контрольная карта индивидуальных значений  $X$ -карта – контрольная карта для оценки уровня процесса по индивидуальным наблюдениям в выборке.

В процессе исследования было произведено измерение 50 гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-402 после их ремонта до 1-го ремонтного размера с номинальным диаметром  $92,5_{+0,024}^{+0,084}$  мм. Измерение проводилось с помощью индикаторного нутромера 50-100 ГОСТ 9244-75 с ценой деления 0,001 мм при настройке по установочным кольцам с погрешностью  $\pm 3,5$  мкм [4].

Измерения внутреннего диаметра гильзы проводились в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и двух сечениях, в качестве результата измерения принимаем средний диаметр, рассчитанный по формуле:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n D_i / 4 \quad (1)$$

где  $D_i$  – диаметр, измеренный в сечениях I-I в плоскостях А-А, Б-Б, и в сечениях II-II в плоскостях А-А, Б-Б (Рисунок 1);  $n=4$  – количество измерений диаметра.



А-А, Б-Б – плоскости замеров; I- сечение, определяемое положением верхнего кольца при положении поршня в ВМТ; II- сечение, определяемое положением нижнего кольца при положении поршня в НМТ

Рисунок 1 – Схема контроля внутреннего диаметра гильзы цилиндров:

В таблице 1 представлены результаты пятидесяти последовательных измерений среднего внутреннего диаметра гильзы цилиндров, после финишной обработки – хонингования на вертикально-хонинговальном станке 3А 833.

Таблица 1 – Результаты измерений среднего внутреннего диаметра гильз цилиндров

Показатель	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр $\bar{D}$ , мм	92,554	92,562	92,554	92,554	92,544	92,534	92,564	92,574	92,568	92,554
Скользкий размах R, мм	-	0,008	0,008	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,006	0,014
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Диаметр $\bar{D}$ , мм	92,550	92,548	92,568	92,552	92,542	92,554	92,562	92,578	92,558	92,544
Скользкий размах R, мм	0,004	0,002	0,02	0,016	0,01	0,012	0,008	0,016	0,02	0,014
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Диаметр $\bar{D}$ , мм	92,542	92,532	92,552	92,558	92,544	92,546	92,568	92,558	92,564	92,556
Скользкий размах R, мм	0,002	0,01	0,02	0,006	0,014	0,002	0,022	0,01	0,006	0,008
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Диаметр $\bar{D}$ , мм	92,542	92,554	92,566	92,546	92,554	92,548	92,562	92,564	92,556	92,546
Скользкий размах R, мм	0,014	0,012	0,012	0,02	0,008	0,006	0,014	0,002	0,008	0,01
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Диаметр $\bar{D}$ , мм	92,534	92,552	92,546	92,554	92,570	92,546	92,554	92,568	92,556	92,544
Скользкий размах R, мм	0,012	0,018	0,006	0,008	0,016	0,024	0,008	0,014	0,012	0,012

Рассчитаем основные характеристики для используемых контрольных карт:

- Для контрольной карты скользящих размахов:

Центральная линия рассчитывается по формуле:

$$CL R = \bar{R} \quad (2)$$
$$\bar{R} = \frac{0,008+0,008+\dots+0,012}{49} = 0,011 \text{ мм};$$

Верхняя контрольная граница:

$$UCLR = D_4 \bar{R} \quad (3)$$
$$UCLR = 3,267 \cdot 0,011 = 0,0372 \text{ мм}$$

Нижняя контрольная граница:

$$LCLR = D_3 \bar{R} \quad (4)$$
$$LCLR = 0 \cdot 0,011 = 0 \text{ мм (т.е. нижняя граница отсутствует)}$$

- Для контрольной карты индивидуальных значений

Центральная линия:

$$CL X = \bar{X} \quad (5)$$
$$\bar{X} = \frac{92,554 + 92,562 + \dots + 92,544}{50} = 92,554 \text{ мм}$$

Верхняя контрольная граница:

$$UCLX = \bar{X} + E_2 \bar{R} \quad (6)$$
$$UCLX = 92,554 + (2,659 \cdot 0,011) = 92,584 \text{ мм}$$

Нижняя контрольная граница:

$$LCLX = \bar{X} - E_2 \bar{R} \quad (7)$$
$$LCLX = 92,554 - (2,659 \cdot 0,011) = 92,524 \text{ мм}$$

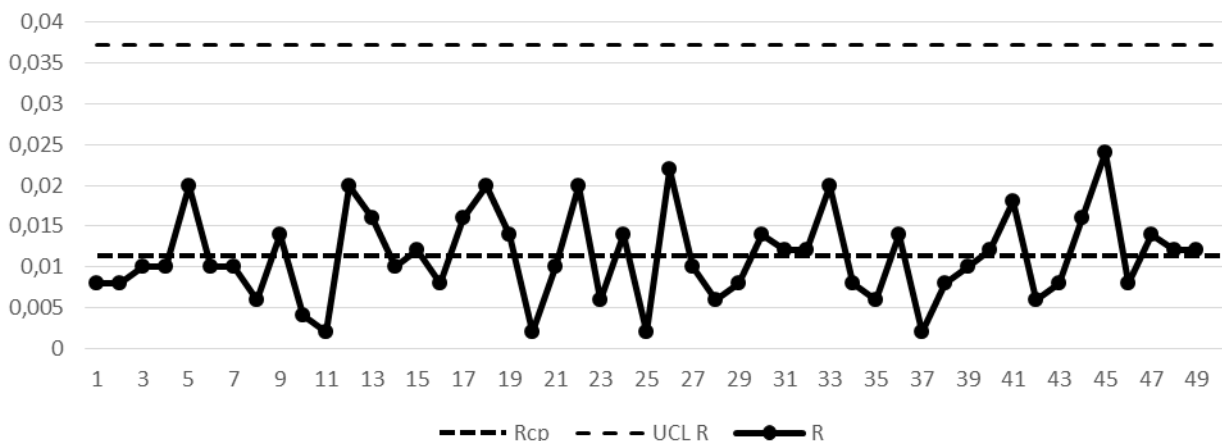
Значения  $D_3$ ,  $D_4$  и  $d_2$  берутся из приложения [3].

Значение коэффициента  $E_2$  определяется из выражения:  $E_2 = 3/d_2$ .

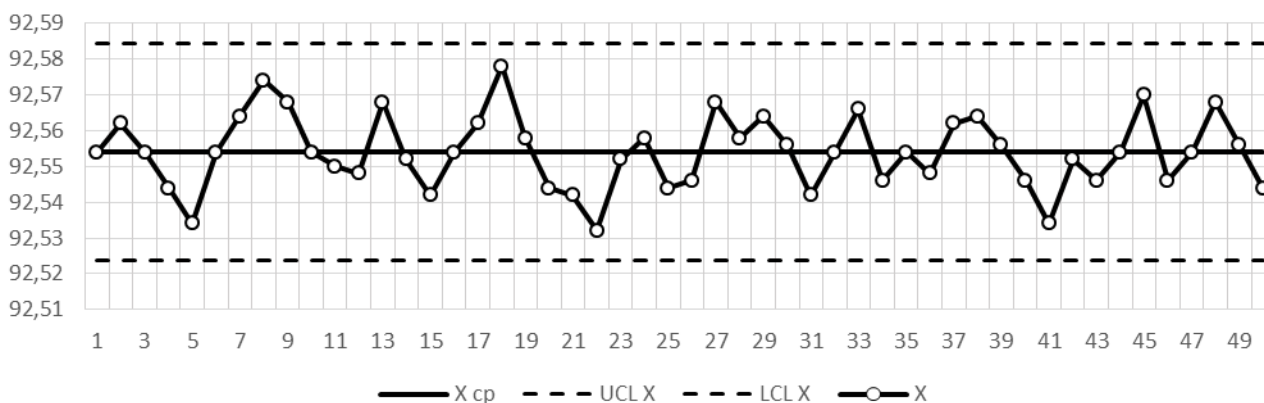
По рассчитанным данным строим контрольные карты скользящих размахов и индивидуальных значений (Рисунок 2).

По графикам видно, что выпадающие точки и линии тренда отсутствуют. При проверке структур на особые причины критериев не выявлено. Следовательно, процесс находится в стабильном состоянии по разбросу и среднему значению диаметра (значения на контрольных картах лежат в пределах контрольных границ).

Если процесс находится в нестабильном состоянии – точки выходят за контрольные границы, следует определить, какой особый фактор воздействовал на технологический процесс в соответствующий момент времени. Для облегчения такого поиска рекомендуется при получении данных, использовать специальный контрольный листок, в котором наряду со временем и выборочным значением фиксируют несколько предположительных факторов, которые, по мнению специалиста, могут повлиять на ход процесса. Тогда, анализируя значения этих факторов для точки, вышедшей за границы контрольной карты, можно определить или предположить, какой из зафиксированных факторов вывел процесс из статистически устойчивого состояния.



а



б

Рисунок 2 – Контрольные карты скользящих размахов (а) и индивидуальных значений (б)

Далее оценим индекс воспроизводимости – показатель возможности процесса для верхнего предела поля допуска:

$$C_{pk} = \frac{UCL - \bar{X}}{3\sigma} \quad (8)$$

где  $\sigma$  - стандартное отклонение, определяемое как  $\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,011}{1,128} = 0,010$ ;

В нашем случае:

$$C_{pk} = \frac{92,584 - 92,554}{3 \cdot 0,010} = 1$$

По общепринятым оценкам процессов по индексу воспроизводимости при  $C_{pk} = 1$  процесс удовлетворителен (количество несоответствий составляет 0,27%, что соответствует 27 единиц бракованной продукции на миллион единиц продукции).

Если индекс воспроизводимости меньше 0,8 – возможности процесса нельзя считать приемлемыми. Необходимо провести корректирующие мероприятия, например, уменьшить влияние обычных причин вариации. Для этого необходимо идентифицировать факторы, влияющие на изменчивость результата процесса [5].

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ Р 51814.5-2005 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2005.

2. Леонов, О.А. Организация и метрологическое обеспечение входного контроля на предприятиях технического сервиса: Монография [Текст]. / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова – М.: ФГБОУ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. – 129 с.

3. ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258-91) Статистические методы. Контрольные карты Шухарта [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2008.

4. Голиницкий, П.В. Измерение и контроль деталей транспортных и транспортно-технологических комплексов [Текст] / П.В. Голиницкий, С.К. Тойгамбаев – М.: Компания Спутник+, 2018. –154 с.

5. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте [Текст] /О.А. Леонов // Тракторы и сельхозмашины. –2016. – №3. – С.30-32.

6. Королев, А.Е. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей /А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2014. -№4. -С. 64-67.

7. Королев, А.Е. Оценка качества обкатки двигателей /А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. -2015. -№2. -С. 56-60.

**УДК 621.713.2**

*Вергазова Ю.Г.,  
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ «ВАЛ-ВТУЛКА» СЕЛЬХОЗМАШИН**

В настоящее время при эксплуатации машин выявляются основные причины постепенных отказов и проводятся мероприятия по их снижению [1]. В том числе и решаются вопросы нормирования точности [2]. Точность оказывает существенное влияние на качество сборки и работоспособность техники [3]. Величины конструкционных допусков, при рассмотрении теоретических моделей параметрического отказа соединений, имеют связь с

параметрами долговечности [4,5]. Во многих современных трудах составляющие качества ремонта машин включают в себя не только параметры прочности и износостойкости, но и параметры точности – зазоры и натяги в соединениях [6,7].

Таблица 1 –Посадки в соединениях со шпонкой некоторых сельхозмашин

Наименование машины и сборочной единицы	Место установки сопряжения	Посадка на чертеже, мм	Предельные зазоры (+) или натяги (-), мкм
Соединение «вал-втулка звездочки»			
Картофелеуборочный комбайн КПК-3	Валы редукторов привода элеваторов, горок	$\varnothing 30 \begin{matrix} +0,17 \\ -0,05 \end{matrix}$	0...+220
	Вал привода элеватора	$\varnothing 30 \begin{matrix} +0,17 \\ -0,17 \end{matrix}$	0...+340
Сеялки СЗ-3,6; СЗУ- 3,6; СЗА – 3,6; СЗТ – 3,6	Редуктор	$\varnothing 35 \begin{matrix} +1,000 \\ +0,032 \end{matrix}$	+32...+1170
	Натяжной механизм	$\varnothing 20 \begin{matrix} -0,170 \\ +0,20 \\ +0,06 \\ -0,14 \end{matrix}$	+60...+340
Сеноуборочная машина КИК-1,4	Биттер	$\varnothing 25 \begin{matrix} +0,14 \\ -0,52 \\ +0,17 \end{matrix}$	0...+660
		$\varnothing 40 \begin{matrix} -0,17 \\ -0,08 \\ -0,25 \end{matrix}$	-90 ... +420
Редуктор универсальный Н 090. 20.000	Валы редуктора	$\varnothing 30 \begin{matrix} +0,17 \\ -0,05 \end{matrix}$	0...+220
Соединение «вал-втулка шестерни»			
Картофелеуборочный комбайн ККУ-2А	Коробка вариатора	$\varnothing 45 \begin{matrix} +0,06 \\ -0,06 \end{matrix}$	0...+120
	Редуктор распределительный	$\varnothing 45 \begin{matrix} +0,06 \\ +0,02 \\ -0,04 \end{matrix}$	-20...+100
Картофелеуборочный комбайн КПК-3	Валы редукторов привода элеваторов, горок	$\varnothing 40 \begin{matrix} +0,025 \\ +0,018 \\ +0,002 \end{matrix}$	-18 ...+23
Сеноуборочная машина КИК-1,4	Редуктор	$\varnothing 25 \begin{matrix} +0,045 \\ -0,045 \\ +0,045 \end{matrix}$	0...+90
	Редуктор основной	$\varnothing 30 \begin{matrix} +0,036 \\ +0,015 \end{matrix}$	-36 ... +15
Редуктор универсальный Н 090. 20.000	Вал редуктора	$\varnothing 40 \frac{A}{H}$	-18...+23

Неподвижные соединения с натягом, с зазором и переходные находят широкое применение в сборочных единицах сельхозмашин, тракторов, автомобилей, различных приводов и др. технике. Чаще всего это сопряжения «звездочка – вал», «зубчатое колесо – вал», «шкив – вал», направляющие втулки и опоры подшипников скольжения и т.д.

В настоящее время свыше 300 видов сельхозмашин машин имеют приводы в виде цепных, ременных передач и редукторов [8]. Наиболее распространены в звездочках цепных передач соединения типа «вал-втулка звездочки», а в редукторах - «вал-втулка шестерни», которые имеют шпонки, таблица 1. Шпонки в данных соединениях обеспечивают относительную неподвижность поверхностей, с помощью которых передаются крутящие моменты.

Шпоночные соединения для сельхозмашин изготавливаются двух групп:  
ненапряженные;  
напряженные.

Ненапряженные соединения формируются с помощью призматических и сегментных шпонок, они не деформируют ступицу и вал в собранном состоянии.

Напряженные формируются с помощью клиновых шпонок, они специальным образом создают деформацию деталей соединений в собранном состоянии.

Главные достоинства шпоночных соединений – это обеспечение простоты и относительной надежности конструкции, легкости сборочных и разборочных работ, низкая цена получаемого соединения.

Основные недостатки шпоночных соединений – это относительно низкая способность передавать большие нагрузки из-за малых площадей поперечных сечений шпоночных пазов, а также из-за большой концентрации напряжений в зоне контакта пазов, усложнение конструкции для реализации перемещения деталей относительно друг друга и низкая степень центрирования осей вала и отверстия, предполагающая наличие радиального биения.

Материал, используемый для изготовления валов сельхозмашин – Сталь 45, и это чаще всего валы редукторов или валы из светлотянутой калиброванной стали равного диаметра по длине.

Звездочки изготавливаются из высокопрочного чугуна ВЧ45...ВЧ60, для малых скоростей до 2 м/с, или, для больших скоростей – Сталь 45. Шестерни для редукторов сельхозназначения изготавливают из Стали 40Х.

В зависимости от условий его работы назначаются рекомендуемые поля допусков цилиндрических соединений со шпонкой для заданного чертежом номинального размера [9,10], таблица 2.

Из таблиц 1 и 2 видно, что нормируются одни допуски, а реальные – совсем другие. В реальных и нормируемых цилиндрических соединениях со шпонкой чаще всего присутствуют только зазоры, причем величина их достаточно значительна. Наличие зазора отрицательно влияет как на долговечность самого соединения, так и сопрягаемых элементов, так как стык

соединений раскрыт и туда попадают частички пыли, грязи, вода, минеральные удобрения и пр., что значительно ускоряет процесс изнашивания. Например, для цепных передач повышение зазора в соединении «звездочка-вал» приведет к увеличению биений, ударов, толчков, вибрации и как следствие – к повышенному износу, провисанию и срыву цепи.

Таблица 2 – Рекомендуемые поля допусков цилиндрических соединений со шпонкой

Условия работы	Поля допусков		Вид посадок
	отверстия втулки	вала	
Точное центрирование	<i>H6</i>	<i>js6; k6; m6; n6</i>	переходные
Большие нагрузки	<i>H7</i>	<i>s7</i>	с натягом
	<i>H8</i>	<i>x8; u8; s8</i>	
Осевое перемещение	<i>H6</i>	<i>n6</i>	с зазором
	<i>H7</i>	<i>n7</i>	

Отклонение от установленных норм точности может привести к снижению срока службы и раннему отказу, но рекомендуемые посадки по 6 качеству, таблица 2, в сельхозмашиностроении и при ремонте машин достигнуть невозможно без использования нового высокоточного оборудования, которое на данных предприятиях отсутствует. Необходимо выбирать другие пути обеспечения заданной точности и решать проблемы надежности.

На долговечность соединений оказывает существенное влияние присутствие абразива в зонах контакта. Эксплуатация машин в сельском хозяйстве связана с высокой загрязненности рабочей среды. Загрязнения в виде пыли и частиц земли попадают в масло, на поверхности валов, рабочих органов, зубчатых, цепных и ременных передач. Количественный и размерный состав пыли при сельскохозяйственных работах в Нечерноземной зоне России представлен в таблице 3 [8].

Таблица 3 – Количественный и размерный состав пыли при работах в сельском хозяйстве Нечерноземной зоне России

Размеры частиц, мкм	до 10	10...100	100...250	Свыше 250
Процент содержания от общего количества, %	43,9	51,3	4,1	0,7
Главный компонент пыли – кремний $Si$ – 78 %				
Запыленность воздуха от 0,5 до 7 г/м <sup>3</sup> , среднее значение 2 г/м <sup>3</sup>				

Запыленность воздуха оказывает влияние на загрязненность смазки. По аналитическим исследованиям ГОСНИТИ, НАТИ, ВИСХОМ, при поступлении машины в ремонт трансмиссия тракторов имеет концентрацию абразива в масле около 2,5...3, 5 %. А для унифицированных редукторов сельхозмашин



концентрация абразива в масле после ремонта составляет 0,5...1,5 %, после 3...4 лет эксплуатации 1,5...2,5 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что цилиндрические соединения со шпонкой должны обеспечивать гарантированный запас работоспособности, отказ соединения, передающего крутящий момент на другие узлы машины, приводит к простоям техники и потерям урожая. Абразивное изнашивание элементов соединения проявляет себя при наличии пыли в зоне трения при наличии зазора, т.е. при нахождении соединения на открытом воздухе, также присутствует фреттинг и коррозия с микросрывами поверхности.

### *Библиографический список*

1. Бышов Н.В., Борисов Г.А., Латышенко М.Б. и др. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники за счет разработки новых конструкций, методов и средств технического обслуживания, ремонта и диагностирования. Отчет о НИР. 2015. 301 с.

2. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Особенности обеспечения качества ремонта сельскохозяйственной техники на современном этапе // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2005. № 1. С. 9-12.

3. Королев А.Е., Мамчистова Е.И., Бачурин А.Н. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 4 (24). С. 64-67.

4. Леонов О.А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. № 2. С. 106-110.

5. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Взаимосвязь точности и надежности соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2006. № 2. С. 22-25.

6. Бондарева Г.И. и др. Составляющие качества ремонта // Сельский механизатор. 2016. № 7. С. 2-4.

7. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте // Тракторы и сельхозмашины. 2016. №3. С.30-32.

8. Леонов О.А. Взаимозаменяемость унифицированных соединений при ремонте сельскохозяйственной техники: Монография. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2003. 166 с.

9. Бондарева Г.И. и др. Изменения в стандарте единой системы допусков и посадок // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 12. С. 39-42.

10. Леонов О.А., Карпузов В.В., Шкаруба Н.Ж., Кисенков Н.Е. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Издательство КолосС, 2009. 568 с.

11. Кокорев Г.Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов//Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. -2009. -№ 3. -С. 72-75.

12. Кривова, А.В. Эффект производственного рычага при различном объеме производства в условиях малых ремонтных предприятий / А.В. Кривова, М.Н. Горохова, Н.Е. Лузгин // Новые технологии в науке, образовании, производстве: Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Рязань, 2014. – С. 283-286.

**УДК 621.79**

*Голиницкий П.В., к.т.н.,  
Черкасова Э.И., к.с-х.н.,  
ФГБОУ ВО РГАУ –МСХА имени К.А.Тимирязева,  
г. Москва, РФ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БРОНЗОВЫХ ВТУЛОК**

Не смотря на складывающуюся тенденцию проведения ремонта путем замены вышедшей из строя детали на новую нет четкого представления о сроках его проведения и наличии конкретных запасных частей с приемлемыми сроками поставки.

Тяжелые эксплуатационные условия сельскохозяйственной техники неизбежно приводят к отказам. Как правило, современные предприятия имеют ограниченный парк техники, при необходимости используя арендованную, поэтому выход из строя даже одной из машин приводит к росту экономических потерь и срыву сроков.

Зачастую для восстановления тел вращения, изготовленных из бронз, используется пластическая деформация, но данный метод приводит к снижению ресурса детали. Наравне с пластической деформацией применяют различные методы электроконтактного нанесения металлов (электроконтактное напекание и приварка ленты), но восстановление данными методами может привести к изменению физических свойств восстанавливаемой детали в результате нагрева [1]. Несмотря на недостатки, данный метод является наиболее перспективным [2].

На основании проведенного анализа и установочных экспериментов были выбраны втулки, изготовленные из бронзы О5Ц5С5 (таблица 1), для напекания был выбран металлический порошок ПХ-30 (таблица 2).

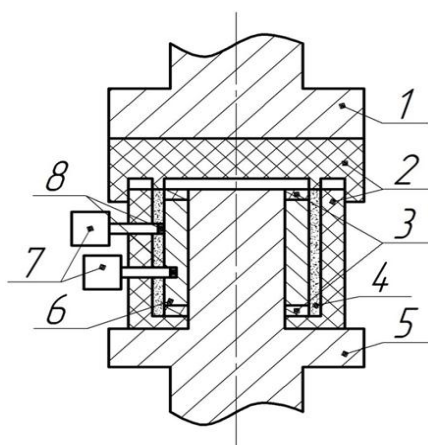
Таблица 1 – Химический состав бронзы О5Ц5С5

Марка бронзы	Fe	Si	P	Al	Cu	Pb	Zn	Sb	Sn
Бр. О5Ц5С5	до 0.4	до 0.05	до 0.1	до 0.05	80.7...88	4...6	4...6	до 0.5	4...6

Таблица 2 – Химический состав металлический порошка ПХ-30

Марка порошка	Fe	Cr	Ni	C	O	S	Ca	B	Si
ПХ-30	Основа	30	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,01	≤0.20		

Для определения оптимальной температуры напекания были проведены лабораторные исследования, для контроля которой использовались термоэлектрические преобразователи схема установки которых представлена на рисунке 1 [3,4].



1- верхний электрод, 2- графитовая оболочка, 3- асбестовые прокладки, 4- металлический порошок, 5- водоохлаждаемый электрод, 6- восстанавливаемая втулка 7- термоэлектрические преобразователи; 8- чувствительные элементы термоэлектрических преобразователей

Рисунок 1 – Схема установки термоэлектрических преобразователей.

В литературных источниках имеются рекомендации по выбору температуры напекания металлических порошков как 0,7-0,9 температуры плавления основного компонента.

Температура плавления основных металлов входящих состав бронзы О5Ц5С5 не превышает 1100 °С у меди она равна 1083°С, у олова–232°С, у цинка – 906°С, а у свинца–327°С.

Для порошка ПХ-30 основу которого составляет железо с температурой плавления 1539°С, а также имеет высокое содержание хрома с температурой плавления 1890°С, температура напекания была выбрана в диапазоне 1100...1400°С.

Условия проведения экспериментов представлены в таблице 3.

Сила тока подбиралась так, чтобы за нужное время достичь заданной температуры.

В результате проведённых экспериментов было выявлено, что при температурах в зоне спекания 1100...1200°C не происходит припекания к бронзовой поверхности, имеются только локальные очаги спекания самого порошка.

Качественный слой образуется при температуре напекания 1200...1300°C, что подтверждается испытаниями на срез и исследованиями микроструктур

Не смотря на максимальную интенсивность охлаждения бронзовой втулки в результате напекания порошка при температуре 1300...1400°C происходит её значительное оплавление.

Таблица 3 – Условия проведения экспериментов для порошка ПХ-30

Характеристика	Значение
Диапазон напекания	1100...1400 °С
Шаг изменения температуры	50° С
Время напекания	120-250 с
Меж электродное сопротивление	0,7 мОм
Теплоёмкость порошка (удельная)	450 ДЖ/кг°C
Теплоёмкость восстанавливаемой детали (удельная)	370 ДЖ/кг°C
Масса порошка (насыпная)	8г
Толщина напекаемого слоя (на сторону)	2мм
Шероховатость восстанавливаемой поверхности	10...15мкм

Для определения оптимального режима напекания порошка на основе железа проводились дополнительные исследования в диапазоне 1200...1300°C. Шаг температуры составлял 20°C, остальные характеристики не изменялись.

В результате дополнительно проведённых исследований было установлено, что оптимальные показатели качества достигается при температуре напекания 1280°C при этом необходимо произвести выдержку при температуре 1120...1040 °С в течении 110с, для обеспечения более равномерного припекания порошка к втулке.

Параметры режима нагрева и охлаждения во время напекания представлены на рисунке 2.

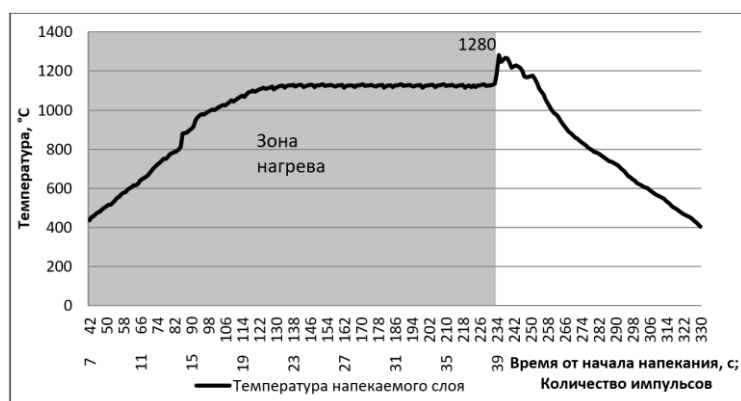


Рисунок 2 – Режим нагрева и охлаждения во время напекания порошка ПХ-30 на втулку

Благодаря использованию водоохлаждаемого электрода не происходит повышения температуры бронзовой втулки выше 400 °С, благодаря чему не происходят структурные изменения, что подтверждают микроструктурные исследования.

#### **Выводы:**

В результате проведённых исследований было установлено, что наилучшие показатели качества для порошка на основе железа (ПХ-30) достигаются при температуре напекания 1280°С с выдержкой 100с при 1100°С.

#### ***Библиографический список***

1. Тогамбаев, С.К. Размерный анализ бронзовых подшипников скольжения при обжати [Текст] / С.К. Тогамбаев, П.В. Голиницкий // М.: Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина», 2013. – №2. – С. 58-60
2. Голиницкий, П.В. Восстановление подшипников скольжения из цветных сплавов комбинированным методом: автореф. дис. ... канд. тех. наук [Текст] / П. В. Голиницкий – М., 2016.
3. Леонов О.А. Методы и средства измерений температуры / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба. – М.: Издательство ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. 124 с.
4. Леонов О.А. Методы и средства измерений / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба. – М.: Издательство ФГОУ ВПО МГАУ, 2014. 256 с.
5. Бышов, Н.В. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства. /Н.В. Бышов, С.Н. Борычев,, Н.В. Аникин и др.//-Рязань, 2015.
6. Успенский И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования/И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев//Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции. -Рязань. 2011, 1 том. - С. 263-269.

**УДК 621.713**

*Катаев Ю.В.,  
Вергазова Ю.Г.,  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

## **НОВЫЙ СТАНДАРТ В ЕДИНОЙ СИСТЕМЕ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН**

В машиностроении и при ремонте машин соблюдаются требования норм взаимозаменяемости, иначе не достичь определенного качества сборки и эксплуатации. Эти нормы особенно важны для обеспечения заданных зазоров или натягов в ответственных соединениях, лимитирующих ресурс агрегата или машины в целом.

Подавляющее число важнейших сопряжений в тракторах, автомобилях и

сельскохозяйственных машинах имеет размеры до 500 мм, допуски и отклонения на которые установлены в Единой системы допусков и посадок (ЕСДП ИСО).

Основные принципы построения ЕСДП ИСО изложены в международных стандартах ИСО 286-1:1988 и ИСО 286-2:1988. ЕСДП ИСО – важнейшая система, обеспечивающая взаимозаменяемость изделий на международном уровне [1]. ЕСДП находит широчайшее применение не только в машиностроении но и в приборостроении, при ремонте и техническом обслуживании техники и в других областях. Например, в соединении со шпонками, присутствует 4 нормируемых размера и 2 посадки [2].

Нормирование предельных размеров и посадок для деталей вызвано четким требованием обеспечения взаимозаменяемости деталей при массовом и крупносерийном производстве, и это существенно экономит ресурсы и обеспечивает точность сборки.

Новый международный стандарт ИСО 286-1:2010 (ISO 286-1:2010 «Geometrical products specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes») разработан Техническим Комитетом ИСО/ТК 213. Этот международный стандарт рассматривает термины и определения существенно шире и является стандартом, отражающим смысл геометрических характеристик изделий (ГХИ) (geometrical products specifications (GPS)). Рассмотрим подробно нововведения.

В стандарте рассмотрена новая интерпретация термина «размер». Размерный элемент – геометрическая форма, определяемая линейным или угловым размером [3]. Размерными элементами могут быть цилиндр, сфера, две параллельные плоскости [4]. предыдущих версиях стандартов, таких как ИСО 286-1 и ИСО/Р 1938, термины «гладкая деталь» и «гладкий элемент детали» используются примерно в том же значении, что и термин «размерный элемент».

В старой версии стандарта ЕСДП ИСО 286-1:88 для интерпретации размера элемента детали применялось правило внешней границы [1]. Именно при реализации этого условия обеспечивается полная взаимозаменяемость. Но в новом стандарте ИСО 14405-1:2010 была установлена интерпретация размера по факту двухточечного измерения [2]. Здесь нужно четко выполнять требования по двум предельным размерам. При назначении точностных параметров на ответственные элементы деталей нормирование только допуска и отклонений недостаточно для контроля конструктивных и эксплуатационных свойств соединения. Здесь требуется обязательно определить внешнюю границу, нормируя при этом требования к макро и микрогеометрии поверхности.

Рассмотрим следующие новые термины.

Полный номинальный геометрический элемент – точный, полный геометрический элемент, определенный чертежом или другими средствами [3]. Это контур детали на чертеже, выделенный сплошной толстой линией.

Действительный размер – размер присоединенного полного элемента [3]. Что здесь имеется в виду – не совсем ясно. Размер это истинный, или

полученный в результате измерения с заданной погрешностью [4]? Здесь идет раскрытие вопроса об обеспечении контроля внешней границы. Ранее этот термин пояснялся как размер, полученный в результате измерения [5]. Но если представить измерение – это касание плоскими губками поверхности детали в двух точках, например – скобой или микрометром, при контроле деталей, типа «вал», или нутромером, при контроле деталей, типа «отверстие» [6], то здесь прослеживается термин присоединенного полного элемента.

Введён давно ожидаемый термин.

Класс допуска – комбинация основного отклонения и качества [3]. Это сочетание обозначения основного отклонения и качества точности, например, H8; F7; g5; k8 и т.д. Класс допуска показывает конкретную точность в сочетании с заданными отклонениями. Вопрос только один – почему именно класс допуска, ведь от изменения буквенного обозначения основного отклонения H8, D8, C8, E8 и т.д. допуск не изменится, изменяется только основное отклонение, тогда что такое класс? Не похож термин «класс» на слово «отклонение». Но именно попадание а эти границы, например 40 H8 ( $+0,039$ ), и будет характеризовать нам качество изготовления или восстановления.

При изготовлении и ремонте машин, качеству уделяется особое внимание [7], а влияние точностных и технологических параметров на долговечность соединений огромно, как это показано теоретически в работах [8] и [9]. В свою очередь, обеспечение качества отремонтированной техники у потребителя невозможно без соблюдения норм точности и заданной прочности [10], поэтому применение ЕСДП в единичном и мелкосерийном производстве особенно актуально.

Ученых волнуют вопросы расчета и нормирования допусков и посадок целого ряда ответственных соединений, подверженных интенсивному изнашиванию, влияния шероховатостей поверхностей вала и отверстия, параметров отклонения формы и расположения поверхностей, на период приработки, скорость износа, соответственно на долговечность, прочность, несущую способность и целый ряд других характеристик сборочных единиц.

Нормирование точности имеет связь с качеством обработки. Технологическое оборудование, которое используется при изготовлении и ремонте агрегатов сельскохозяйственной техники, обычно эксплуатируется уже за рамками рационального срока службы, так как у заводов и ремонтных предприятий не хватает средств на покупку нового, дорогого оборудования.

Нормативные регламентирующие документы на проведение контроля деталей машин предусматривают оценку качества поверхностей без контроля соответствия геометрических и физико-механических свойств материалов. Именно из-за этого, недобропорядочные производители запасных частей позволяют производить продукцию, не отвечающую требованиям завода – изготовителя. Естественно, ресурс таких изделий значительно снижен.

Выбор посадок соединений, отклонений размеров деталей, при ремонте сельхозмашин либо вообще не производится, либо проводится по методу прецедентов. На восстановленные поверхности деталей назначают допуски,

отклонения и посадки, аналогичные новым, которые приняты на заводе-изготовителе. При реализации этого подхода сроки службы новых и восстановленных соединений практически отличаются в два и более раза, учитывая различие вышеназванных признаков между технологиями восстановления поверхностей при ремонте и серийными технологиями.

Расчет или эмпирическое исследование параметров предельного состояния, а также начальных или допустимых характеристик с учетом заданного остаточного ресурса имеет огромное значение при конструировании новых и эксплуатации старых сборочных единиц и агрегатов, потому что именно эти параметры определяют ресурс соединений, которые лимитируют работоспособность сборочных единиц и агрегатов.

Восстановить точность размеров поверхности детали и соединения при ремонте агрегата машины до уровня нового изделия невозможно по объективным причинам:

1. Технологическое оборудование машиностроительных и ремонтных предприятий в России в своём процентном соотношении на производстве имеет недостаточное количество дорогих финишных и высокоточных станков.

2. Технологическое оборудование предприятий по ремонту машин изношено в большей степени, чем аналогичное оборудование в машиностроении. Восстановление и обновление технологического оборудования ремонтных предприятий не планируется исходя из ряда экономических и организационных причин.

3. При ремонте машин в большинстве случаев используется универсальное и агрегатное металлообрабатывающее оборудование для мелкосерийного производства, которое не обладает высокой точностью, как специальное.

4. Технологические базы деталей и сборочных единиц, применяемые в ремонтном производстве, имеют отличие от баз аналогичных деталей в машиностроении, так как начальные базы могут быть изношены, покороблены, или отсутствовать.

5. Параметры твердости и физико-механических характеристик материалов после проведения технологических операций восстановления могут иметь нестабильный характер.

6. В ремонтном производстве конкретные станки, их оснастка, средства измерений и контроля практически всегда имеют отклонения по зонам рассеяния и погрешностям измерений, отсюда вытекает низкое качество обработки и контроля поверхностей.

Достижения науки в области восстановления деталей и сборочных единиц позволили создать такие технологии, которые успешно обеспечивают и значительно повышают износостойкость трущихся и контактирующих поверхностей деталей. Создание методов восстановления, которые обеспечивают существенно большую износостойкость соединений, теоретически может позволить уменьшить требования к точности механической обработки. Увеличение допуска детали, с одной стороны, позволяет применить



изношенное оборудование с большой зоной рассеяния, а с другой стороны, эти процедуры могут уменьшить стоимость восстановления детали.

Следует отметить, что очень редко в описанных методиках применяются элементы вероятностной природы, как влияния начальных, конструктивных параметров, их рассеяния, так и использования вероятностных характеристик динамики изнашивания во время эксплуатации. Техничко-экономические элементы, присущие развитию данных методик, элементы обоснования применения отклонений, допусков и посадок, с учетом динамики изнашивания, последствий отказов, не исследованы и не используются.

Способы назначения норм точности, значений допусков, в том числе допустимых размеров деталей при ремонте и восстановлении деталей машин можно классифицировать следующим образом:

- по методам аналогии и прецедентов;
- в зависимости от износостойкости соединений;
- в зависимости от значения заданного ресурса работы;
- методами сочетания вышеназванных методов.

В последнее время параметры точности стали жестко увязывать с износостойкостью, долговечностью, безотказностью и другими параметрами характеризующими надежность техники. Особое значение приобрело понятие функциональной взаимозаменяемости, где в совокупности рассматриваются не только точностные параметры в виде допусков размеров, отклонения формы и расположения поверхностей, параметры шероховатости поверхности, но и параметры прочности, твердости, жесткости и др.

Таким образом, теоретические измерения в нормативной документации, в частности в ИСО 286-1:2010 (ISO 286-1:2010 «Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes»), который пришел на смену ISO 286-1:1988 и ГОСТ 25346-89, не касаются практической деятельности, связанной с ремонтом машин, но некоторые термины начали терять тот первоначальный рациональный смысл, который был заложен в предыдущих стандартах.

### ***Библиографический список***

1. Белов В.М. Метрология, стандартизация, квалиметрия. Стандартизация норм взаимозаменяемости. М., 1999. 140 с.
2. Бондарева Г.И. Изменения в стандарте единой системы допусков и посадок // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 12. С. 39-42.
3. <http://www.gosstandart.gov.by/txt/Actual-info/docs/gost-25346-89.pdf>
4. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Методы и средства измерений. М.: Изд-во ФГОУ ВПО МГАУ, 2014. 256 с.
5. Белов В.М. и др. Расчет точностных параметров сельскохозяйственной техники. М.: МИИСП, 1990. 125 с.
6. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г., Антонова У.Ю. метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические

науки. 2018. № 6. С. 104-109.

7. Королев А.Е., Мамчистова Е.И., Бачурин А.Н. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 4 (24). С. 64-67.

8. Ерохин М.Н. Взаимосвязь точности и надежности соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2006. № 2. С. 22-25.

9. Леонов О.А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. № 2. С. 106-110.

10. Бондарева Г.И. Составляющие качества ремонта // Сельский механизатор. 2016. № 7. С. 2-4.

**УДК 631.171**

*Кокорев Г.Д., д.т.н.,  
Успенский И.А., д.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, Россия  
Воробьев Д.А.,  
РУДН, г. Москва, Россия*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ И МОЙКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Очистка и мойка сельскохозяйственных машин и их деталей является одним из важнейших технологических процессов ремонта и технического обслуживания, которое оказывает большое влияние на долговечность и сохранность сельскохозяйственной техники [1,2,3,4,5,6,7,8,9].

Особенностью эксплуатации машин в сельском хозяйстве являются сложные условия работы, связанные с тем, что в процессе производства на наружных поверхностях деталей и узлов скапливаются различные виды загрязнений:

- дорожная пыль,
- растительные остатки
- ядохимикаты
- остатки топлива и масла
- технологические продукты

В то же время эксплуатация в различных климатических условиях вызывает образование коррозии и разрушение лакокрасочного покрытия, что в комплексе с загрязнениями снижает срок службы машин и механизмов

Процесс очистки и мойки сельскохозяйственных машин и механизмов связан с такими показателями, как трудоемкость, энергоемкость, экологичность, экономичность и безопасность труда операторов, улучшение которых является основной задачей, стоящей перед современной наукой

[1,2,3,4,5,6,10,11]. Поэтому использование эффективных методов и способов очистки сельскохозяйственной техники имеет решающее значение.

Наиболее перспективной мойкой сельскохозяйственных машин достигается за счет комплексного взаимодействия физико-химического и механического воздействия водоструйной очистки на загрязнения (Рисунок 1) в основе которой положена сила гидравлического удара.

Физико-химический фактор обеспечивается применением нагретых моющих растворов, что связано со значительными материальными затратами на приобретение и нагрев этих средств, при неблагоприятном воздействии их на окружающую природную среду.

Эффективность очистки достигается путем сканирования профиля тракторной техники с помощью лафетных аппликаторов. Программа управления направлением потока воды позволяет свести к минимуму бесполезное расходование воды на "чистку воздуха" вокруг автомобиля - струя подается только на кузов. Точность позиционирования струи достигается технологией управления по X-Y осям исполнительным блоком. Физическая сущность воздействия вращающейся веерной струи заключается в ее способности уничтожать загрязнение, пересекая поток жидкости внутрь загрязнения и его бурение. Технология использования вращающихся струй воды высокого давления позволит повысить производительность и качество очистки поверхностей сельскохозяйственных машин, снизит сложность и энергоемкость процесса.

Вода подается с двух сторон веерной струей через программно управляемые брансбойты, установленные на подъемных каретках. Подъем каретки позволяет воздействовать на труднодоступную грязь с оптимального расстояния и под нужным углом.



Рисунок 1 – Водоструйная очистка сельхозтехники

Автомоечный комплекс порталной системы предназначен для мойки сельскохозяйственной техники (Рисунок 2). Данный портал в автоматическом режиме с помощью бесконтактной технологии мойки (без щеток) промывает кузов заехавшего транспортного средства, это могут быть комбайны и тяжелые колесные трактора. Для получения гарантированного результата на сложнопрофильном кузове мы используем большое количество воды, с каждой стороны на объект мойки подается не менее 1000 литров в минуту.

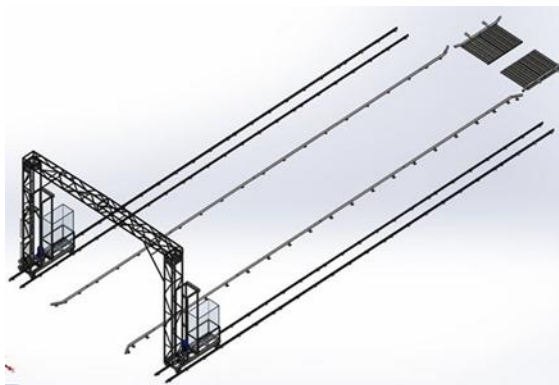


Рисунок 2 – Портальная система мойки

Основные операции выполняются самоходным порталом, благодаря чему обеспечивается высокое качество мойки сельхозтехники. Комплекс оснащен индивидуальным модулем мойки днища и шасси большим количеством воды по программе, выбранной оператором. Управление моечным комплексом осуществляется одним оператором по выбранной программе + возможная ручная корректировка программы (усиление, повтор и т.п.).

Также, при мойке сельхозтехники эффективно применять дистанционные мойки. Сегодня эта задача решается с помощью лома и лопаты и с затратой огромного количества времени (обычно самим механизатором). Применение данной технологии выполняется при неподвижном объекте мойки, боковые поверхности сельскохозяйственной техники обрабатываются гидромониторами в автоматическом режиме: после того как оператор выбирает тип транспортного средства, гидромониторы автоматически начинают обработку поверхности, повторяя контур и форму объекта.

Ручное управление необходимо для мойки труднодоступных мест.



Рисунок 3 – Дистанционные мойки

Для работы системы мойки по бесконтактной технологии требуется очень много оборотной воды. Для этого система должна быть оснащена высокопроизводительными насосами рассчитана на многоконтурную подачу

(два или четыре контура) теплой или холодной воды. Производительность водоочистки до 130 куб.м. в час. Поток при наполнении бака портала 1200 л/мин (по каждому из контуров) [10,11].

Данные способы обеспечивают хорошее качество мойки и высокую производительность, но их работа связана со значительными экономическими и энергетическими затратами из-за большой мощности потока воды. Для этого необходимо оснастить передовыми системами рециркуляции воды с гидроциклонным и кварцевым фильтром, большой производительностью погружных фильтров-картриджей со сменными фильтрами. Рециркуляцию необходимо делать двухциклонными системами с учетом огромного количества поступающей от мойки грязи, что позволит экономить на водоснабжении.

Во время уборки урожая и при проведении других полевых работ на комбайн и тракторах оседает большое количество пыли. Помимо того, что эта пыль является пожароопасной, она забивает рабочие механизмы сельхозтехники, что в итоге ведет к его поломке и к простоям техники. К ежесменному техническому обслуживанию (ЕО) и профилактическим мероприятиям, которые обеспечивают надежную работу сельхозтехники, необходимо регулярно делать обдувку комбайна и его механизмов. Обычно наружную очистку сельскохозяйственных машин делали с помощью компрессора (мобильного компрессора), но этот способ не очень эффективен, так как, компрессор необходимо доставлять каким-то способом до места проведения работ или нахождения сельхозтехники, и кроме того компрессор более эффективен для продувки той или иной детали, а не для обдувки сельскохозяйственных машин [10,11].

Иногда даже малейшее усовершенствование способно в значительной степени повысить эффективность работы узла и механизма, поэтому, оптимальное решение по обдувке комбайна использовать мобильные воздуходувки (Рисунок 4)



Рисунок 4 –Воздуходувка

В последнее время технологии в своем развитии достигли достаточно высокого уровня во всех сферах жизнедеятельности человека. Не обошел этот процесс сельхозиндустрию. Сегодня рынок предлагает альтернативу компрессору по обдуву сельскохозяйственных машин - «воздуходувка». Это аппарат, который поможет эффективно и рационально поддерживать сельхозтехнику в ухоженном состоянии и при этом не затрачивать много времени и усилий. Компактные ручные воздуходувки имеют три режима работы;

- Обдув – воздух нагнетается из трубы из трубы и направляется сильным потоком на обдув узла или агрегата.

- Всасывание – происходит обратный обдуву процесс: мусор засасывается в мешок. Работа схожа с работой домашнего пылесоса. Этот режим очень эффективен для обработки кабин сельхозмашин.

- Измельчение – используется совместно с режимом всасывания. При активации данного режима задействуются ножи, которые измельчают поступающий в мешок мусор.

В статье приведены подходы, позволяющие повысить эффективность очистки и мойки сельскохозяйственных машин и при этом уменьшить экономические и энергетические затраты на проведение указанных мероприятий.

### ***Библиографический список***

1. Кокорев, Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники [Текст] / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. – С. 423–425.

2. Кокорев, Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. [Текст] / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 – Рязань: РГСХА, 2000. – С. 60–70.

3. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев// Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.

4. 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.

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

6. 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

7. 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.

8. 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.

9. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

10. Наружная очистка машин <http://belagrotorg.ru/poleznoe/1681-naruzhnaya-ochistka-i-mojka-mashin-chast-i>

11. Мойка сельхозтехники [http://www.avidenterprises.ru/truck\\_bio.htm](http://www.avidenterprises.ru/truck_bio.htm)

12. Бровченко А.Д. Оценка эффективности использования современных способов и технологий для наружной мойки сельскохозяйственных машин [Текст] / А.Д. Бровченко, А.Д. Нехаев // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2017. – С. 240-246.

13. Пронин А.В. Обзор и анализ современных способов очистки деталей двигателей внутреннего сгорания в процессе ремонта // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2018. – С. 484-488.

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

15. Шемякин А.В. Применение гидроакустических устройств для очистки сельскохозяйственных машин [Текст] / А.В.Шемякин, К.П. Андреев // В сб.: Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ Материалы международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 303-307.

**УДК 629.113.004.53**

*Колупаев С.В. к.т.н.,  
Родионова Е.А., аспирант,  
Шубин И.Е., студент.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

Появление транспорта потребовало появления первых тормозных механизмов. Впервые они стали использоваться на гужевых повозках. Торможение повозки происходило за счёт ручного рычага или системы рычагов, которые воздействовали непосредственно на колесо через колодку,



которая была деревянной, иногда — с обитой кожей поверхностью. Эффективность таких тормозов сильно ухудшалась при намокании. Эволюция не обошла стороной и тормозной механизм. В 1902 Уильям Ланчестер запатентовал дисковые тормоза. В этой конструкции медные колодки соприкасались с тормозным диском, при этом раздавался сильный скрип. Благодаря "великолепному" звуковому сопровождению эта тормозная система не получила широкого распространения, что привело к появлению тормозных механизмов барабанного типа[1].

Первые барабанные тормоза представляет собой гибкую металлическую ленту, охватывающую тормозной барабан снаружи. В том же 1902 году Луи Рено, представил тормоза иной конструкции: колодки полукруглой формы располагались внутри полого барабана и были прижаты к его внутренней поверхности. На сегодняшний день под барабанным тормозом понимается именно конструкция Луи Рено. В 1918 год Малькольм Лоугхэд придумал гидравлическую систему. Начиная с конца 1910 годов тормозами стали в обязательном порядке снабжать все колёса — и передние, и задние, при этом выяснилось, что торможение автомобиля с передними тормозными механизмами более эффективно. Появились механизмы с двумя отдельными гидроцилиндрами, двумя ведущими колодками и системой вакуумных усилителей. Наступает эра двух контурных систем. В это время происходит значительный рост мощности автомобильных двигателей, при несущественном изменении тормозной системы, что привело к её низкой эффективности. Решением этой проблемы стало появление в конце 50-х годов дисковых тормозных механизмов. Конструкция такого механизма проще, компактнее, легче и имеет автоматическую регулировку зазора между тормозным диском и колодками[2, 3].

На современной автотракторной технике применяются следующие виды тормозных систем:

- 1 Рабочая тормозная система
- 2 Запасная тормозная система
- 3 Стояночная тормозная система
- 4 Вспомогательная тормозная система

#### 1. Рабочая тормозная система

Рабочая тормозная система служит для снижения скорости движения транспортного средства и его полной остановки.

Рабочая тормозная система приводится в действие нажатием на педаль тормоза, которая располагается в ногах у водителя (исключение — автомобили для обучения принципам вождения, дополнительная группа педалей располагается в ногах у инструктора, а также нередко — модели, предназначенные для использования инвалидами, или переоборудованные для них). Усилие ноги водителя передаётся на тормозные механизмы всех колёс транспортного средства.

Тормозные системы также делятся по типам приводов: механический, гидравлический, пневматический и комбинированный. Так, на легковых



машинах в наше время в основном используются гидравлический привод, а на грузовых пневматический или комбинированный. Для уменьшения прикладываемого усилия на педаль тормоза устанавливается вакуумный или пневматический усилитель тормозов [4, 10].

## 2. Запасная тормозная система

Запасная тормозная система служит для остановки транспортного средства при выходе из строя рабочей (основной) тормозной системы.

## 3. Стояночная тормозная система

Стояночная тормозная система служит для удержания транспортного средства неподвижном состоянии. Используется не только на стоянке, она также применяется для предотвращения скатывания транспортного средства на уклонах.

Стояночная тормозная система приводится в действие с помощью рычага или педали стояночного тормоза. Устанавливается на задних либо передних колёсах.

## 4. Вспомогательная тормозная система

Вспомогательная тормозная система служит для длительного поддержания постоянной скорости (на затяжных спусках) за счёт торможения двигателем, что достигается прекращением подачи топлива в цилиндры двигателя и перекрытием выпускных трубопроводов [9].

Современные тормозные системы немыслимы без электронных систем управления анализирующими и руководящими исполнительными механизмами тормозов, родоначальником этих систем была система АБС

Развитие АБС положило начало появлению других электронных систем управления в тормозной системе. Такие системы стали называться ЕВМ (Electronic Brake Management) — электронное управление тормозами, иногда их называют термином ДВС (Dynamic Brake Control) — динамический контроль торможения. Система АБС начинает работать после того, как заблокируется хотя бы одно колесо. При перемещении транспортного средства происходит изменение вертикальных нагрузок, приходящихся на отдельные колеса. Чем больше нагрузка, тем с большим тормозным усилием может тормозить колесо. Если учитывать перераспределение тормозных нагрузок, то можно существенно повысить как эффективность торможения, так и устойчивость автомобиля при торможении. Для этого автомобиль должен быть оснащён эффективными датчиками, определяющими распределение нагрузок по всем колёсам автомобиля, компьютером и соответствующим программным обеспечением. В качестве исполнительного устройства можно применять существующие модуляторы АБС.

Другим направлением совершенствования тормозов транспортных средств является применение систем ЕВА (Electronic Brake Assist) — Электронная система помощи торможению. Впервые система ЕВА была представлена на автомобилях Mercedes, а позже появилась и у других фирм. Она обеспечивает наибольшую эффективность при экстренном торможении. Сначала компьютер определяет начало торможения в аварийном режиме, а для

этого необходимо проанализировать целый ряд факторов [6, 7].

На автомобилях BMW такая система активируется только, если выполняются ниже перечисленные условия:

- давление в главном тормозном цилиндре составляет более 3 МПа;
- давление растёт со скоростью более 600 МПа/с;
- скорость автомобиля свыше 5 км/ч;
- автомобиль движется вперёд;
- минимум одно из колес заблокировано.

Только при этих условиях компьютер даёт команду на экстренное торможение. Система отключается, когда водитель отпускает тормозную педаль или скорость автомобиля становится ниже до 5 км/ч.

Электронные системы управления торможением автотранспортных средств

Системы электронного управления торможением транспортных средств получают все более широкое распространение в тормозных системах современных автомобилей. Так, тормозная система автомобиля Range Rover включает семь различных электронных систем. Наряду со ставшими уже привычными ABS — антиблокировочной системой, DSC — системой поддержания устойчивости и ETS — противобуксовочной системой, имеются дополнительные:

- HDC (Hill Descent Control) — система автоматического притормаживания на спуске;
- EBD (Electronic Brake Distribution) — электронное распределение тормозных сил по осям автомобиля;
- CBC (Cornering Brake Control) — система распределения тормозных сил по бортам автомобиля на поворотах;
- EBA (Electronic Brake Assist) — система для экстренного торможения.

Все эти системы управляются одним электронным блоком, который объединен в одном корпусе с гидравлическим модулем системы ABS и DSC, и соединен коммуникационными линиями с другими электронными блоками: управления двигателем, коробкой передач, раздаточной коробкой, пневматической подвеской. Гидравлический модуль формирует величину давления тормозной жидкости в тормозной системе по сигналам блока управления, анализируя данные, полученные от датчиков: частоты вращения колес, давления в тормозной системе, положения тормозной педали, угла поворота рулевого колеса, продольных и боковых ускорений.

Тормозные системы автомобилей могут стать еще эффективнее если применить систему торможения по проводам (BBW — Brake By Wire). В такой системе механическая связь между тормозной педалью и колодками отсутствует, а командный сигнал от водителя передается по проводам. Система BBW может быть полностью электрической, с электромеханическими тормозными механизмами или комбинированной, в которой используются электрогидравлические или электропневматические устройства. Полностью электронные тормозные системы, эффективно можно применять только после

перехода автомобиля на напряжение бортовой сети в 36 В. Комбинированные системы могут использоваться на переходном этапе. В таких системах давление жидкости создается гидронасосом, а торможением управляют электромагнитные клапаны, управляемые компьютером. Такая система имеет возможность использовать существующие тормозные механизмы. Фирма BMW создала экспериментальный автомобиль с полностью электрическим тормозным приводом, по принципу BBW [5]. Тормозные колодки прижимаются к диску шарико-винтовой передачей, приводящейся с помощью высокоскоростного электродвигателя. Система продемонстрировала отличные тормозные свойства при исключительной плавности работы АБС, с аналоговым управлением, взамен стандартного импульсного. Автомобили с системой BBW имеют следующие преимущества: [10]

- уменьшенный тормозной путь;
- редуцирующаяся тормозная педаль (регулируется под каждого водителя индивидуально);
- педаль при работе не вибрирует;
- бесшумная работа;
- не применяется гидравлика;
- уменьшено количество деталей, компактная установка;
- меньшие повреждения при авариях;
- не сложная конструкция;
- эффективная замена существующих систем АБС, ESP, TCS, EBA, EBD и т. д.; — реализация функции EPB (Electronic Parking Brake — электронный стояночный тормоз) и др.
- отличное сочетание с перспективными системами управления автотракторной техникой.

Особенно стоит обратить внимание на следующее: электронное управление стояночными системами начинают активно внедряться. Отдельные фирмы уже выпускают эти системы, и легко устанавливаются на серийные транспортные средства.

Подобные системы существуют двух видов — с ручным включением и автоматические APB (Automatic Parking Brake). Системы первого вида исполнительный агрегат, состоящий из электродвигателя, редуктора и блока управления, встраиваемых в привод управления стояночной тормозной системой и управляемой с кнопки. Стояночная система при автоматической работе активируется при остановках автотракторной техники и выключается при нажатии на педаль «акселератора». Подобными стояночными тормозами серийно оснащаются некоторые модели автомобилей стран ЕС [7].

Применяемые системы BBW хорошо работают с разрабатываемыми системами управления автотракторной техникой, в которых применяется «интеллектуальный» круиз-контроль, при котором система автоматически выдерживает безопасную дистанцию в потоке транспорта и управляет работой тормозной системы, полностью останавливая автомобиль при необходимости [8].

### *Библиографический список*

1. Бышов Н.В. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А.Успенский и др.//В электронном журнале «Научный журнал КубГАУ». - 2013 г., № 02 (086), режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf>, С. 585-596.
2. Бышов, Н. В. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы /ИВ Бышов //ВестникКрасГАУ -2013. - №12.-С 179-184.
3. Бышов, Н. В. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования /Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. А. Юхин, К. А. Жуков, С. Н. Гусаров -Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013.-187, с.; 24 см.-Библиогр.: с. 174-187. -Предм. указ.: с. 2 -4. - 500 экз. -ISBN 978-5-98660-121-2
4. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания: учебное пособие для курсового проектирования/Н.В. Бышов . -Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. -161 с.
5. Основные требования к техническому уровню тракторов, транспортных средств и прицепов на долгосрочную перспективу/Н.В. Бышов //Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: доклады Междунар. науч.-практ. конф. Минск: изд-во БГАТУ, 2013. С. 200-202.
6. Заявка на изобретение RU 2010142377/11, 15.10.2010, опубл. 20.04.2012 Бюл. № 11. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки. Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Карцев Е.А. и др.
7. Верещагин Н.И., Кокорев Г.Д., Колупаев С.В., Шафоростов В.А., Колотов А.С., Уткин А.А., Гусаров С.Н. Современная техника для АПК и перспективы ее модернизации»/Н.И. Верещагин, Г.Д. Кокорев, С.В. Колупаев, В.А. Шафоростов, А.С. Колотов, А.А. Уткин, С.Н. Гусаров//Кр: Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, № 120, 2016. -С. 147-172.
8. [http://wiki.zr.ru/Перспективные направления развития тормозных систем](http://wiki.zr.ru/Перспективные_направления_развития_тормозных_систем).
9. <https://studfiles.net/preview/6310300/page:22/>
10. <http://car-avz.ru/glavnaya/ustanovka/4654-perspektivnyye-napravleniya-razvitiya-tormoznykh-sistem>

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УПРАВЛЕНИЮ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ИЗМЕРЕНИЙ НА РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Качество измерений при входном и выходном контроле при ремонте машин оказывает существенное влияние на качество сборки и будущую работоспособность сборочных единиц [1,2].

Требования к метрологическому обеспечению измерений на ремонтных предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) должны представлять собой комплекс действий, которые направлены на обеспечение, во-первых, единства измерений, во-вторых, требуемой точности измерений [3]. Это приведет к снижению таких составляющих затрат на качество, как затраты на измерения, потери от внутреннего и внешнего брака. Например, при грамотном подходе к метрологическому обеспечению контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей, удалось достичь значительного снижения брака при контроле [4], а при постановке автоматического контроля геометрических параметров деталей – снизить затраты на измерения [5]. Таким образом, главной задачей работ по метрологическому обеспечению на ремонтных и машиностроительных предприятиях является создание условий для получения надежной и достоверной измерительной информации. Гарантией такой надежности может служить разработка системы управления метрологическим обеспечением измерений (МОИ).

Нормативной основой при проектировании системы управления МОИ наряду с метрологическими правилами и нормами, которые имеют обязательную силу на территории Российской Федерации и которые содержатся в нормативных документах по обеспечению единства измерений в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» могут служить требования стандартов ГОСТ Р 8.820-2013 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015. При таком подходе, систему управления МОИ можно рассматривать как часть общей системы менеджмента качества [6] и часть информационной системы предприятия [7]. Еще одним преимуществом такого подхода является снижение затрат на внедрение модуля корпоративной информационной системы управления на ремонтном и машиностроительном предприятии [8].

Менеджмент качества в рамках системы общего менеджмента сводится к руководству сетью процессов организации, формирующих качество конечной продукции (оказываемых услуг), которое в свою очередь, определяет конкурентоспособность предприятия в условиях рыночной экономики [9]. Измерительные процессы следует рассматривать как специфические процессы, направленные на обеспечение качества продукции и удовлетворения

требований потребителей. Они должны быть отражены в системе внутренней документацией предприятия.

Функционирование системы МОИ, основанной на применении процессного подхода и цикла PDCA, в общем виде можно представить следующим образом:

1 этап (PLAN) – планирование и разработка процессов измерений, включая:

- установление требований к измерительным процессам;
- моделирование измерительных процессов (с учетом условий, в которых будут осуществляться измерительные процессы);
- оценка и анализ рисков, связанных с получением недостоверной измерительной информацией, и ошибками первого и второго рода.

2 этап (DO) – работы по метрологическому подтверждению метрологической пригодности:

- аттестация эталонов и калибровка средств измерений;
- аттестация испытательного оборудования;
- метрологическая экспертиза технической документации;
- аттестация квалификации операторов, выполняющих измерения;
- контроль условий выполнения измерений.

3 этап (ЧЕК) – анализ состояния метрологического обеспечения объекта, включает в себя:

- оценку удовлетворенности потребителя;
- оценку показателей уровня метрологического обеспечения.

4 этап (ACT) – улучшение системы МОИ, включает в себя:

- устранение несоответствий и разработку корректирующих мероприятий, направленных на совершенствование системы МОИ и снижение рисков.

Предложенный подход к построению процессной модели системы МОИ дает возможность учесть специфические требования ГОСТ Р 8.820-2013 по отношению к универсальным требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9001-2015, процесс метрологического обеспечения можно отнести к п.7.1.5 – ресурсы для мониторинга и измерения. Для выполнения требований этого пункта, дана рекомендация использовать ГОСТ Р ИСО 10012-2008. Применение этого стандарта при проектировании системы управления МОИ вызывает ряд трудностей:

во-первых, это связано с тем, что в момент введения стандарта ГОСТ Р ИСО 10012, его структура полностью совпадала со структурой стандарта ГОСТ Р ИСО 9001. Новая версия стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 значительно отличается и по структуре, и в части требований по управлению рисками, а также документированию процессов;

во-вторых, стандарт ГОСТ Р ИСО 10012-2008 не охватывает все процессы относящиеся к системе управления МОИ, а устанавливает требования только к процессам измерений и измерительному оборудованию. В системе

МОИ ремонтного производства используют контрольное и испытательное оборудование, а также нестандартизированные средства измерения.

Несмотря на указанные трудности в применении ГОСТ Р ИСО 10012, положения данного стандарта можно использовать при проектировании процессов относящихся к ответственности со стороны руководства, менеджменту ресурсов, анализу и мониторингу процессов.

Для формирования полноценной системы управления метрологическим обеспечением измерений необходимо указанные метрологические процессы дополнить процессами управления. В результате получаем реестр процессов системы управления МОИ. При разработке реестра процессов необходимо учитывать возможность отнесения одного процесса к компетенции одного из высших руководителей – владельца процесса. Кроме этого необходимо иметь в виду, что формирование реестра процессов должно осуществляться с использованием цикла Деминга PDCA.

В разработанном типовом реестре процессов выделено пять процессов высшего уровня (Рисунок 1).

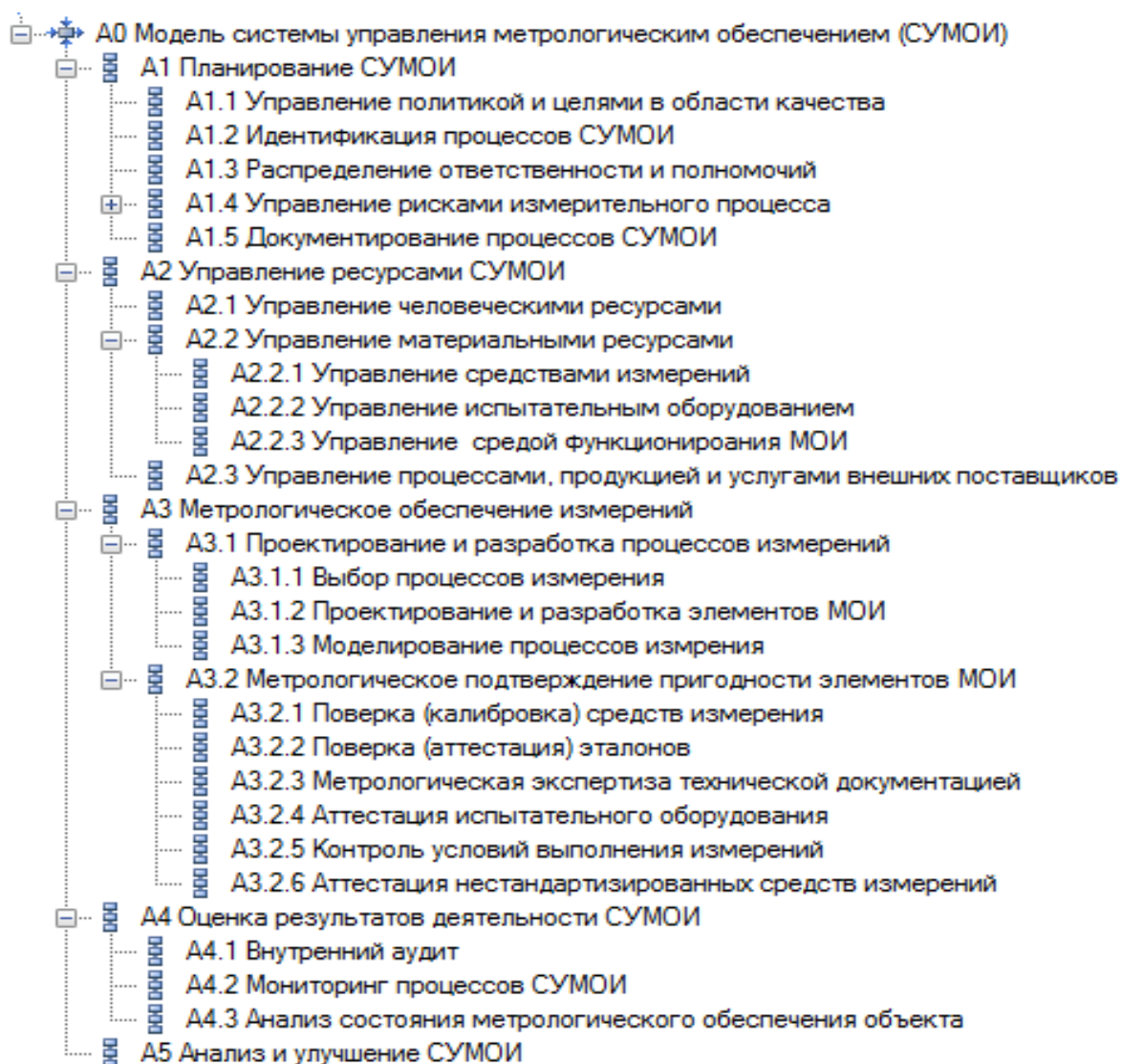


Рисунок 1 – Реестр процессов системы управления качеством МОИ

Руководство должно быть нацелено на улучшение о пригодности, отдачи, адекватности и результативности системы метрологического обеспечения измерений. Для этого используют результаты анализа и оценки, выходные данные анализа со стороны руководства. Результаты анализа со стороны руководства позволяют определить, имеются ли потребности или возможности, требующие рассмотрения в качестве мер по постоянному улучшению системы метрологического обеспечения измерений. Метрологическая служба должна проводить анализ и идентификацию возможностей для улучшения системы менеджмента измерений и при необходимости проводить ее модификацию.

Предложенный подход к построению системы метрологического обеспечения измерений на ремонтных и машиностроительных предприятиях позволит решить сразу несколько задач:

во-первых, обеспечит лучшую управляемость процессов метрологического обеспечения;

во-вторых, снизит риск вероятности того, что измерительное оборудование и измерительные процессы дадут неправильные результаты, которые могут повлиять на качество услуг и продукции машиностроительного и ремонтного производства АПК.

#### ***Библиографический список***

1. Королев А.Е., Мамчистова Е.И., Бачурин А.Н. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 4 (24). С. 64-67.

2. Бышов Н.В., Борисов Г.А., Латышенко М.Б. и др. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники за счет разработки новых конструкций, методов и средств технического обслуживания, ремонта и диагностирования. Отчет о НИР. 2015. 301 с.

3. ГОСТ Р 8.820–2013. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2014.

4. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г., Антонова У.Ю. метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. 2018. № 6. С. 104-109.

5. Белов В.В., Лопатин А.К. Алгоритм оценки геометрических параметров изделий, находящихся на конвейерной ленте // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. № 6 (34). С. 34-42.

6. Бондарева Г.И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 34-35.



7. Некрасов М.В. Формирование требований к информационной системе предприятия / Некрасов М.В., Белов В.В.// CloudofScience. – 2015. – Т. 2. – № 2. С. 282-301.

8. Белов В.В. Методика оценка затрат на внедрение модуля корпоративной информационной системы управления на машиностроительном предприятии / Белов В.В., Некрасов М.В.// CloudofScience. – 2014. – Т. 1. – № 3. – С. 487-497.

9. Голиницкий П.В., Вергазова Ю.Г., Антонова У.Ю. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия // Компетентность. 2018. № 7 (158). С. 20-25.

**УДК 665.7.038.5**

*Пыдрин А.В., к.т.н.,*

*Петровская Е.А.*

*ФГБОУ ВОРГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

## **ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ РАБОЧЕ-КОНСЕРВАЦИОННОГО МАСЛА ОТ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ**

Коррозионное разрушение характерно для техники, особенно в случае, если условия ее хранения являются благоприятными для протекания подобных процессов. Это приводит к возникновению очагов коррозии, а, следовательно, к разрушению пораженных участков по причине снижения усталостной прочности. Перепады температур, высокая относительная влажность среды отрицательно сказываются на поверхность металлических деталей. Поэтому для повышения надежности техники и увеличения ее срока службы используют методы консервации.

От современных антикоррозионных и консервационных смесей требуются следующие свойства: надежная адгезия; однородность; вытеснение воды с поверхности металла; эффективное пропитывание продуктов коррозии. Состав и консистенция антикоррозионных и консервационных материалов оказывает влияние на технологию и применяемый способ их нанесения. Для временной защиты от коррозии техники апробированы различные консервационные средства: пластичные смазки, консервационные масла и смазки, пленкообразующие ингибированные нефтяные составы, маслорастворимые ингибиторы и противокоррозионные присадки [1].

На сегодняшний день актуальной является проблема улучшения свойств масла, применяемого для антикоррозионной защиты. Известны составы ингибиторов коррозии металлов, используемые для предотвращения коррозии [2-4].

Добавление маслорастворимых ингибиторов коррозии частично решает данную проблему. Подобные присадки образуют защитный пленочный слой, который предотвращает непосредственный контакт масла и поверхности детали, что позволяет исключить коррозионные процессы. Их применением

достигаются оптимальные функциональные свойства рабоче-консервационного масла. В настоящее время более широко применяются триботехнические и антикоррозионные присадки на основе наноматериалов [5, 6].

Предметом исследования данной статьи является рабоче-консервационное масло, которое представляет собой масло с добавлением присадок в виде ингибиторов коррозии и является универсальным продуктом, используемый как в качестве рабочего масла двигателя, так и в качестве средства антикоррозионной защиты его деталей. Как правило, подобные масла имеют более низкие показатели антикоррозионной стойкости, чем специальные консервационные масла, но их использование позволяет облегчить обслуживание техники, так как совмещают функции рабочего и консервационного масел и используются при хранении и эксплуатации.

В качестве присадок могут применяться различные поверхностно-активные вещества (ПАВ). Эти вещества способны изменять поверхностную энергию, значительно влияя на различные процессы, протекающие на границе раздела фаз [7].

В консервационных и рабоче-консервационных материалах применяют широкий круг маслорастворимых ПАВ: окисленные и нитрованные нефтепродукты, синтетические и нефтяные сульфонаты, жирные кислоты, высшие спирты, сложные эфиры, продукты на основе малеинового ангидрида, алкилированные амины, амиды, имиды и другие органические соединения [8].

Рабоче-консервационные масла обладают достаточными противоизносными, противозадирными и антикоррозионными свойствами, что характеризует их высокую степень защитной эффективности.

Для сравнения представлены результаты испытаний с применением базовых масел MANOLTS-5, М-8В и ТМ-5-18, а также смеси масел с 10 % присадок в виде ингибиторов коррозии АКОР-1 и Телаз-ЛС, приведенные в работах [9,10].

Антикоррозионная присадка АКОР-1 производится на основе нитрованного масла М-8 или М-11, обработанного оксидом кальция. Она эффективно улучшает противокоррозионные свойства моторных и трансмиссионных масел. Применяется, как правило, при производстве рабоче-консервационных масел путем добавления 5-10% присадок, также может использоваться в дизельном топливе – 3.5%. При наружном применении для внешней антикоррозионной защиты техники при хранении в помещении и под навесом концентрацию АКОР-1 в консервационном смазочном материале увеличивают до 20% [11, 12].

Процесс получения состоит из следующих стадий: нитрование масла 98% азотной кислотой, смешение полупродукта с 90% стеариновой кислотой, нейтрализация смеси оксидом кальция, сушка и центрифугирование полученной присадки [13].

Ингибитор коррозии Телаз-ЛС представляет собой продукт конденсации карбоновых кислот с этаноламинами. В процессе его синтеза используются

карбоновые кислоты с углеводородными или перфторированными радикалами. Радикалы участвуют в формировании гидрофобной части молекулы.

В результате синтеза получают органические соединения с ассиметричной молекулярной структурой, содержащие гидрофобный радикал и гидрофильную часть [10].

Композиции, использованные в качестве сравнительного материала для первого эксперимента на основе моторного масла MANOLTS-5:

1. Без доработок
2. С присадкой Телаз-ЛС (10%)
3. С присадкой АКОР-1 (10%)

Для каждого выбранного состава было проведено опыты различными наработками: 0, 90 и 250 моточасов. Испытания проводились согласно ГОСТ 9.054 на стальных образцах в камере солевого тумана DYCOMETAL серии SSC, заводской № 2563/07, аттестат ФБУ «РОСТЕСТ-Москва» ФТ0015347. Было использовано по 3 образца для каждой смеси, а также 3 образца без защитного покрытия.

В результате анализа экспериментальных данных времени появления первых очагов коррозии и динамики ее развития было выявлено, что присадка Телаз-ЛС дает более высокие показатели коррозионной стойкости и позволяет обеспечить защиту на протяжении наибольшего числа циклов, что является положительным эффектом его применения в составе рабоче-консервационного масла.

Для второго эксперимента для определения и сравнения антикоррозионных свойств композиций на основе моторного масла М-8В с добавлением следующих ингибиторов коррозии:

1. Присадка АКОР-1 (10%)
2. Присадка Телаз-ЛС (10%)

Были проведены опыты в соответствии с ГОСТ 9.054-75. Суть испытания заключалась в том, что образцы металлических пластинок, покрытых исследуемым составом, были помещены в камеру с повышенной относительной влажности воздуха и температуры с периодической конденсацией влаги на них.

Данный эксперимент показал преимущество использования присадки в Телаз-ЛС условиях повышенной влажности, в том числе при непосредственной конденсации влаги на поверхности металла.

В качестве исследуемого консервационного материала для третьего эксперимента были взяты составы на основе трансмиссионного масла ТМ-5-18:

1. Без доработок
2. С присадкой АКОР-1 (10%)
3. С присадкой Телаз-ЛС (10%)

Эксперимент проводился на роликовой испытательной установке. Данная установка осуществляет контакт сопряженных поверхностей ролика и колодки, помещенной в емкость, с некоторой устанавливаемой нормальной силой. В итоге была выявлена зависимость скорости изнашивания от величины нормальной силы. Результаты проведенного опыта представлены на рисунке.

Исходя из графика, можно заметить, что присадка Телаз-ЛС значительно превосходит АКОР-1 по защитным свойствам и многократно понижает скорость изнашивания. АКОР-1 в свою очередь, незначительно изменяет скорость изнашивания по сравнению с применением трансмиссионного масла без присадок. По мере увеличения действия нормальных сил, прослеживается повышение эффективности состава ТМ-5-18 + 10% Телаз-ЛС в виде снижения  $V_{\text{изн}}$  от 2 до 8 раз относительно масла без присадок и от 1,1 до 6 раз по сравнению со смазочной композицией ТМ5-18+10% Акор-1.

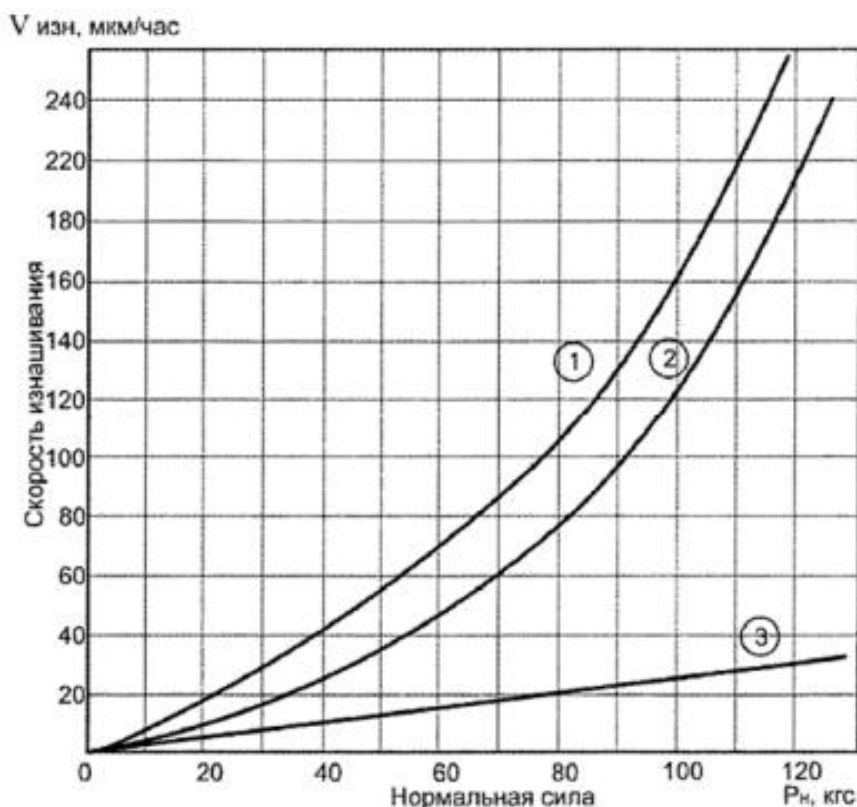


Рисунок – Зависимость скорости изнашивания пар трения от величины нормальной силы в масляной среде

Применение ингибитора коррозии Телаз-ЛС способствует увеличению надежности и срока службы, значительно увеличивая антикоррозионную эффективность, что и позволяет производить и применять рабочие-консервационные масла на его основе.

#### ***Библиографический список***

1. Гайдар, С.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий: дис. ... докт. техн. наук 05.20.03 / Гайдар Сергей Михайлович; ФГБОУ ВПО МГАУ. – Москва, 2011. – 433 с.
2. Коломейченко, А.В. Технология машиностроения / А.В. Коломейченко, И.Н. Кравченко, Н.В. Титов, В.А. Тарасов, С.М. Гайдар, Т.С. Прокошина, А.Ф. Пузряков / СПб., Изд-во "Лань", 2015. – 272 с.

3.Гайдар, С.М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении / С.М. Гайдар, А.Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. 2009. № 10 (67). С. 12-16.

4.Карелина, М.Ю. Исследование эффективности триботехнических препаратов на основе наноматериалов / М.Ю. Карелина, С.М. Гайдар // Грузовик. 2015. № 4. С. 17-29.

5.Гайдар, С.М. Планирование и анализ эксперимента: монография / С.М. Гайдар. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 548 с.

6.Пат. 2263160 Российская Федерация, МПК С23F11/14. Ингибитор коррозии металлов / С.М. Гайдар, А.С. Тарасов, В.А. Лазарев; заявитель и патентообладатель ЗАО «Автоконинвест». – № 2004130182/02; заявл. 10.12.2004; опубл. 27.10.2005, Бюл. № 30.

7.Кравченко, И.Н. Обоснование факторов, оказывающих влияние на надежность специальной техники в особых условиях эксплуатации / И.Н. Кравченко, С.М. Гайдар, Л.В. Жуков, П.Г. Ларин // Фундаментальные исследования. 2014. № 3-2. С. 262-266.

8.Гайдар, С.М. Полифункциональные ингибиторы биокоррозии – эффективное средство повышения сохраняемости машин в животноводстве / С.М. Гайдар, А.Л. Дмитриевский, Е.А. Петровская // Техника и оборудование для села. 2014. № 4 (202). С. 26-29.

9.Гайдар, С.М. Повышение износостойкости узлов трения / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина, Е.А. Петровская, Э.А. Зиятдинов // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 122. С. 40-47.

10.Гайдар, С.М. Обеспечение износостойкости узлов трения / С.М. Гайдар, Е.А. Петровская // В сборнике: Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России. Межд. науч.-практ. конференции молодых ученых, посвященной 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. 2016. С. 99-102.

11.Пат. 2553001 Российская Федерация, МПК С10М 101/02; С10М 121/04; С10М 123/06 ; С10М 133/02 ; С10М 133/58 ; С10М 159/12 ; С10N 30/12. Консервационная консистентная смазка / С.М. Гайдар, Д.И. Петровский, Е.А. Петровская, А.Л. Дмитриевский; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – № 2014115955/04; заявл. 22.04.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16.

12.Гайдар, С.М. Ингибированные составы для хранения сельскохозяйственной техники / С.М. Гайдар, А.С. Кононенко // Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 3. С. 21-22.

13.Пат. 2597442 Российская Федерация, МПК С23F 11/14. Ингибитор коррозии металлов / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина, А.В. Пыдрин, Д.И. Петровский, Е.А. Петровская, Е.В. Быкова, К.В. Быков, М.И. Голубев, А.Е. Шлыков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – № 2015113929/02; заявл. 15.04.2015; опубл. 10.09.2016, Бюл. № 25.

14. Гайдар, С.М. Этаноламиды карбоновых кислот как полифункциональные ингибиторы окисления углеводородов / С.М. Гайдар // Химия и технология топлив и масел. 2010. № 6 (562). С. 16-20.

15. 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.

16. 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.

**УДК 658.562.4**

*Леонов О.А.,  
Шкаруба Н.Ж.*

*ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КОРЕННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ**

На качество ремонта машин оказывает влияние большое число факторов [1,2], в том числе и начальные параметры точности, с которых начинается работа соединений [3]. Параметры точности наравне с параметрами износостойкости оказывают существенное влияние на надежность соединений. Обеспечение норм точности – важнейший показатель будущей надежности [4]. Обеспечение контроля точности позволяет, с одной стороны, повысить качество ремонта, а с другой – снизить себестоимость за счет уменьшения потерь, при правильном выборе средств измерений [5]. Таким образом, исследования в области разработки методик выбора универсальных средств измерений имеют ресурсосберегающее значение для агропромышленного комплекса.

Контроль не связан с созданием материальных ценностей и от его внедрения идут экономические потери, а потери при отсутствии контроля всегда значительно больше как для предприятия – изготовителя, так и для потребителя [6]. Сравнение универсальных средств измерений по стоимости или точности для современных условий метрологического обеспечения уже не рационально, нужно выбирать средства измерений по ряду факторов с учетом интересов всех сторон процесса контроля [7], причем предпочтительно проводить оценку рисков, что для средств контроля выражают потери. Величины потерь от неправильного принятия и забракования изделий должны сопоставляться со стоимостью средств измерений, трудоемкостью и стоимостью операций контроля.

В ремонтном производстве из-за малого объема работ (до 1000 двигателей различных марок в год) используются только универсальные средства измерений, которые имеют известные величины погрешностей [8,9]. Для контроля коренных шеек коленчатого вала ЯМЗ-238НБ используется достаточно широкая номенклатура СИ, таблица 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики средств измерений для контроля

Наименование прибора	Условное обозначение	Цена деления, мм	Диапазон измерений, мм	Погрешность, мкм
Микрометр	МК-100	0,01	75-100	±15
Микрометр рычажный	МР-100-0,002	0,002	75-100	±7,5
Скоба индикаторная	СИ-100-0,01	0,01	50-100	±20
Скоба индикаторная	СИ-100-0,002	0,002	50-100	±6,5
Микрометр с цифровым индикатором	МКЦ-100-0,001	0,001	75-100	±3
Скоба рычажная	СР-100-0,002	0,002	75-100	±2

Технические требования на капитальный ремонт двигателя ЯМЗ содержат рекомендации по использованию в качестве средства контроля микрометра МК-100. Как видно из таблицы 1, микрометр МК-100 имеет погрешность  $\Delta_{lim} = \pm 15$  мкм, что сравнимо с допуском на обработку  $T = 15$  мкм. Тем более что дискретность измерений микрометром – 0,01 мм, что характеризует невозможность охватить величины 0,005 мм, как этого требует контроль допуска. Качество контроля данным микрометром обеспечено не будет, но это необходимо обосновать.

В таблице 1 представлены все возможные средства измерений, причем, чем точнее средство измерений, тем оно дороже.

Оценка затрат на измерения включала в себя такие составляющие, как амортизацию стоимости средства измерений, затраты на заработную плату контролера (для микрометров – она выше, т.к. время на измерения больше, чем у скоб и рычажных микрометров) и расходы на ежегодную тарировку.

С целью выявления наиболее экономичного средства измерений были определены суммарные годовые издержки при контроле размеров шеек коленчатых валов, как сумма затрат на измерения и потерь в результате контроля. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Потери при контроле формируются наличием определенного количества неправильно принятых и неправильно забракованных деталей (коленчатых валов) из-за заданных величин погрешности измерений. Забракование приводит к необходимости обработки шеек коленчатого вала под другой ремонтный размер, а неправильное принятие – к возможным не состыковкам при сборке или появлению брака в результате эксплуатации у потребителя. Из данных на рисунке 1 видно, что наибольшие потери у средств измерений, имеющих большую погрешность.

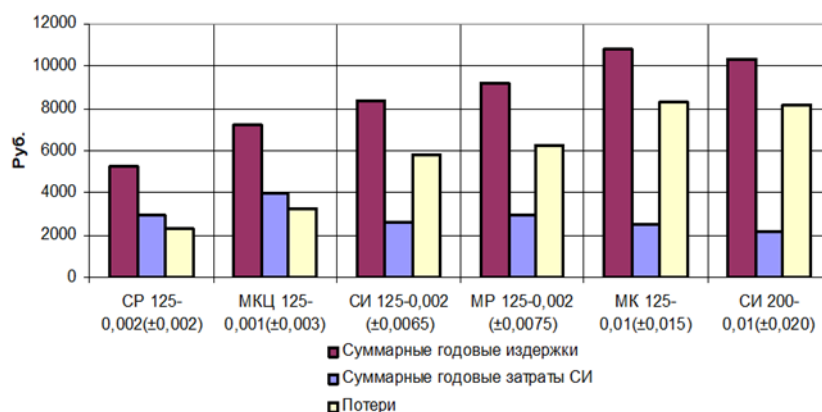


Рисунок 1 – Затраты, потери и суммарные издержки для средств измерений, применяемых при контроле размеров коренных шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ-238

Из полученных данных видно, что при контроле 1000 валов в год затраты на измерения значительно ниже потерь. Более точные средства измерений имеют большую экономическую эффективность за счет значительного уменьшения потерь от наличия погрешности измерений, а их стоимость, включенная в затраты на контроль в виде амортизации за год, мала и не сравнима с величиной потерь. Поэтому ориентироваться на цену средства измерений при покупке их с целью контроля нельзя, это приведет к существенному росту потерь на производстве из-за роста количества неправильно принятых и неправильно забракованных деталей.

### ***Библиографический список***

1. Королев А.Е., Мамчистова Е.И., Бачурин А.Н. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. № 4 (24). С. 64-67.
2. Бышов Н.В., Борисов Г.А., Латышенко М.Б. и др. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники за счет разработки новых конструкций, методов и средств технического обслуживания, ремонта и диагностирования. Отчет о НИР. 2015. 301 с.
3. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества // Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 4-й научно-практической конференции. СПб. 2005. С. 234-238.
4. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Взаимосвязь точности и надежности соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2006. № 2. С. 22-25.
5. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж. Применение технико-экономических критериев при выборе средств измерений в ремонтном производстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2008. № 1. С. 53-55.



6. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Экономика качества. Saarbrucken. 2015. 305 с.
7. Белов В.В. Методика оценка затрат на внедрение модуля корпоративной информационной системы управления на машиностроительном предприятии / Белов В.В., Некрасов М.В.// CloudofScience. – 2014. – Т. 1. – № 3. – С. 487-497.
8. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Методы и средства измерений. М.: Изд-во ФГОУ ВПО МГАУ, 2014. 256 с.
9. Белов В.М. и др. Сборник задач по метрологии, стандартизации и сертификации. М.: МГАУ, 2001. 140 с.

## Секция 6

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

УДК 656.13

*Андреев К. П., к.т.н.,  
Горячкина И.Н., к.т.н.,  
Мелькумова Т.В.,  
Шемякин А.В., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЬ

Городской пассажирский транспорт играет огромную роль в транспортном обслуживании пассажиров в большинстве городов Российской Федерации. С увеличением автомобильного транспорта в городах приводит к снижению транспортной доступности населения. В этой связи, перспективным направлением является совершенствование городских маршрутных сетей, а также разработка проектов организации дорожного движения [1]. После того, как Республика Крым в 2014 г. вступила в состав Российской Федерации, прекратилось железнодорожное и автомобильное сообщение через Украину, в связи с этим, основное сообщение осуществляется посредством Керченской переправы и авиатранспортом. Несмотря на то, что после референдума прошел ни один год, государство оказывает многочисленную поддержку в развитии транспортного обслуживания населения, решение транспортных проблем все еще находится на низком уровне. В связи с этим, в первую очередь, неотъемлемой частью экономического благосостояния Крыма, конечно же, является туризм. Определив перспективные направления транспортной системы Крыма, необходимо спроектировать подъездные автомобильные дороги и железнодорожные пути, следует повысить качество обслуживания, усовершенствовать транспортную инфраструктуру, должны быть созданы максимальные удобства, особенно для пожилых пассажиров, семей с детьми [2].

Автомобильный транспорт в Крыму является самым востребованным. Более 100 миллионов человек перевозится каждый год, причем 52% пассажиров перевозится транспортом частных операторов. Начиная с 70-80-х годов прошлого века, на территории Республики практически не осуществлялось строительство новых автомобильных дорог и не реконструировались существующие. Учитывая, что межремонтные сроки от одного капитального ремонта до следующего должны составлять 18 лет, в условиях недостаточного выделения средств из государственного бюджета в Крыму было пропущено по 2-3 межремонтных срока по большинству

автомобильных дорог, но, несмотря на это, после воссоединения Республики с Российской Федерацией динамика пассажирских перевозок на полуостров из года в год растет.

На сегодняшний день перед перевозчиками стоит немало поставленных задач, решение которых сложно воплотить в жизнь. Это связано и с переходом на новое законодательство, и с отсутствием финансирования на развитие транспортной системы во времена Украины, и с наличием санкций.

Рассмотрим на примере столицы Республики Крым – города Симферополя основополагающие проблемы маршрутной сети (рисунок 1) [3,4].

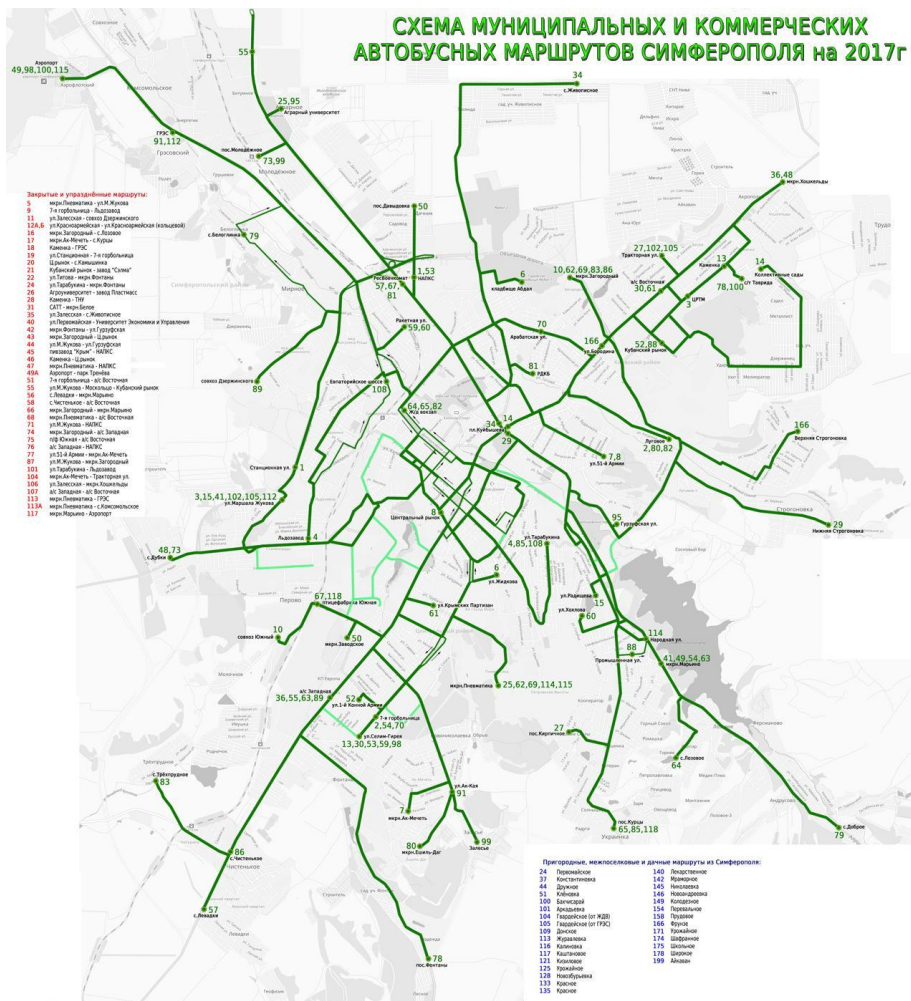


Рисунок 1 – Маршрутная сеть города Симферополь

1. Порядок организации регулярных перевозок, процедура конкурентного доступа до конца не соблюдены, до сих пор городские перевозчики осуществляют свою деятельность на основании временных договоров, что свидетельствует о не проведении конкурса и не соблюдении ст. 19 ФЗ-220 «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 13.07.2015 г., согласно которой «на каждое

транспортное средство, осуществляющее регулярные перевозки и предусмотренное государственным или муниципальным контрактом, допуском к осуществлению регулярных перевозок, выдается карта маршрута регулярных перевозок». Ведь благодаря картам маршрута возможно выявление: перевозчиков, не имеющих разрешений на работу на маршруте; несоответствия количества заявленных и фактически работающих транспортных единиц; нарушений периода действия разрешения; несоответствия заявленного и используемого типа подвижного состава по вместимости.

Порой количество транспортных средств на прибыльных маршрутах значительно отличается от заявленного перевозчиками в большую сторону, но реализации конкурса выдача свидетельства на право осуществления деятельности по нерегулируемым тарифам и заключение договоров на перевозки пассажиров по регулируемым тарифам с последующей выдачей карт маршрута даст возможность контролирующим органам воздействовать на нерадивых перевозчиков.

2. Следует доработать схемы маршрута с указанием опасных участков, указав в них не только начальный и конечный пункты, но и подробно расписать путь следования автобуса с подробным указанием движения в населенных пунктах и на объездных дорогах, что повысит безопасность дорожного движения, разгрузит улично-дорожную сеть.

Создание такой схемы позволит точно определить оптимальный объем перевозок, количество автобусов, осуществляющих эти перевозки, что способствует эффективному использованию подвижного состава. Следует рассчитать пассажиропотоки, типы подвижного состава, обслуживающего намечаемые линии, и их характеристики, изучить транспортную сеть – улицы города, по которым возможно движение автобусов, крупные пункты зарождения и погашения пассажиропотоков – вершины и соединяющие их участки улиц. Под пунктами зарождения и погашения пассажиропотоков обычно понимаются транспортные микрорайоны города.

Требуется определить такую схему автобусных маршрутов, чтобы суммарные затраты времени пассажирами на ожидание, проезд и пересадки были минимальными. При этом на решение могут быть наложены следующие ограничения: использование вместимости автобусов должно быть не ниже заданного коэффициента; интервал между отправлениями автобусов не может превышать заданной величины, различной для разных линий; протяжённость маршрута должна быть не меньше минимальной и не больше максимальной длины, которая заранее задается; маршруты не должны начинаться и заканчиваться в тех вершинах, которые не могут быть использованы для организации конечных пунктов маршрутов; другие ограничения, вытекающие из местных условий каждого конкретного города.

3. Предварять конкурсные процедуры на право работы в сфере пассажирских перевозок поможет оптимизация маршрутной сети Крыма, следует изучить маршрутную сеть, насколько эффективна существующая схема маршрутов научно – исследовательским методом путем специального

оборудования, накопить статистику, выявить пассажиропотоки, места «тяготения», дублирующие маршруты и дать предложения по маршрутной сети, расписанию, классу транспортных средств [5].

На данный момент в Республике Крым существует огромное количество городских, пригородных и междугородних маршрута, по которым осуществляют перевозки более ста перевозчиков, многие из них работают не легально без разрешения. Также главным недостатком маршрутной сети в г. Симферополь являются дублирующие, не рентабельные маршруты (рисунок 2). Если рассматривать пригородные и областные маршруты, то мы наблюдаем нехватку пассажирского транспорта для осуществления данных перевозок. Это связано с тем, что многие перевозчики отказываются работать на этих маршрутах, т.к. они не рентабельны и убыточны, в отличие от городских, и не пользуются популярностью у населения. Решать проблему пробовали с помощью пакетного предложения: на конкурс выставляли вместе два прибыльных и один убыточный маршрут, рассчитывая на то, что первые два перекроют убытки поездок, но это не привело к положительному эффекту [6].



Рисунок 2 – Картограмма дублирования маршрутов г. Симферополь

В 2016 г. был принят закон №220 «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты в РФ». Федеральный закон устанавливает правовые нормы организации межмуниципальных маршрутов, а межрегиональные на территории субъекта организует сам субъект. В частности, будут установлены ответственные за организацию автобусного сообщения между муниципальными центрами и районными образованиями, а также определены

правила создания и отмены межмуниципальных маршрутов. Помимо организации межмуниципального и муниципального сообщения и ведения реестра маршрутов, определен порядок проведения открытого конкурса для перевозчиков и единая нумерация маршрутов.

4. Осуществление перевозок льготных категорий населения. Данная проблема возникает из-за отказа водителей предоставления права на бесплатный проезд в общественном транспорте, хотя государство выплачивает перевозчику за это компенсацию, который в свою очередь выделяет водителю лишь малейшую часть из дотационных средств, требуя при этом ежедневного дохода в виде «плана», в связи, с чем и назревают постоянные конфликты между водителями и льготниками. Таким образом, пока чиновники и перевозчики не могут разрешить спорную ситуацию, льготники ждут от государства защиты своих прав.

Компенсация на их перевозку в бюджете Крыма предусмотрена в полном объеме, это более 1 миллиарда рублей. Чтобы получить эти деньги нужно подать определенный пакет документов, правильно их оформить и показать свои реальные доходы и количество перевезенных льготников. Неоднократно поднимались следующие вопросы для разрешения данной проблемы:

1) разделение дотационных денег между льготниками, но практика адресной денежной дотации в Крыму не прижилась, так как на прежней схеме предоставления льгот в виде бесплатного проезда в общественном транспорте настояли в первую очередь ветеранские организации и организации инвалидов Крыма. С учетом мнения общественности в Совете Министров Крыма и правительстве РФ пока решили оставить все как есть. По словам руководства управления по делам инвалидов и ветеранов Минтруда и соцзащиты Республики Крым, переход льготников на адресную денежную помощь в России проходил не так просто, как говорят перевозчики, и, когда субъекты РФ переходили на монетизацию, было много забастовок и демонстраций. Дабы избежать социальной напряженности, на уровне правительства РФ было принято решение о том, что в Республике Крым останутся меры социальной поддержки на проезд такие же, как и ранее, то есть человек заходит в транспорт, предъявляет льготное удостоверение и едет бесплатно. Если же ветеранские организации и организации инвалидов захотят, чтобы им выдавали адресную денежную помощь на проезд, конечно, это также может воплотиться в жизнь. Но пока будет действовать порядок возмещения компенсации, прописанный Советом министров Крыма. Перевозчик ежемесячно показывает свой доход, эту сумму дохода умножают на коэффициент, определенный совместной комиссией отдельно для каждого муниципального города и района. Написанная перевозчиком сумма к возмещению по мере поступления средств будет ему возвращена.

2) ввод валидаторов и турникетов в автобусах, которые считывают информацию с электронных проездных билетов льготников. Сейчас идет процедура их закупки, сначала ими оборудуют автобусы ГУПов, а потом дойдет и до частных перевозчиков. И, если оборудовать автобусы



считывающими устройствами, выйдет на свет реальная информация и оставить часть заработанных за день «левых» денег в своем кармане уже не получится. Устанавливать валидаторы нужно вместе с системой ГЛОНАСС, они в свою очередь покажут, что автобус на самом деле движется по маршруту.

3) увеличение стоимости проезда, но единой формулы расчетов по сей день не найдено, повышение тарифов считается необоснованным, поскольку качество перевозок оставляет желать лучшего. Лишь в 2014 г. была закуплена партия низкопольных автобусов российского производства, работающих на сжатом метане, по программе с Государственной Транспортной Лизинговой Компанией. Поступали предложения о приобретении партии «Богданов» и «Эталонов», но данный тип автобусов не соответствует российскому законодательству. Новый, современный автобусный парк должен быть оборудован тахографами, системой ГЛОНАСС/GPS, системой безопасности и управления подвижными объектами (Locatrans), государственной автоматизированной информационной системой «ЭРА-ГЛОНАСС», информационной системой о времени прибытия транспортного средства и о степени его заполнения по установленным на остановочных пунктах информационным табло, камерами видеонаблюдения, кондиционерами (рисунок 3). Учитывая географическое положение полуострова, требования комфортной температуры в салоне должны содержаться в типовых технических требованиях к автобусам [7,8].

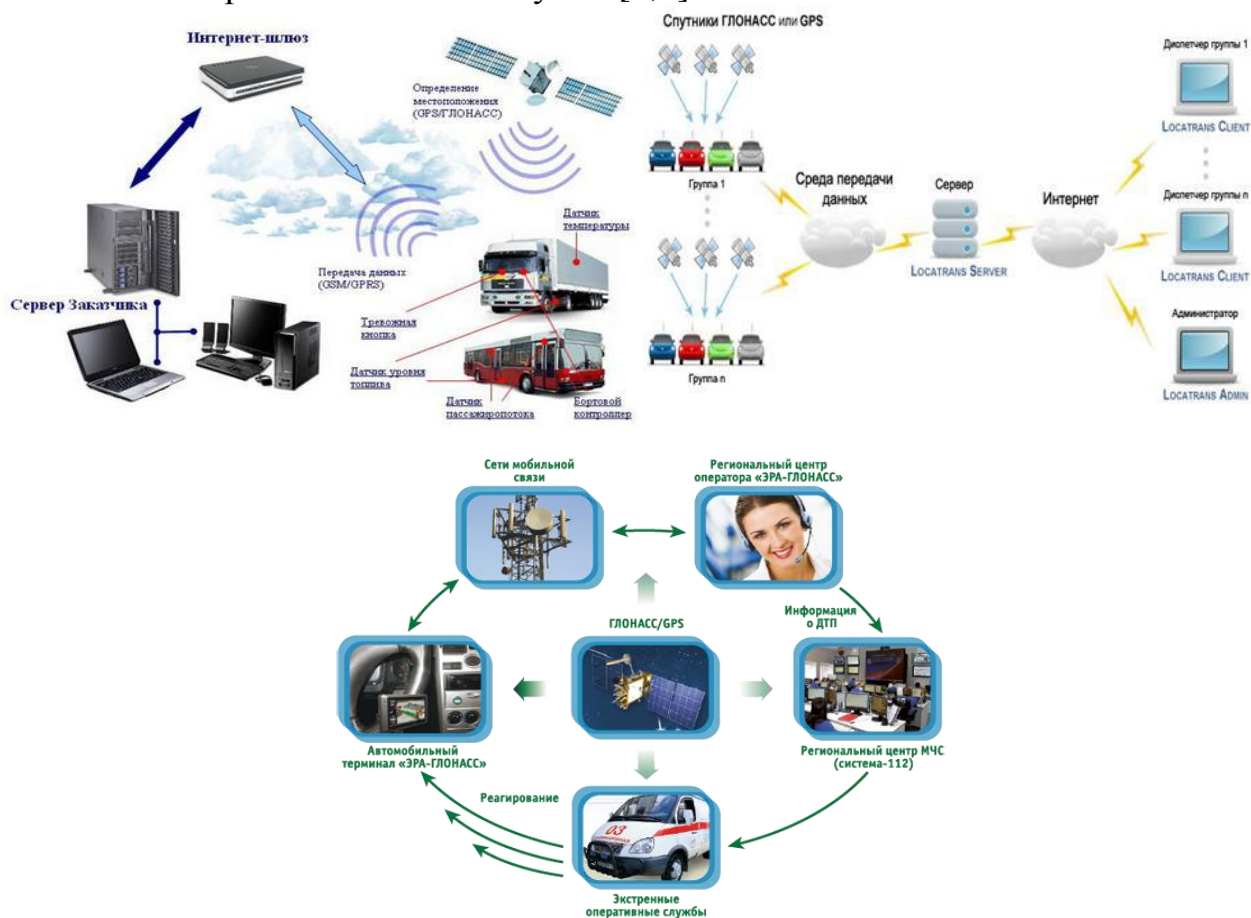


Рисунок 3 – Системы мониторинга пассажирского транспорта

Проведенный анализ показал, что хотя транспортная система Крыма в настоящее время имеет положительные сдвиги по улучшению качества обслуживания туристов и местного населения, говорить о полноценном развитии региона, как международного туристско-рекреационного центра с современной транспортной инфраструктурой, без реализации вышеуказанных пунктов пока не совсем возможно. При воплощении же программы мероприятий развития Республики, которая направлена на совершенствование региона до 2020 г. повысится качество предоставления транспортных услуг пассажирам [9,10].

Для реализации данных мероприятий необходимо [11]:

1. Обследование пассажиропотоков по направлениям, часам суток, дням недели, сезонам года;
2. разработка проектов организации безопасности дорожного движения и разгрузка улично-дорожной маршрутной сети;
3. Исследование провозной способности автомобильного пассажирского транспорта, которые задействованы на маршрутах;
4. Предъявление обоснованных требований к режиму труда и отдыха водителей;
5. Внедрение новейших систем мониторинга пассажирского транспорта.

#### ***Библиографический список.***

1. Андреев К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст] / К.П. Андреев // В сб.: EUROPEAN RESEARCH сборник статей победителей IX Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 42-44.
2. Андреев К.П. Пассажирские перевозки и оптимизация городской маршрутной сети [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15. № 6 (73). – С. 156-161.
3. Терентьев О.В. Методы исследования показателей транспортного процесса [Текст] / О.В. Терентьев, А.В. Старунский // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2018. № 2 (7). С. 88-94.
4. Киселев В.А. Оптимизация транспортной инфраструктуры городов [Текст] / В.А. Киселев, А.В. Шемякин, С.Д. Полищук, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Д.Г. Чурилов // Транспортное дело России. – 2018. – № 5. – С. 138-140.
5. Андреев К.П. Улучшение транспортной доступности городов [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Е.А. Матюнина, А.И. Павленко // В сб.: Новые технологии в учебном процессе и производства Материалы XVI межвузовской научно-технической конференции. Под ред. Платонова А.А., Бакулиной А.А.. – 2018. – С. 375-378.
6. Терентьев В.В. Моделирование загрузки транспортной сети [Текст] / В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Бюллетень транспортной информации. – 2017. – № 9. – С. 21-23.



7. Терентьев В.В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС" [Текст] / В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 5 (13). – С. 86-91.

8. Андреев К.П. Проведение мероприятий для повышения качества обслуживания пассажиров [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сборнике: Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2017 Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2017. – С. 33-35.

9. Коннычева Н.А. Методика оценки уровня качества автотранспортного обслуживания [Текст] / Н.А. Коннычева, А.Б. Мартынушкин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 6 (288). – С. 22-26.

10. Андреев К.П. Экономическое обоснование эффективности и качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом [Текст] / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.Н. Горячкина, Н.А. Коннычева, А.Б. Мартынушкин, Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, И.В. Федоскина // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Монография. – Курск. – 2019.

11. Андреев К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Научное обозрение. – 2017. – № 17. – С. 21-25.

**УДК 656.11**

*Горячкина И.Н., к.т.н.,  
Андреев К.П., к.т.н.,  
Мелькумова Т.В.,  
Шемякин А.В., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ**

Получение информации о дорожном движении осуществляется с целью решения различных задач. В их числе – изучение мобильности населения, выявление потребностей: развития общественного транспорта; расширения и реконструкции дорожной сети; снабжения, и многое другое. Здесь сбор информации о дорожном движении (транспортный мониторинг) рассматривается с точки зрения обеспечения нужд автоматической системы управления дорожным движением, и прежде всего – получения данных для оптимизации светофорного регулирования (рисунок 1). Для этих целей необходимы, прежде всего, знать: интенсивность, плотность и скорость

транспортного потока, с подразделением этих данных по полосам и направлениям, а в отдельных случаях – с учетом удаления от пересечения. Вопросы организации дорожного движения рассматриваются в работах [1-11].



Рисунок 1 – Перекресток со светофорным регулированием транспортного потока

Фиксацию количества транспортных средств можно производить несколькими способами [7]. Каждый из способов фиксации обладает своими особенностями, определяющими их применимость для решения поставленных задач. Самым эффективным является использование специализированных систем фиксации (рисунок 2), которыми в крупных городах оснащают значимые перекрестки. К сожалению, лишь очень малая доля перекрестков оснащена необходимым оборудованием [5] и детекторы дают лишь информацию о ситуации только в узком сечении, а не на протяженности всего перегона. Соответственно давая возможность исследования суточных, недельных и месячных циклов интенсивности движения стационарные специализированные детекторы не позволяют производить исследование процессов, приводящих к заторовым ситуациям, ввиду того что не наблюдают весь перегон в целом.

Зачастую исследуемый участок не оснащен специальными детекторами транспорта. Тогда самым часто используемым является ручной способ фиксации с использованием специальных протоколов. Процесс сбора данных осуществляют с пятнадцатиминутной периодичностью в течение всего периода подсчета, как правило, трех часов. Перед началом наблюдений отмечают время начала каждой пятнадцатой минуты. Затем запускают секундомер и начинают подсчет количества транспортных средств. В течение каждого временного интервала отмечают, с какого направления тот или иной автомобиль проследовал к перекрестку, а также направление движения.



Рисунок 2 – Фиксация интенсивности транспортного потока с помощью переносных детекторов

При использовании ручного метода подсчета интенсивности движения собираются недостаточно подробные данные. Натурные замеры обычно производят на небольшом количестве транспортных узлов и в короткий период времени. При этом невозможно определить точность и достоверность данного измерения в связи с использованием не сертифицированных методов подсчета.

Для снижения погрешностей, вызванных человеческим фактором, при ручном подсчете транспортных средств можно применять средства автоматизации подсчета, такие как универсальное счетно-запоминающее устройство (УСЗУ). Так же УСЗУ позволяет не только вести подсчет количества, но и фиксировать изменение интенсивности движения транспортных средств. Применение автоматизированных средств фиксации транспортных средств позволяет производить как исследования суточных, недельных и месячных циклов интенсивности движения, так и производить исследование процессов, приводящих к заторовым ситуациям. Для этого необходимо расположить операторов с приборами фиксации на всей протяженности перегона, с определенным интервалом между ними.

Для повышения точности измерений можно использовать автоматические средства фиксации – мобильные детекторы транспортных средств – такие как мобильный измерительный комплекс (МИК). МИК включает в себя комплект автономных синхронизированных (работающих в единой системе отсчета времени) ультразвуковых детекторов (УЗД) ближнего действия. Данная система применима для продолжительных исследований циклов изменения интенсивности движения транспортных средств, так и для подробного изучения

процессов ведущих к появлению заторовых ситуаций. Для этого детекторы, аналогично как и наблюдатели при ручном методе подсчета, располагаются на всей протяженности перегона, с определенным интервалом между ними. Единственным ограничением при применении МИК является дальность действия УЗД, вследствие чего МИК применим только для узких перегонов – одна полоса движения в каждую сторону. Для применения МИК на более широких дорогах (2 и более полос движения в каждую сторону) необходимо установить УЗД над дорогой на специальных неподвижных конструкциях, по одному на каждую полосу.

В случае когда на рассматриваемом перегоне необходимо провести подробное изучение процессов ведущих к появлению заторовых ситуаций, независимо от того какой способ фиксации был выбран (ручной, автоматизированный или автоматический) возникает необходимость выбора расстояния между точками фиксации транспортных средств (наблюдателями с протоколами, операторами УСЗУ или УЗД).

Расстояния между точками фиксации транспортных средств могут быть как равными на протяжении всего перегона, так и различными. Все точки фиксации должны быть нанесены на план исследуемого УДС, составленный на этапе изучения топологии, с указанием расстояний между ними и другими важными топологическими элементами.

Равные расстояния между точками фиксации упрощает дальнейшую обработку данных, но ввиду топологических особенностей придорожного пространства не всегда есть возможность выдержать равные участки. При расположении наблюдателей в первую очередь следует озаботиться их безопасностью, а так же соблюдением правил дорожного движения. Для повышения заметности наблюдателям следует надеть специальные жилеты. При использовании автоматических средств фиксации так же следует озаботиться их сохранностью.

При ручном или автоматизированном способе учета располагать точки фиксации ближе, чем 10 метров не рационально, ввиду достаточно высокой погрешности по времени фиксации. Для УЗД минимальное расстояние обусловлено длиной фиксируемых транспортных средств равно 5 метрам. Для всех способов фиксации максимальное расстояние ограничивается только размерами исследуемого перегона.

По завершении выбора точек фиксации можно переходить непосредственно к эксперименту. В соответствии с целями эксперимента производится необходимое количество замеров. По окончании каждого из замеров необходимо оформить протоколы с указанием времени и места проведения эксперимента, погодных условий и прочих факторов способных повлиять на результаты эксперимента. К протоколу прилагается топографический план УДС и протоколы фиксации ТС.

В случае применения УСЗУ в протокол заносят общие данные о количестве транспортных средств. Данные со съемных карт памяти УСЗУ и

УЗД необходимо скопировать и занести в базу данных эксперимента. Далее производится систематизация и анализ полученных данных.

Результаты, полученные ручным подсчетом с использованием протоколов так же рекомендуется представить в электронном виде с целью упрощения дальнейшей систематизации и анализа.

Для успешного проведения натурного эксперимента необходимо четко определить его цель. Определившись с целью эксперимента необходимо выбрать наиболее подходящий способ фиксации из доступных [7]. Далее следует исследовать и зафиксировать топографические особенности исследуемого УДС. Исходя из цели эксперимента, способа фиксации и топографии УДС выбираем расположение точек фиксации ТС.

При продолжительных исследованиях циклов изменения интенсивности движения транспортных средств достаточно расположить по 1-2 точки фиксации ТС на каждое направление каждого ответвления исследуемого пересечения.

При подробном изучении процессов ведущих к появлению заторовых ситуаций достаточно наблюдать одно направление на интересующем ответвлении пересечения. При этом точки фиксации ТС располагаются вдоль всего исследуемого перегона. В этом случае выбор расстояний между точками фиксации так же зависит от скорости и плотности транспортного потока на перегоне. Чем точнее надо отслеживать изменение скорости ТС, тем ближе стоит располагать точки фиксации. В зависимости от поставленных целей эксперимента, от топографических особенностей УДС и от характеристик транспортного потока частота расположения точек фиксации на протяжении перегона может быть различной.

При соблюдении всех указанных рекомендаций результат натурного эксперимента будет наиболее достоверен. Описанная процедура проведения натуральных исследований является наиболее простой и удобной, а так же применима для достижения различных целей эксперимента и с применением самого различного оборудования.

#### ***Библиографический список.***

1. Агуреев, И.Е. Исследование алгоритма светофорного регулирования перекрестка при различных параметрах транспортного потока [Текст] / И.Е. Агуреев, А.Ю. Кретов, И.Ю. Мацур // Известия Тульского государственного университета. Технические науки – Тула, 2013. – № 7-2. – С. 54-61.

2. Андреев, К.П. Пассажирские перевозки и оптимизация городской маршрутной сети [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15 – № 6 (73) – С. 156-161.

3. Андреев, К.П. Основные этапы подготовки проекта организации дорожного движения / К.П. Андреев, А.Ю. Свистунова, В.В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2018. – № 2 – С. 129-131.

4. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Научное обозрение – 2017. – № 17 – С. 21-25.

5. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – М., 2017. – № 8 – С. 6-9.

6. Андреев, К.П. Натурное обследование с помощью передвижной дорожной лаборатории [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. – 2018. – № 4 (274). – С. 16-19.

7. Евтеева, А.С. Обследование городской транспортной сети с применением измерительного комплекса [Текст] / А.С. Евтеева, К.П. Андреев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2018. – № 1 – С. 132-134.

8. Пышный, В.А. Разработка и использование методики прогнозирования эффективности функционирования автомобильной транспортной системы [Текст] / В.А. Пышный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки – Тула, 2015. – № 5-1. – С. 23-30.

9. Терентьев, В.В. Улучшения транспортного обслуживания населения [Текст] / В.В. Терентьев // Транспортное дело России – 2017. – № 4 – С. 91-92.

10. Терентьев, В.В. Мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения [Текст] / В.В. Терентьев, В.А. Киселев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин // Транспортное дело России. – 2018. – № 3 – С. 133-136.

11. Шемякин, А.В. Разработка проекта организации дорожного движения [Текст] / А.В. Шемякин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Д.С. Рябчиков, А.В. Марусин // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 2 – С. 254-257.

**УДК625.7.001.2:656.13**

*Терентьев В.В., к.т.н.*

*Горячкина И.Н., к.т.н.*

*Шемякин А.В., д.т.н.*

*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ**

В статье рассмотрена возможность применения компьютерного моделирования при оценке безопасности транспортных узлов. Приведено описание алгоритма действий при оценке новых транспортных узлов средствами компьютерного микромоделирования и автоматической оценке конфликтных ситуаций.

В последние десятилетия автомобильный парк в нашей стране постоянно увеличивается при этом кардинальных изменений в транспортной инфраструктуре не происходит. Данное обстоятельство привело к резкому



ухудшению ситуации с безопасностью дорожного движения, так как существует большой временной интервал между увеличением транспортных единиц и реконструкцией имеющейся сети дорог, строительством новых дорог, отвечающих современным транспортно-эксплуатационным характеристикам [1,2]. К негативным последствиям роста автомобильного парка также следует отнести усугубившиеся проблемы транспортной безопасности, снижение скорости транспортного потока в городах и перегруженность автомагистралей, увеличение экологической нагрузки на окружающую среду [3-8].

Проблема аварийности, связанная с автомобильным транспортом, в последнее время приобретает особую остроту в связи с несоответствием дорожно-транспортной инфраструктуры, потребностям общества и государства в безопасном дорожном движении, недостаточной эффективностью функционирования системы обеспечения безопасности дорожного движения и крайне низкой дисциплиной участников дорожного движения. Причиной дорожно-транспортных происшествий, как правило, являются ошибки водителей в прогнозировании дорожной обстановки и «поведения» транспортного средства в сложившейся ситуации. К сожалению, не существует приборов для определения параметров безопасности движения или степени риска. Достоверно оценить степень аварийности возможно только на основании статистики за несколько лет. Для прогнозирования параметров безопасности, а также сравнительного анализа вариантов, перспективным представляется путь, основанный на специальном анализе статистических данных, условий движения на предмет выявления характерных параметров безопасности.

Безопасность регулируемых перекрестков, кольцевых пересечений, развязок в разных уровнях и других транспортных узлов чаще всего оценивают путем отслеживания и статистического анализа сообщений о дорожно-транспортных происшествиях. Учитывая, что подобный подход позволяет снизить число и вероятность происшествий, он в свою очередь, предполагает наличие устойчивой статистики дорожно-транспортных происшествий и, следовательно, не применим для оценки безопасности новых проектов транспортных узлов, которые только вводятся в эксплуатацию. Соответственно, возникает ситуация, когда новый узел начинает свою работу, а спустя определенный период на нем, в связи с высоким количеством дорожно-транспортных происшествий начинают разрабатывать мероприятия по снижению аварийности. Это свидетельствует о необходимости выборочного подхода к строительству транспортных объектов и необходимости предварительного моделирования последствий их ввода в эксплуатацию.

Для этих целей была проведена работа по изучению методов и подходов к оценке безопасности транспортных узлов средствами компьютерного микромоделирования и автоматизированного учета конфликтных ситуаций.

На основании исследований было установлено, что наиболее подходящим инструментарием для оценки безопасности транспортных узлов является программный комплекс PTV VISSIM с возможностью экспорта траекторий движения транспортных средств в программное обеспечение Surrogate Safety

Assessment Model (SSAM). Чтобы оценить возможности и адекватность методологии SSAM, иностранные коллеги провели теоретическую проверку, анализ чувствительности гипотез о влиянии числа конфликтов, получаемых из SSAM на частоту ДТП в реальных условиях.

Анализ включал в себя 83 регулируемых пересечения. Узлы были смоделированы в системе PTV VISSIM и оценены с помощью программного обеспечения SSAM. Результаты анализа конфликтов на указанных пересечениях сравнивались с фактическими данными об авариях (источником данных были исторические записи о статистике ДТП в исследуемых узлах).

Данные о конфликтах пересечения полученные на основе микромоделирования и SSAM, были в значительной степени сопоставимы с данными о статистике ДТП на изучаемых узлах. В исследованиях отмечается, что степень корреляции имеет тесноту связи более 0,41.

Таким образом, чтобы оценить безопасность планируемого транспортного узла средствами SSAM, необходимо разработать и верифицировать имитационную микромодель будущего пересечения.

Авторами статьи были разработаны микроскопические модели узлов в виде кольцевой развязки в одном уровне и развязки в разных уровнях. Задачей исследования являлось получение сравнительных данных о прогнозируемом уровне безопасности указанных транспортных узлов до реализации мероприятий по их строительству.

На рисунке 1 представлен транспортный узел в виде кольцевого пересечения в среде PTV VISSIM.



Рисунок 1 – Узел в виде кольцевого пересечения в среде PTVVISSIM

На рисунке 2 представлен транспортный узел в виде развязки в разных уровнях.





Рисунок 2 – Транспортная развязка в разных уровнях

Полученные компьютерные модели микроуровня были запущены несколько раз с различными стартовыми числами, это связано с тем, что получаемые траектории движения транспортных средств в микросимуляционных моделях имеют стохастический характер в силу отсутствия изначальной детерминированности таких моделей. В связи с этим следует проводить дополнительные запуски симуляций.

Далее, после каждого этапа симуляции были получены так называемые TRJ-файлы, соответствующие расширению имени trj. Затем была использована программное обеспечение SSAM в качестве системы для постпроцессинга полученных TRJ-файлов.

SSAM анализирует взаимодействие между транспортными средствами для выявления конфликтов и каталогов во время всего периода имитации. Для каждого такого события SSAM также вычисляет несколько параметров:

- минимальное время для столкновения;
- минимальное расстояние до столкновения;
- начальная скорость торможения;
- максимальная скорость торможения;
- максимальная скорость;
- максимальный дифференциал скорости и пр.

Выходными файлами являются:

- таблица всех типов конфликтов;
- сводка всех типов конфликтов;
- визуализация всех конфликтов в виде схем и тепловых карт.

В таблице 1 представлены результаты сравнительного анализа, полученные при оценке будущих транспортных узлов.

Таблица 1 – Результаты сравнительного анализа, полученные при оценке будущих транспортных узлов

п/п	Тип узла	Количество конфликтов с $t_{\min1}$ ( $\leq 0,5$ секунд)	Количество конфликтов с $t_{\min2}$ ( $\leq 1$ секунда)	Количество конфликтов с $t_{\min1}$ ( $\leq 1,5$ секунды)
	Кольцевое пересечение	654	982	1309
	Развязка в разных уровнях	256	341	426

В таблице  $t_{\min1}$ ,  $t_{\min2}$ ,  $t_{\min3}$  время до столкновения.

Таким образом, в рамках компьютерного моделирования безопасности работы пересечений на основе анализа траекторий движения транспортных средств были установлены параметры будущей конфликтности планируемых узлов. Из исследования установлено, что транспортная развязка в разных уровнях более безопасна, чем предлагаемая форма кольцевого пересечения. Результаты анализа количества конфликтов разной сложности представлены в таблице 1.

Программный комплекс SSAM предоставляет новый способ оценки безопасности транспортных узлов с использованием популярного программного обеспечения для микросимуляции PTV VISION VISSIM. Этот подход позволяет не дожидаться появления мест концентрации ДТП, а оценивать гипотетические конструкции и альтернативные варианты планировки узлов, где традиционные, статистические модели оценки вероятности ДТП применить не представляется возможным. Исследования в этой области продолжаются, и по мере улучшения имитационных моделей и видеотехнологий распознавания траекторий движения транспортных средств этот метод, будет использоваться специалистами в проектах комплексных схем организации дорожного движения и целевых программах по совершенствованию безопасности дорожного движения.

### ***Библиографический список.***

1. Андреев, К.П. Повышение безопасности дорожного движения / К.П. Андреев, С.С. Молотов, В.В. Терентьев // В сб.: Проблемы функционирования систем транспорта. Материалы Международной науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – С. 12-18.
2. Андреев, К.П. Улучшение транспортной инфраструктуры города Рязани [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Перспективное развитие науки, техники и технологий Сборник научных статей VII-ой Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 13-16.
3. Андреев, К.П. Моделирование при оптимизации городского пассажирского транспорта в макроскопической модели [Текст] / К.П. Андреев, Е.С. Дерр, И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, Д.С. Рябчиков, А.В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. – 2018. – № 12 (282). – С. 28-34.

4. Киселев, В.А. Оптимизация транспортной инфраструктуры городов [Текст] / В.А. Киселев, А.В. Шемякин, С.Д. Полищук, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Д.Г. Чурилов // Транспортное дело России. – 2018. – № 5. – С. 138-140.

5. Свистунова, А.Ю. Анализ состояния транспортной отрасли в городах [Текст] / А.Ю. Свистунова, В.В. Терентьев // В сб.: Прогрессивные технологии и процессы Сборник научных статей 4-й Международной молодежной научно-практической конференции. – Курск, 2017. – С. 165-168.

6. Свистунова, А.Ю. Обзор программного обеспечения для имитационного моделирования [Текст] / А.Ю. Свистунова, В.В. Терентьев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 83-88.

7. Терентьев, В.В. Оформление проекта организации дорожного движения [Текст] / В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин, А.Ю. Свистунова, Д.С. Рябчиков // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – № 3. – С. 79-86.

8. Шемякин, А.В. Разработка проекта организации дорожного движения [Текст] / А.В. Шемякин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Д.С. Рябчиков, А.В. Марусин // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 2 – С. 254-257.

**УДК 631.372**

*Филькин Н.М., д.т.н.,*

*ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, РФ*

*Шаихов Р.Ф., к.т.н.,*

*ФГБОУ ВО «ПГАТУ имени академика Д.Н. Прянишникова», г. Ижевск, РФ*

## **ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Современные тепличные комплексы представляют собой промышленные предприятия, предназначенные для производства разнообразной сельскохозяйственной продукции (овощи, цветы, грибы, рассада для высаживания в открытый грунт и др.), базирующие на принципах интенсивного производства с высокой степенью автоматизации и механизации технологии производственных процессов выращивания.

Технология производственного процесса выращивания в тепличных комплексах сельскохозяйственной продукции должна предусматривать организационно-технические вопросы, направленные на наиболее глубокую механизацию работ, таких как:

- подготовительные работы (текущий тепличный ремонт; приготовление почвенных смесей; стерилизация, замена, разравнивание и обработка почвы; доставка и предпосевное внесение удобрений и других материалов);

- выращивание урожая (посев семян и высадка рассады; текущий уход за

растениями, включая полив, подкормку и защиту от болезней);

- сбор и транспортировка выращенной продукции и растительных остатков.

Транспортная техника для обеспечения внутрихозяйственных перевозок в агропромышленном комплексе непрерывно совершенствуется [1]. Для механизации транспортно-технологических работ в тепличных комплексах в настоящее время, как правило, применяют сельскохозяйственные, строительно-дорожные машины общего назначения и стандартное для этих машин навесное оборудование.

В соответствии с Правилами по охране труда в сельском хозяйстве «Для механизации погрузочно-разгрузочных работ, транспортных и технологических операций в теплицах при заготовке грунта, планировке, приготовлении почвенной смеси, дроблении, смешивании и внесении минеральных удобрений следует использовать машины, механизмы и агрегаты, оборудованные специальными приспособлениями, исключающими загрязнение воздушной среды вредными выбросами и токсичными газами» [2], что сложно обеспечить в теплицах, применяя сельскохозяйственные и строительно-дорожные машины общего назначения.

Предлагается для механизации транспортно-технологических работ в тепличных комплексах использовать разработанную ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» и АО «Сарапульский электрогенераторный завод» унифицированную машину технологического электротранспорта (УМТЭТ) [3,4], выпуск которой начинается в текущем году.

Разработанная УМТЭТ предназначена для транспортировки грузов россыпью, навалом и т.п., для применения УМТЭТ в качестве тягача прицепов и в качестве унифицированного шасси для выполнения различных видов работ (использованы стандартные навесные устройства для различных видов передне- и задненавесного оборудования) в цехах на предприятиях машиностроительной отрасли, легкой и пищевой промышленности, в предприятиях жилищно-коммунальной и строительной отраслях и в других организациях. Созданные варианты исполнения УМТЭТ представлены на рисунке 1.

Основные технические параметры разработанной машины технологического электротранспорта:

- габаритные размеры УМТЭТ, мм – не более 3400x1300;
- высота грузовой платформы, мм – не более 800;
- длина грузовой платформы, мм – не менее 2100;
- ширина грузовой платформы, мм – не менее 1300;
- масса снаряженной УМТЭТ – 1500 кг, не более;
- масса УМТЭТ без аккумуляторной батареи, кг – не более 900;
- внешний радиус поворота, мм – не более 2900;
- клиренс, мм – не менее 140.

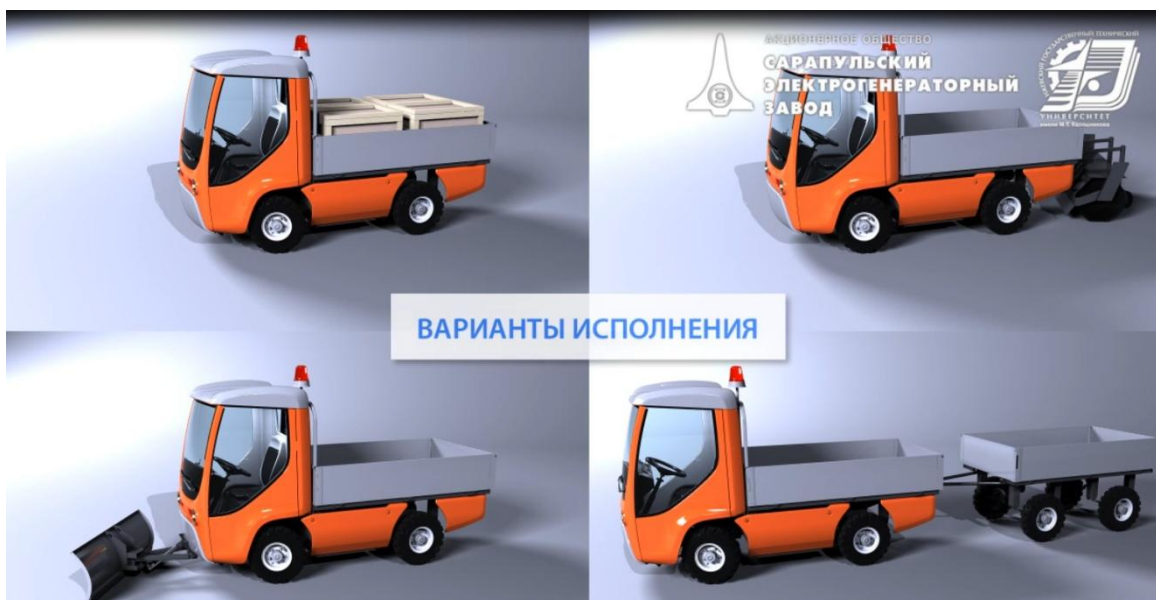


Рисунок 1 – Варианты исполнения УМТЭТ

Положительными факторами применения УМТЭТ в качестве базовой машины механизации транспортно-технологических работ в тепличных комплексах являются: отсутствие выбросов токсичных веществ, влияющих на загрязнение окружающей среды и на здоровье работников тепличного комплекса; выполнение транспортных работ на ограниченных площадях, что связано с возможными передвижениями по узким коридорам (проездам) и на небольших площадях; высокая маневренность машины; бесшумность работы машины; способность транспортировать грузы до 3000 кг на грузовой платформе УМТЭТ (дополнительно к грузам на прицепах и полуприцепах); высокие технико-экономические показатели при выполнении транспортных работ в сравнении с машинами, оборудованными тепловыми двигателями.

Опытные образцы УМТЭТ электротележка, электротягач (Рисунок 2) и УМТЭТ для уборки территорий парков, дворов (впереди ковш-отвал, сзади роторная щетка) прошли приемочные испытания, по результатам которых принято решения о постановке УМТЭТ на производство.



Рисунок 2 – Опытные модели УМТЭТ электротележка и электротягач

Публикация подготовлена в рамках работ по проекту 15.06.01/18ФНМ «Колесные и гусеничные машины», реализуемому на основании Приказа ректора ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова от 29 декабря 2018 г. № 1493 «О грантовой поддержке приоритетных исследований ученых ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

### ***Библиографический список***

1. Успенский, И.А. Перспективы развития транспортной техники для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции в агропромышленном комплексе [Текст]/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.А. Жуков и др. – Рязань: Издательство ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. – 349 с.
2. Правила по охране труда в сельском хозяйстве (Приказ Минтруда РФ от 25.02.2016 № 76н).
3. Коршунов, А.И. Системные подходы в конструировании и дизайн-проектировании унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ) [Текст]/ А.И. Коршунов, Р.С. Музафаров, М.А. Плетнев и др.// Интеллектуальные системы в производстве: Период. науч.-практ. журнал Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова. – Вып. 2 (23). – Ижевск: ИжГТУ, 2016. – С. 40-47.
4. Филькин, Н.М. Разработка унифицированной платформы напольного электротранспорта [Текст]/ Н.М. Филькин, Р.С. Музафаров, А.Ф. Мкртчян и др.// Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова: Науч.-теорет. журнал. – Том 20, № 3. – Ижевск: ИжГТУ, 2017. – С. 41-42.

**УДК 656.025.2**

*Юхин И.А., д.т.н.,  
Волченкова В.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Рябчиков Д.С.  
ПФП «Квантекс»*

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ИЗУЧЕНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ**

Роль транспорта в сельскохозяйственном производстве значительна. Он является связующим звеном в технологической цепи агропромышленного комплекса Российской Федерации (АПК РФ). Развитие сельскохозяйственного производства неизбежно влечет за собой возрастание объема перевозок [1, 2, 3].

На внутрихозяйственных перевозках в АПК РФ вместе с автомобилями широко используется тракторный транспорт. Удельный вес перевозок тракторным транспортом в отечественном сельском хозяйстве составляет 22-27% от общего объема транспортных перевозок и 50-60% объема внутрихозяйственных перевозок [4, 5, 6, 7].



Одним из ключевых факторов при создании комплексных программ развития территорий должно быть транспортное планирование для сокращения объёмов финансирования и возможности дальнейшего роста территориального образования [8]. Ведь именно из-за недостаточно уделенного внимания данной проблеме при застройке новых районов и городов в целом мы пришли к ежедневным коллапсам и заторам на дорогах городов, особенно в мегаполисах. Данная проблема так же ставит под вопрос возможность экономически оправданного развития городов, реконструкцию и расширение транспортной сети в средне - и долгосрочном периоде [9].

Создание комплексной модели оптимальной системы общественного транспорта возможно в рамках перспективного развития любого города в пространстве. В основе данной модели должны быть современные инновационные научные методы, которые обеспечат комплексный подход к решению проблем, возникающих в транспортном обслуживании населения.

Изучение существующего положения дел уделяется первым шагом к решению транспортной проблемы. Матрица корреспонденции и эпюры распределения пассажиропотока по времени суток, дням недели и месяцам - наиболее полно могут отразить состояние вопроса в сфере организации перевозок пассажиров.

Для проведения статистического обследования пассажиропотоков и получения действительной картины перемещения пассажиров на общественном транспорте необходимо выбрать период с наиболее устойчивыми пассажиропотоками. Например, для осенне-зимнего периода таким периодом может быть промежуток времени с 15 октября по 15 декабря, за исключением праздничных дней.

Существуют различные методы, используемые при обследовании пассажирских перевозок и транспортной подвижности населения. Наиболее распространены анкетный, талонный, табличный и визуальный.

*Табличный метод* основывается на учёте пассажиров специальными людьми - учётчиками, которые могут находиться как в самом транспорте, так и на остановочных пунктах общественного пассажирского транспорта (ОПОПТ). Учётчики производят записи, учитывающие движения пассажиропотоков в специальных таблицах различными способами, но в основном путём опроса пассажиров. Учётчики на ОПОПТ производят опрос пассажиров о пути следования, пересадках на другие виды транспорта, отмечая ответы в соответствующих графах таблиц. Учётчики, находящиеся в пассажирском транспорте могут действовать двумя способами: учитывают число вошедших пассажиров и проводят и вошедших и вышедших пассажиров на каждой ОПОПТ. Далее проводится подсчёт любым из учётчиков. Трудоёмкость данного метода может быть значительно снижена за счёт использования специальных автоматических устройств (датчиков), подсчитывающих количество вошедших и вышедших пассажиров, установленных на каждом транспортном средстве.

*Визуальный (глазомерный) метод* применяется с целью оперативного определения степени наполненности транспортных средств, работающих на линии, и мощности пассажиропотока на пассажиронапряженных участках маршрутов по часам суток в конкретные дни недели. Данную оценку вместимости подвижного состава могут осуществлять не только находящиеся на остановках учётчики, фиксирующие количество входящих и выходящих пассажиров, но и водители с кондукторами самих транспортных средств.

Для данного метода чаще всего применяется бальная шкала оценки использования вместимости подвижного состава, так же называемая «силуэтной». Для примера выберем шести балльную систему оценки, каждому баллу которой соответствует свой силуэт салона транспортного средства:

- 6 баллов - вместимость предельная, что соответствует более 5 пассажиров на 1 м<sup>2</sup> свободной площади пола транспортного средства при полностью занятых местах для сидения;
- 5 баллов - вместимость нормативная, что соответствует 5 пассажиров/м<sup>2</sup> при полностью занятых местах для сидения;
- 4 балла - около половины нормативной вместимости, что соответствует 2 - 3 пассажира/ м<sup>2</sup> при полностью занятых местах для сидения;
- 3 балла - 100% заполнение мест для сидения (при условии отсутствия стоящих пассажиров);
- 2 балла - заполнение около 2/3 мест для сидения (при условии отсутствия стоящих пассажиров);
- 1 балл - заполнение около 1/3 мест для сидения (при условии отсутствия стоящих пассажиров).

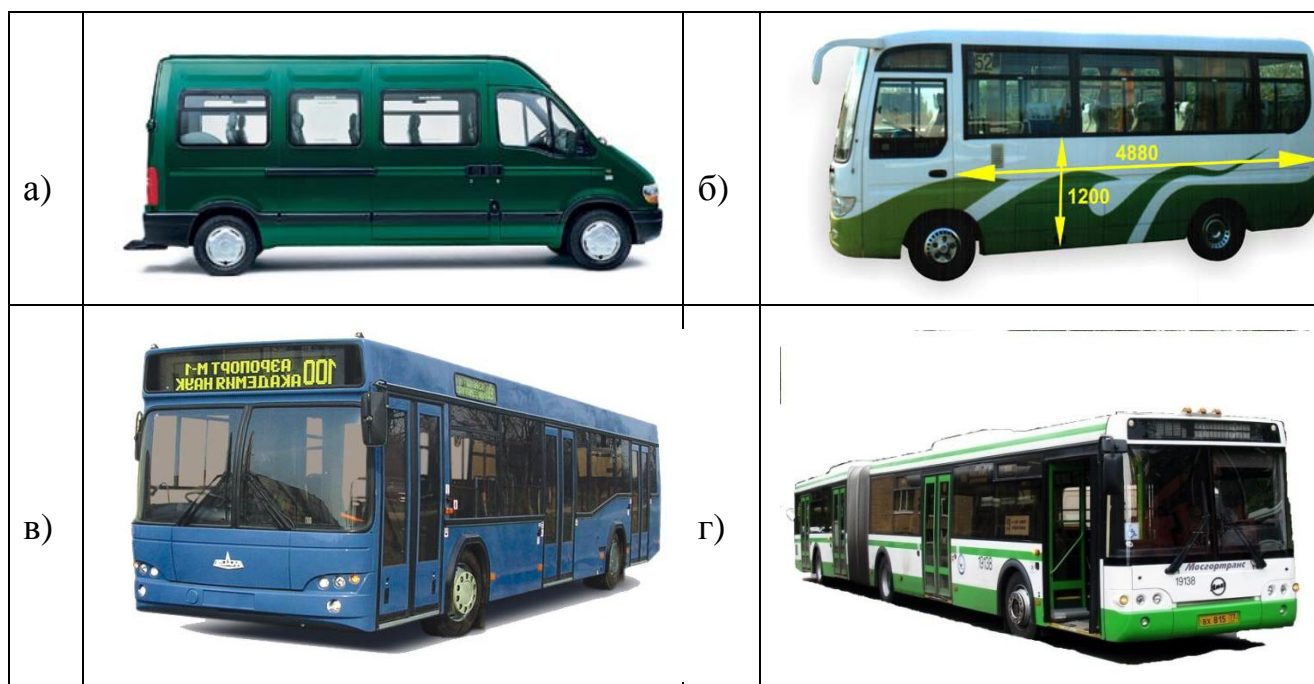


Рисунок 1 – Классификация автобусов по вместимости



- а) автобус малой вместимости (микроавтобус) (число мест для сидения 10 - 25; полная вместимость до 30 пассажиров);
- б) автобус средней вместимости (число мест для сидения 26 - 35, полная вместимость до 60 пассажиров);
- в) автобус большой вместимости (число мест для сидения 36 - 45, полная вместимость до 100 пассажиров);
- г) автобус особо большой вместимости (число мест для сидения более 45, полная вместимость до 150 пассажиров).

Результатом обследования является изменение количества транспортных средств (при необходимости), работающих на линии, и изменения расписания в зависимости от времени суток и дней недели.

Выбор метода обследования производится исключительно исходя из цели и задач проводимого исследования, наличия денежных средств и количества привлекаемых трудовых ресурсов для получения данных и их обработки.

Часто наиболее выгодным и эффективным методом является комбинированный метод. Особенно если одновременно будут обследоваться городские и пригородные перевозки пассажиров.

При данном исследовании, возможно, некоторое упрощение балльной системы

- 1 балл – есть свободные места для сидения;
- 2 балла – все места для сидения заняты;
- 3 балла – все места для сидения заняты, часть пассажиров стоит в салоне;
- 4 балла – автобус заполнен, пассажиры ещё могут заходить;
- 5 баллов – автобус заполнен, часть пассажиров остаётся на остановке

Таблица 1 – Обследования пассажиропотока

Время начала обсчета _____, Остановка _____,						
Фамилия _____						
Время	№ маршрута	Тип автобуса	Вошло	Вышло	Наполнение ТС	Количество оставшихся на остановке

Представленная выше методика позволяет эффективно проводить исследование транспортной системы города, которое позволит построить достоверную транспортную модель общественного транспорта, включающую все существующие полученные данные и маршруты общественного пассажирского транспорта, с использованием транспортной модели и оценок модели спроса и предложения на общественный транспорт на основе матрицы трудовых корреспонденций города и ближайших пригородов

На базе полученной модели будет возможно рассчитать

пассажиропотоки существующей сети городского общественного транспорта и соотношение объемов перевозок его отдельных видов. Появится возможность привести общие показатели сети общественного транспорта города и выработать интегральные критерии оценки оптимальности системы общественного транспорта, а так же провести расчет себестоимости и рентабельности каждого маршрута и сформировать предложения по оптимизации маршрутной сети, позволяющие минимизировать временные затраты пассажиров на перемещение в общественном транспорте с учетом реальных нагрузок на транспортную систему [10].

### *Библиографический список*

1. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И. А. Юхин и др // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 475 – 486. – IDA [article ID]: 0781204041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/41.pdf>, 0,75 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,266.

2. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович 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>, 0,688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,266.

3. Успенский И.А. К вопросу транспортирования сельскохозяйственных грузов по различным технологическим схемам / И.А. Успенский, И.А. Юхин, В.А. Волченкова. // В сборнике: Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. Материалы международной научно-практической конференции. – 2018. – с. 301-305.

4. Универсальное транспортное средство для перевозки продукции растениеводства / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А.Юхин // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина. - 2013 - с. 241-244.

5. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции / Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса Пенза, 18-20 ноября 2009 г. II Международная научно-производственная конференция . - 2009 - с. 111-113

6. Обзор разработок в области сохранения качества яблок при перевозке контейнерным способом / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета. - 2017. - № 133. - С. 1280-1299.

7. Анализ современного состояния и перспективы развития техники для внутрихозяйственных перевозок / И.А. Успенский, А.А. Симдянкин, И.А. Юхин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". - 2016. - С. 202-207.

8. Успенский И. А. Особенности оперативного планирования, организации и управления перевозками пассажиров на пригородных маршрутах / И.А. Успенский, Н.В. Бышов, Д.С. Рябчиков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. По материалам научно-практической конференции. Рязань, - 2006. – с. 426-429

9. Транспортная инфраструктура / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Технология транспортных процессов" по профилям "Организация перевозок на автомобильном транспорте" и "Организация безопасности движения" / Рязань, - 2012. – с. 234.

10. Разработка методики и создание модели расчета транспортного спроса для транспортных и пассажирских перемещений / А.Н. Зацепин, П.В. Логинов, Д.С. Рябчиков и др // Транспортное дело России – 2018 - №6

11. Андреев К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети [Текст] / К.П.Андреев, В.В.Терентьев //Научное обозрение. – 2017. –№ 17. –С. 21-25.

12. Андреев К.П. Пассажирские перевозки и оптимизация городской маршрутной сети [Текст] / К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15. № 6 (73). – С. 156-161.

## Секция 7

# СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 69.04

*Бакулина А.А., к.т.н.*

*Гвоздев С.В.,*

*Маношкина Г.В.*

*РИ(ф) ФГБОУ ВО МПУ, г. Рязань, РФ*

## НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ «КОНСТРУКЦИЯ – ОСНОВАНИЕ» ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Проблема проектирования зданий и сооружений без учета совместной работы конструкций здания и грунтового основания, становится все более актуальной.

Следствием не учета совместной работы конструкций здания и грунтового основания могут стать:

- искривление стен и появление трещин (при неравномерной осадке фундамента);
- развитие крена (при продольном крене отдельных частей сооружения осадочные швы могут закрываться либо раскрываться);
- значительные смещения конструкций, которые ограждают массив грунта или заделаны в него;
- выпор грунта, сопровождающийся большой осадкой фундамента [2].

Точность определения нагрузки на грунт и его поведения является залогом безопасности и надежности проектируемых зданий и сооружений. Решение данного вопроса заключается в предотвращении появления начального локального разрушения, влекущего за собой полное разрушение конструкции или разрушение большей её части.

Под прогрессирующим обрушением понимается «последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего сооружения или его частей вследствие локального повреждения» [3].

Возникновение аварийных деформаций, как правило, связаны с неравномерным деформированием грунтового основания, что приводит к риску возникновения прогрессирующего обрушения.

При появлении локальных повреждений сооружения необходимо принять меры направленные на усиления основания, которые повышают надежность системы «основание-фундамент-здание». Основным средством укрепления

основания являются разные виды закрепления грунтов. Для усиления оснований используют: шпунтовые стенки, для предупреждения потери устойчивости основания; для защиты фундаментов от грунтовых вод и подтоплений используют противодиффузионный завес и пр.

В первую очередь, при деформации грунтового основания, повреждаются фундаменты. Для укрепления тела фундамента проводят следующие мероприятия: уширения опорной части фундамента, укрепление фундамента химическими составами или железобетонной обоймой, передача части нагрузки с фундамента на сваи. Существует также множество способов усиления надземной части здания.

Согласно п. 3.5. стандарта [3], при аварийных воздействиях надежность строительных конструкций следует обеспечивать за счет одного или нескольких мероприятий, включающих в себя:

- предупреждение, исключение или снижение опасности разрушения строительных объектов и, в первую очередь, их несущих элементов;
- выбор материалов и конструктивных решений каркаса здания, которые при аварийном выходе из строя или локальном повреждении отдельных несущих элементов не ведут к прогрессирующему разрушению сооружения;
- использование комплекса специальных организационных мероприятий, обеспечивающих ограничение и контроль доступа к основным несущим конструкциям сооружения.

Проблемы увеличения нагрузок на грунтовое основание, возникла в 60-х годах в результате появления зданий повышенной этажности. Именно тогда появились первые проблемы проектирования оснований. Современные нормы проектирования основаны на советских нормах и не отвечают всем требованиям. В строительном проектировании не существует алгоритма проектирования зданий и сооружений защищенных от прогрессирующего обрушения [4]. Сегодня существует множество современных программных комплексов (LIRA, SCAD, STARK ES и др), которые выполняют сложные расчеты строительных конструкций, учитывая при этом разнообразные нагрузки. Главным минусом всех программных комплексов является невозможность объединенного расчета системы. При проектировании приходится разбивать расчет на две части: «основание + фундамент» и «фундамент + здание». Точность результатов расчета далека от идеальной и вызывает множество вопросов у проектировщиков. Такие программные комплексы как PLAXIS 2D, MIDAS GTS и т.д., дают наиболее точные, близкие к реальным значения параметров (осадка, глубина сжимаемой толщи).

Вследствие постоянного роста этажности зданий и размеров зданий в плане возникают все новые проблемы при строительстве и проектировании оснований и фундаментов высотных зданий. Увеличение этажности приводит к увеличению напряженно-деформированного состояния основания и изменениям в работе здания в целом. Нагрузка на фундаменты от высотных зданий передается на основания, не обладающие достаточной прочностью и

деформационными характеристиками. Роль основания в системе «конструкция здания и основание» увеличивается с каждым годом.

Постоянное совершенствование компьютерной техники позволяет строить все более детализированные модели сооружений и способствует все более широкому распространению решения задач в нелинейной постановке. Оценка корректности расчетных моделей, проверка результатов компьютерных расчетов, искусство интерпретации полученных результатов — одна из центральных проблем не только расчетов на прогрессирующее обрушение, но и всего строительства в целом. В работе над этими проблемами принимают участие и проектные и научно-исследовательские институты и разработчики современных расчетных программ, что способствует постоянному совершенствованию программных комплексов [5].

В связи с постоянно растущим числом аварий, вызывающих непропорциональное разрушение зданий, существует необходимость в точных расчетных алгоритмах, новых надежных и экономически целесообразных методах конструктивного усиления несущего каркаса здания, четкой законодательной регламентации проектирования и расчета с учетом возможных запредельных воздействий.

#### ***Библиографический список***

1. Лепешкина, Д.О. Прогрессирующее обрушение зданий и сооружений // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LXI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 1(60). URL: [https://sibac.info/archive/technic/1\(60\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/1(60).pdf) (дата обращения: 15.02.2019)

2. Винтер, А.В., Мезенцев, В.В. Особенности учета совместной работы конструкций здания и грунтового основания при проектировании в сложных грунтовых условиях // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XXXVIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 9(38).

3. Буслов, А.С., Зехниев, Ф.Ф. и др. К вопросу о влиянии поперечного сечения горизонтально нагруженной сваи на суммарные величины бокового отпора и трения грунта. Буслов А.С., Зехниев Ф.Ф., Бакулина А.А., Моховиков Е.С., Монахов И.А. Вестник НИЦ Строительство. 2017. № 2 (13). С. 155-166.

4. Бурмина, Е.Н., Бакулина, А.А. Особенности расчета фундамента на забивных и буронабивных сваях с учетом мягкопластичного повышенной сжимаемости слоя грунта с использованием ПК "BASE". Бурмина Е.Н., Бакулина А.А. В сборнике: Новые технологии в учебном процессе и производства // Материалы XVI межвузовской научно-технической конференции. Под ред. Платонова А.А., Бакулиной А.А. 2018. С. 284-287.

5. Бурмина, Е.Н., Бакулина, А.А., Шешенев, Н.В. Моделирование оползневых эффектов. Бурмина Е.Н., Бакулина А.А., Шешенев Н.В. Вестник Политеха. 2018. № 1 (1). С. 17-20.

6. краткая общая характеристика региональных оползней и основные факторы оползневых процессов/Е.Н. Бурмина, А.А. Бакулина, Н.А.

Суворова//Сб.: Наука и образование XXI века. Материалы X Международной научно-практической конференции. -Рязань: Издательство: Автономная некоммерческая организация высшего образования "Современный технический университет", 2016. -183 с., С. 97-100.

7. Бурмина, Е.Н., Бакулина, А.А., Суворова, Н.А. Выбор расчетных моделей потока в зависимости от динамики оползня/в сборнике: принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве// Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Рязань, 2017. С. 70-74.

**УДК 631.6**

*Борычев С.Н., д.т.н.,  
Гаврилина О.П., к.т.н.,  
Колошеин Д.В., к.т.н.,  
Маслова Л.А.,  
Суздаева Г.Ф., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕЛИОРАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РФ**

Земли сельскохозяйственного назначения предназначены для нужд сельского хозяйства. Эти земли выступают как основные средства производства продуктов питания, сырья, кормов скота и имеют особый правовой режим, а также подлежат охране. В РФ сельскохозяйственные земли распределяются неравномерно (рисунок 1) [1].

Мелиорацию сельскохозяйственных земель относят к наиболее распространённой деятельности человека по обустройству природных ландшафтов. Это объясняется недостатком пригодных сельскохозяйственных земель из-за неблагоприятных природных условий и роста населения.

Улучшение природных условий достигается регулированием теплового, воздушного и водного режимов. К мелиоративным мероприятиям можно отнести: снегонакопление, сидерация, удаление камней, насаждение лесозащитных полос, внесение органических и минеральных удобрений, осушение и орошение.

На орошаемые земли приходится свыше 40% мирового производства продовольствия и больше 66% зерна. Лидирующими странами в этом направлении являются США, Китай, Индия и другие. Большое значение мелиорация имеет и в РФ. В России мелиорированные земли составляют 6,2% площади пашни, но дают больше трети всей продукции, а именно: 25% кормов, 20 % зерна кукурузы, 70 % овощей. В Нечерноземной зоне мелиорировано около 9 % пахотных земель, но они дают урожай в 4 раза выше, чем на обычных землях [2]. В РФ мелиорацию можно поделить на несколько видов

(рисунок 2) [3], так на рисунке один показано деление на виды мелиорации по регионам РФ.

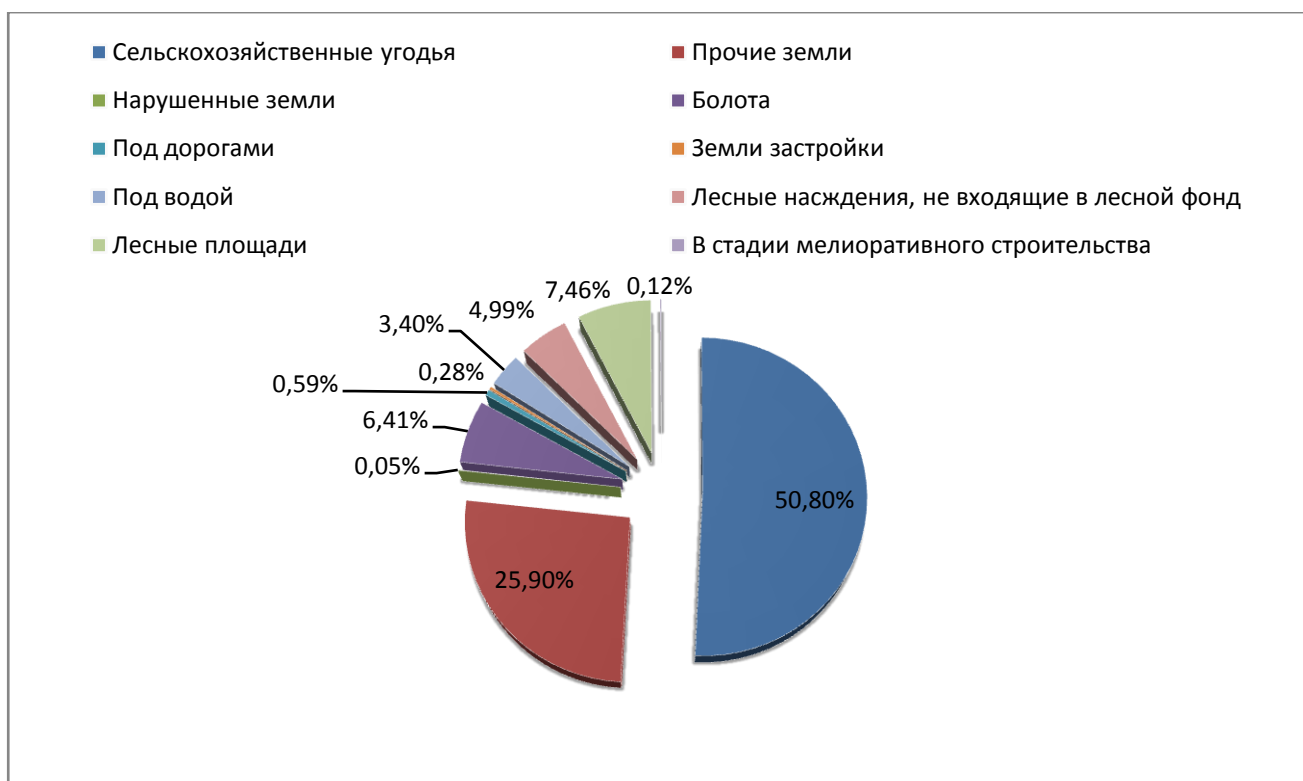


Рисунок 1 – Распределение земель сельскохозяйственного назначения угодьям

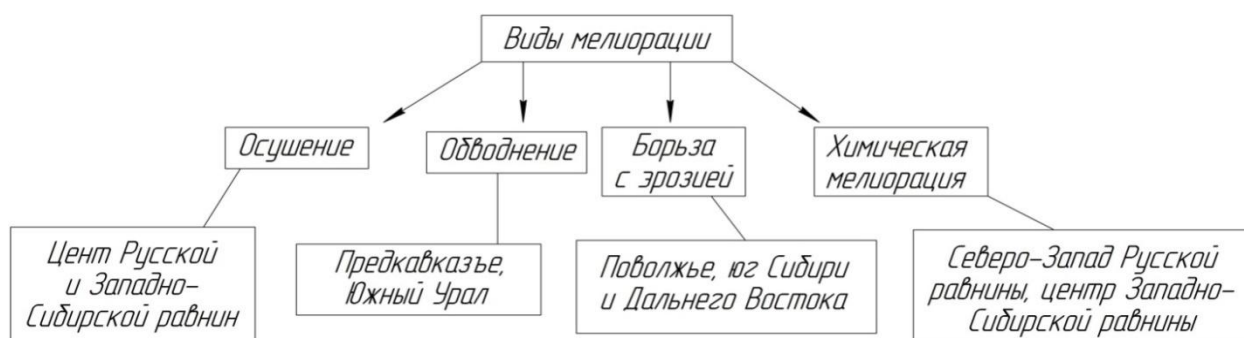


Рисунок 2 – Виды мелиорации

Мелиоративный комплекс в РФ представлен 9,1 млн земель (рисунок 3) [4], в это число входят орошаемые земли свыше 4,3 млн га и осушенных около 4,8 млн га. Примерно около 5 % населения страны занято на этих землях. Общая стоимость всего мелиоративного фонда РФ составляет около 307 млрд руб. [3].

Почти половина всех земель (рисунок 3) расположена на юге РФ, а именно в Ставропольском и Краснодарском крае и Волгоградской области. Состояние этих земель характеризуется, как хорошее. Около пятидесяти



процентов земель расположено на северо-западе России. В целом состояние этих земель преимущественно неудовлетворительное.

Рязанскую область относят в первую очередь к аграрному региону, где мелиорация играет важнейшую роль. С учетом климатических, почвенных особенностей области грамотное применение мелиорации будет необходимым условием получения высокого урожая сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почв.



Рисунок 3 – Зоны орошаемых и осушенных земель в РФ

До 1990 года в Рязанской области постоянно проводились работы по осушению переувлажненных угодий, орошению, сенокосов и пастбищ. Площадь мелиорированных земель в 1987 году в Рязанской области достигла максимума и составила 185,5 тыс. гектар, что составило около 11 % от всех пахотных земель.

На 1 января 2017 года в Рязанской области мелиоративный фонд земель составил 125,02 тыс. га [5], из них к орошаемым землям относят 28,429 тыс. га и осушенных – 96,591 тыс. га, сельскохозяйственные угодья занимают площадь 112,444 тыс. га или 89,94% [5]. Однако большинство мелиоративных земель по состоянию на 2018 год, изношены и требуют срочного ремонта.

Однако дальнейшее развитие отрасли в Рязанской области будет не возможно без создания современных оросительных систем. Так в Рязанской области крупнейшими предприятиями, применяющими современные технологии, являются Агрохолдинг «Шиловский», ООО «Авангард», «АгроСоюз Спасск», колхозы имени Ленина и Заветы Ильича [5].

Основные направления развития мелиорации Рязанской области соответствуют ФЦП «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» и отражены в Подпрограмме 6 «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Рязанской области на 2014-2020 годы» Государственной программы Рязанской области «Развитие агропромышленного комплекса на 2014-2020 годы».

В целом в РФ нет альтернативы замены мелиорации. Только осуществлять ее необходимо очень осторожно, грамотно и с использованием современных технологий.

### ***Библиографический список***

1. Росреестр [Электронный ресурс] / Состояние земель России. – URL: <https://rosreestr.ru/site/activity/poryadok-obzhalovaniya-resheniy-deystviy-bezdeystviy-rosreestra-territorialnogo-organa-a-takzhe-ego-nac/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyu-monitoring-zemel/sostoyanie-zemel-rossii/rossiyskaya-federatsiya/>

2. Мелихов, В.В. Мелиорация сельскохозяйственных земель России – стратегия и тактика системного развития [Текст] / В.В. Мелихов // Сб.: Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, Волгоград, 2017. – С.18-25.

3. Дубенок, Н.Н. Роль мелиораций в повышении устойчивости земледелия в России [Текст] / Н.Н. Дубенок // Сб.: Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, Волгоград, 2017. – С.25-29.

4. Экономика России. Производственная сфера [Электронный ресурс] / Мелиорация и химизация земель. – URL: <https://geographyofrussia.com/melioraciya-i-ximizaciya-zemel/>

5. Правительство Рязанской области Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области [Электронный ресурс] / Мелиорация в Рязанской области: состояние, проблемы, перспективы – URL: <https://www.ryazagro.ru/news/9552/>

**УДК 625.861**

*Гаврилина О.П., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ДОРОЖНЫМ ГЕРМЕТИКАМ**

Опыт эксплуатации асфальтобетонных и цементобетонных покрытий показывает, что наиболее уязвимым местом, в значительной мере определяющим их межремонтные сроки службы, являются трещины и швы. Этот факт не является открытием, однако до сих пор не разработан и не регламентирован комплекс технических требований к герметикам, способным

замедлить процесс разрушения покрытий в указанных местах, а именно предотвратить попадание воды в материал покрытия и под него в процессе всего периода эксплуатации покрытия. Преимущество материалов на основе неорганических вяжущих материалов перед материалами на основе органических вяжущих материалов очевиден. Поэтому, необходимо делать все возможное, чтобы исключить организацию швов и не допустить наличие трещин в асфальтобетонных и других покрытиях на основе органических вяжущих материалов.

#### ***Условия работы герметиков и требования к ним***

Климатические условия практически на всей территории России можно отнести к суровым. На 96% территории температура наиболее холодных суток в соответствии со СНиП 23.01.99 ниже минус 25<sup>0</sup>С, на 65% территории – ниже минус 35<sup>0</sup>С, на 35% территории – ниже минус 40<sup>0</sup>С. Абсолютные минимальные температуры доходят до значений ниже минус 60<sup>0</sup>С [1].

Количество переходов температуры через 0<sup>0</sup>С, то есть количество циклов замораживания и оттаивания, значительно больше, чем в других странах.

Анализ условий движения автомобилей в России свидетельствует о том, что количество тяжелых автомобилей в потоке доходит до 70%, а следовательно, и вертикальные перемещения герметика максимально возможны.

Большинство покрытий в процессе эксплуатации не систематически очищаются от пыли, песка и щебня, поэтому герметик забивается этими материалами, что нельзя не учитывать при формировании комплекса требований к нему. Никак не желательно, чтобы перечисленные выше твердые частицы постепенно наполняли герметик, меняя его качество и условия работы. Требуется, чтобы твердые частицы не могли бы его заполнять, а лишь упруго деформировали, не продавливая. Это может быть достигнуто либо за счет упругости (эластичности) самого герметика, либо с помощью прочной пленки, наклеенной на него. Такая пленка может исключить липкость герметика, а следовательно, предотвратить его вырывание из шва или трещины за счет прилипания к шинам автомобиля.

Дорожный герметик должен удовлетворять следующим требованиям:

- обладать отличной адгезией к стенкам шва или трещины и сохранять это качество в течение заданного периода до текущего, среднего или капитального ремонта покрытия;

- не течь при температурах, равных максимально возможным температурам окружающего воздуха района эксплуатации герметика;

- обеспечить требуемое относительное удлинение (растяжимость, деформируемость) и восстановление (эластичность) герметика без образования остаточных деформаций, разрывов, трещин и отрывов от стенок шва в течение заданного периода эксплуатации;

- обеспечить водонепроницаемость загерметизированного шва или трещины в течение заданного периода эксплуатации;

- обладать требуемой для заданного срока службы устойчивостью к старению;

- предел прочности герметика на растяжение должен быть в любых условиях эксплуатации ниже, чем предел прочности герметизируемого материала [2].

В настоящее время не разработан комплекс методов, позволяющих оценить работоспособность существующих и вновь разрабатываемых герметиков исходя из изложенных выше требований, по-видимому, ввиду сложности этой задачи. В связи с этим, указанные требования и не регламентированы в нормативных документах.

### ***Оценка работоспособности герметиков***

Адгезионные свойства герметиков являются определяющими в их качестве, т.к. при плохой адгезии к стенкам шва или трещины не выполняется его главное предназначение. В связи с этим, во-первых, необходимо оценить, насколько хорошо смачивается поверхность данного материала герметиком и какая вязкость герметика для этой цели приемлема.

Для оценки адгезионных свойств герметика необходимо испытывать не сам герметик, а его поведение в модели шва или трещины. Герметик в модели шва или трещины, изготовленный в соответствии с ГОСТ 30740-2000, должен быть растянут с максимальным относительным удлинением для изучаемых условий эксплуатации и подвергнут переменному замораживанию при минус 20<sup>0</sup>С в течение 4 часов и затем оттаиванию при плюс 20<sup>0</sup>С [3]. Количество циклов замораживания и оттаивания определяется необходимым сроком службы данного герметика в данном районе эксплуатации. Район эксплуатации обуславливает число переходов температуры воздуха через 0<sup>0</sup>С в течение года, которое при умножении на заданное число лет эксплуатации и равно числу циклов замораживания и оттаивания.

Герметик будет считаться выдерживающим испытание, если указанные параметры уменьшились менее чем на 20% по отношению к исходным.

Говоря о свойстве текучести, герметик ни при каких условиях не должен вытекать из шва или трещины, поэтому самая высокая эксплуатационная температура данного района должна быть ниже той температуры, когда он начинает течь под собственным весом.

В течение всего периода эксплуатации герметик вынужден растягиваться по всей глубине и протяженности шва или трещины, не отрываясь от стенок, не образуя пластических деформаций, не трескаясь, и сжиматься (восстанавливаться), не меняя формы, не образуя выпора.

В процессе эксплуатации происходит старение герметика как под действием ультрафиолетовых лучей, так и под действием кислорода воздуха, вызывающего процессы полимеризации и поликонденсации в битумных материалах. Допустимо снижение указанных показателей не более чем на 20% за установленный срок службы для данных условий эксплуатации.

Оценка предела прочности герметиков необходима в связи с тем, что в ряде случаев, особенно когда в состав герметика введен тонкодисперсный

наполнитель, прочность герметика при низких и отрицательных температурах становится сопоставима с прочностью материала покрытия, а, следовательно, возможно образование трещин, параллельных шву или старой трещине.

В связи с этим, предел прочности герметика на растяжение не должен быть выше величины, равной 70% от предела прочности герметизируемого материала во всем диапазоне эксплуатационных температур.

Смесь компонентов герметика должна быть гомогенной. Все компоненты должны быть совместимы и по плотности не отличаться друг от друга более чем на 20%. Должно быть практически исключено расслаивание герметика в процессе отверждения как при изготовлении брикетов, так и при заполнении шва или трещины.

Методы оценки качества герметиков, необходимо выполнять на стадии разработки состава мастики или при приемке мастики предложенного состава к производству [4].

### ***Библиографический список***

1.СНиП 23-01-99\* Строительная климатология[Электронный ресурс]/ URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200004395>

2. ГОСТ 32845-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Герметики битумные. Методы испытаний[Электронный ресурс]/ URL :<http://docs.cntd.ru/document/1200119638>

3.ГОСТ 30740-2000. Материалы герметизирующие для швов аэродромных покрытий. Общие технические условия[Электронный ресурс]/ URL :<http://docs.cntd.ru/document/gost-30740-2000>

4. Н.В. Быстров. Справочная энциклопедия дорожника (том III) Дорожно-строительные материалы [Текст]/ /Н.В. Быстров, Э.М. Добров, Б.И. Петрянин и др. под ред. Н.В. Быстрова – М.: Информавтодор, 2004

5. Колошеин, Д.В. Классификация современных картофелехранилищ /Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина//Сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы VI международной научно-практической конференции -Ульяновск, 2015. -С. 171-174.

**УДК 628.218**

*Калашикова В.Е.,  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Новочеркасск, РФ*

## **СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

В настоящее время хозяйственно-бытовые сточные воды от жилой застройки и производственные сточные воды г. Аксая по грунтовой канаве протяженностью около 5 км без очистки поступают в биологические пруды, построенные в начале балки Жанкина для глубокой очистки сточных вод.

Проектная производительность прудов составляет 25 тыс м<sup>3</sup>/сут. После биологических прудов сточные воды сбрасываются в р. Темерник.

Проектируемые очистные сооружения представлены станцией очистки, производительностью 12500 м<sup>3</sup>/сут. Технологическая схема станции очистки включает в себя:

- блок механической очистки;
- блок биологической очистки;
- блок доочистки;
- блок обработки осадка.

Рассмотрим технологическую схему станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод более подробно.

Хозяйственно-бытовые сточные воды напорно двумя потоками поступают на комбинированные установки GDF удаления отбросов и песка. Комбинированная установка обеспечивает фильтрацию и отделение песка, удаление жиров, нефтепродуктов и масел предназначена для предварительной обработки городских сточных вод.

Преимущества установки:

- Высокое качество и надежность при низкой стоимости
- Простота установки и надежность работы
- Минимум обслуживания и автоматический режим
- Полный комплекс предварительной очистки стоков

Принятая технология извлечения крупных отбросов и песка позволит:

- эффективно задержать отбросы;
- обеспечить остаточную влажность отжатых отбросов на уровне 50%;
- вымывать растворимые органические включения из отбросов;
- эффективно удалять песок при размерах частиц не менее 0,2мм (до 95%);
- гигиенично изолировать уловленные отбросы от контакта с обслуживающим персоналом.

Крупные отбросы задерживаются на решетке тонкой механической очистки прозором 5 мм. Задержанные отбросы и песок утилизируются в контейнеры и вывозятся в места, согласованные с органами Роспотребнадзора.

После установки GDF сточные воды самотеком направляются на первичные горизонтальные отстойники. В первичных отстойниках происходит задержание взвешенных веществ в основном органического происхождения. Выпавший в отстойниках осадок, по мере накопления, откачивается илососами и далее подается на шнековый сгуститель и обезвоживатель осадка. Осветленная вода направляется на биологическую очистку.

Биологическая очистка сточных вод осуществляется в блоке железобетонных емкостей, прямоугольных в плане. На очистных сооружениях применяется двухлобовая схема биологической очистки. Подача сточных вод предполагается распределенная, то есть часть в анаэробный реактор, куда также перекачивается возвратный активный ил из вторичных отстойников 1-й ступени, а оставшаяся сточная вода подается в высоконагружаемый аэротенк с

регенератором. В высоконагружаемом аэротенке окисляется основная масса органических загрязнений и происходит формирование фосфораккумулялирующего биоценоза, высокий прирост активного ила, работающего в чередующихся аэробно-анаэробных условиях, способствует повышению эффективности процесса удаления биогенных загрязнений. Разделение иловой смеси из высоконагружаемого аэротенка осуществляется во вторичном отстойнике первой ступени с блоками тонкослойного отстаивания.

Глубокое удаление соединений азота из сточных вод осуществляется в чередующихся аэробно-аноксидных условиях на 2-й ступени биологической очистки. В денитрификаторе куда подается часть осветленных сточных вод из вторичного отстойника 1-й ступени и возвратный активный ил из вторичного отстойника 2-й ступени для восстановления нитратного азота до газообразного состояния, и аэротенке-нитрификаторе с зоной денитрификации, в котором окисляется аммонийный азот до нитратов. Разделение иловой смеси, поступающей из аэротенка – нитрификатора с зоной денитрификации осуществляется во вторичных отстойниках второй ступени оборудованных блоками тонкослойного отстаивания.

Для эффективного удаления фосфора предусматривается ацидофикация сырого осадка в осадочной зоне первичных отстойников. В анаэробные реакторы первой и аноксидный реактор второй ступени биологической очистки предусматривается дозирование раствора сернокислого железа. Избыточный активный ил из блока биологической очистки первой и второй ступени подается на шнековый дегидратор. Доочистка сточных вод от мелкодиспергированных частиц, БПК и биогенных элементов осуществляется в биореакторах в ершовой загрузкой.

Финишное снижение содержания взвешенных веществ в очищенной воде происходит на самопромывающихся дисковых фильтрах. Обеззараживание очищенных вод происходит при помощи ультрафиолетового излучения в сооружениях лоткового типа. Использование технологии обработки, очищенных бытовых сточных вод ультрафиолетом позволяет исключить образование каких-либо побочных, токсичных продуктов, характерных для реагентных методов обеззараживания. Вода, проходя через контактный резервуар, непрерывно подвергается облучению бактерицидными ультрафиолетовыми лучами, которые угнетают находящиеся в ней микроорганизмы, в том числе вирусы и гельминты.

К преимуществам УФ установок обеззараживания воды относятся:

- глубокое обеззараживание воды за 3-5 сек;
- экологическая безопасность;
- простота эксплуатации, особенно по сравнению с хлорированием;
- отсутствие проблемы борьбы с коррозией оборудования;
- низкие эксплуатационные расходы.

Обеззараживающий эффект УФ излучения, обусловлен фотохимическими реакциями в результате которых происходят необратимые повреждения ДНК. Помимо ДНК ультрафиолет воздействует на РНК и клеточные мембраны, что

вызывает гибель микроорганизмов. Модули, сгруппированные в секции, размещаются в канале (лотке), что позволяет обеспечить минимальные потери напора и компактные размеры УФ станции. Очистка чехлов в этих системах механическая производится в автоматическом режиме без остановки работы. Модульные системы поставляются со всеми необходимыми комплектующими.

Обезвоживание сырого осадка и избыточного активного ила осуществляется на шнековых дегидрататорах, поставляемых комплектно с автоматической системой приготовления флокулянта. Данное оборудование имеет встроенную систему сгущения осадка и позволяет обезвоживать осадок с высокой влажностью. Контроль и управление работой осуществляется в автоматическом режиме.

Принятая проектными решениями технология очистки хозяйственно-бытовых сточных вод позволит:

- достичь качества очищенных вод, отвечающего требованиям предельно-допустимых концентрацией на сброс;
- использовать очищенные воды на собственные нужды очистных сооружений.

Требуемое качество очистки сточных вод достигается за счет:

- применения двухстадийной биологической очистки, глубокой механической очистки;
- использование для удаления биогенных загрязнений биологического метода анаэробно-аноксидноаэробной обработки воды и химического метода с добавлением реагента;
- использования современного оборудования.

При проектировании очистных сооружений канализации в поселке Ковалевка Аксайского района в г. Аксай использовались такие программы Autodesk AutoCAD, Revit®. AutoCAD Architecture помогает работать над архитектурными чертежами еще более эффективно, предоставляет новые рациональные инструменты для скорейшего составления документации. Программное обеспечение Revit® на основе технологии BIM содержит возможности для проектирования архитектурных элементов, инженерных систем и строительных конструкций, а также планирования строительства. Revit поддерживает межотраслевой процесс проектирования в среде для совместной работы.

#### ***Библиографический список***

1. СП 32.133330.2012 «Канализация наружные сети и сооружения» актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. Москва 2012.
2. СНиП 2.04.03-85 «Канализация наружные сети и сооружения»
3. «Канализации населенных мест и промышленных предприятий». Справочник проектировщика под редакцией В.Н.Самохина. Москва Стройиздат, 1981.
4. «Примеры расчетов канализационных сооружений» Ю.М.Ласков. Москва Стройиздат, 1987.



5.«Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы». Хенце М, Армоэс П, Ля-Кур-Янсен Й, Арван Э. Москва «Мир», 2004.

6.ТКП 45-4.01-202-2010(02250) Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования. Минск 2011.

7.СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*.

8. Нефедова, С.А. Эффективность очистки сточных вод, используемых для водопоя сельскохозяйственных животных, во взаимосвязи с биоиндикационными реакциями биоты водоёмов [Текст] / С.А. Нефедова, А.А.

9. Коровушкин, Л.Б. Зутова, И.А. Ипатов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. – № 1 (21). – С. 64-69.

**УДК 631.356.4**

*Колошин Д.В. к.т.н.,  
Чесноков Р.А. к.т.н.,  
Суздаева Г.Ф. к.т.н.,  
Кащеев И.И.,  
Шеремет И.В.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИСТОРИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МОСТОВ**

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]. Строительство дорог является важнейшим фактором экономического развития РФ.

Основными элементами автомобильных дорог являются [3]:

- основа — земляное полотно;
- второй слой (асфальт, литой асфальт, песок, щебень);
- инженерные сооружения: мосты, опоры мостов, туннели, эстакады, путепроводы.

Мосты возводили с древнейших времен. Самые первые мосты имели простую конструкцию, они возводились из камня и дерева вручную. Предназначались они для гужевого и пешеходного движения. Так деревянные мосты строились простыми балочными, постепенно усложняя конструкцию. Каменные мосты возводились из сводов на массивных опорах. Размер таких опор достигал одной трети по фасаду.

Строительство мостов (инженерные сооружения) для любого государства важная и ответственная отрасль. Еще совсем недавно она развивалась исключительно, как необходимость преодоления препятствий, таких как реки, овраги и т.д., теперь мосты стали не только транспортными, но и по большей части архитектурными сооружениями. Создание моста - это своеобразный вид

искусства, а значит, как и любое искусство, оно должно быть сохранено для потомков.

История деревянного мостостроения в России берет корни с древнейших времен. Так в 1115 году при Владимире Мономахе был возведен первый наплавной мост. Первым и остающимся до сегодняшнего дня популярным строительным материалом для мостовых сооружений была сосна. Так в новгородской летописи упоминается мост через реку Волхов, полностью изготовленный из дерева (Рисунок 1) [4]. Древние сосновые мосты в древней Руси, как и другие сооружения, рубили и обрабатывали при помощи топора: вырубали пазы и гнезда при связке брусьев; даже изготовление теса производилось раскалыванием клиньями бревен вдоль на несколько частей [5].



Рисунок 1 – Деревянный мост через р. Волхов

Первый каменный мост на Руси был построен в 1368 году [4] через реку Неглинку. Первый капитальный каменный мост был построен в 1643 – 1682 гг. Он включал в себя семь речных пролетов каждый по 28,4 м и два береговых при общей длине около 240 м.

В 1809 году император Александр 1 издал манифест об образовании Корпуса инженеров путей и сообщений и Института при нем. Выпускниками этого института было запроектировано много мостов в России. Самым известным является мост через Большую Неву, построенный в 1850 году в Петербурге. Строительство велось под руководством С. В. Кербедза. При открытии моста 21 ноября 1850 года ему дали название Благовещенский (Рисунок 2) [6]. Строительство первого постоянного моста через Неву было сопряжено с большими трудностями. Так грунтовые условия на трассе моста оказались чрезвычайно неблагоприятными для сооружения оснований под опорами, что усугублялось естественными факторами: большой глубиной и быстрым течением Невы. Были построены специальные машины, механизмы и станки для подводных пил, подъёмные краны, рамы с механизмами, водолазные колокола, ворота, копры со сваебойными бабами, машины для испытания частей ферм по особой программе, разнообразные инструменты.



Рисунок 2 – Благовещенский мост

Практически со строительством Благовещенского моста в Петербурге возводится Литейный мост (рисунок 3) [5].



Рисунок 3 – Литейный мост

Был использован другой метод строительства, так фундамент опор был на кессонах.

До 80-х XIX в. в РФ металлические пролетные строения мостов изготавливали из сварочного железа и только в 1885 г. появилось более качественное литое железо. Так разработку больших металлических пролетных строений в конце XIX в. курировал русский ученый профессор Белелюбский Н.А., именно под его руководством были разработаны пролетные строения с длиной пролета до 109 м и использованные в железнодорожных мостах через реки Днепр и Волга. Профессор Л.Д. Проскуряков в конце XIX в. разработал клепаные металлические пролетные строения треугольной формы. Так мосты через реки Обь, Енисей были построены по этим проектам. В начале XX в. Г.П. Передерия и Н.А. Белелюбский предложили использовать железобетон в пролетных строениях небольшого размера. В 1926 году было образовано Мостовое бюро (государственная проектная организация), а в 1930 году Мостостроительный трест (Мостотрест). Эти организации проектировали строительство мостов и разработку норм и правил проектирования



искусственных сооружений, а также составление типовых проектов. Именно благодаря этим проектам в СССР появились крупнейшие металлические мосты на реках Волге, Енисее, Оби, Дону, Днепре и других.

Так в 1950-х годах были предложены вибрационные методы погружения свай, обуславливающие возможность погружения в грунт линейных элементов большого диаметра. С 1970-х годов получают распространение более универсальные и используемые при любых грунтах буровые технологии.

В последние годы отечественное мостостроение все больше уделяет внимание вантовым технологиям. Они способны перекрывать большие пролеты и главное обеспечивать пропуск судов. Примером вантового моста может служить мост через бухту Золотой Рог во Владивостоке (рисунок 4).



Рисунок 4 – Вантовый мост через бухту Золотой Рог во Владивостоке

Крымский мост (рисунок 5) — строящийся транспортный переход через Керченский пролив. Планируется возвести мост с железнодорожным и автодорожным проездами.



Рисунок 5 – Строящийся Крымский мост

В мае 2018 года состоялся запуск автомобильной части моста, а в декабре 2019 года состоится запуск железнодорожной части. Мост и автомобильные подходы к нему должны стать частью автострады Керчь — Новороссийск. Ввод в эксплуатацию Крымского моста считается главной стройкой века для России, так как является самым протяженным в РФ.

Для современного российского мостостроения характерно применять сборные предварительно напряженные конструкции железобетонных конструкций [6]. Широкое применение нашли прогрессивные конструкции и методы производства опор на столбах, оболочках и железобетонных сваях. Таким образом, можно сказать, что отечественное мостостроение прошло очень большой путь развития и на сегодняшнее время показывает огромный потенциал, способный решать сложные технические задачи.

### ***Библиографический список***

1. К вопросу о применении сероасфальтобетона [Текст] / Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Попова В.О. и др. // Сб. Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых Материалы научно-практической конференции с международным участием. Рязань, 2018. С. 227-229.
2. Автодорожная сеть в российской федерации и её перспективы [Текст] / Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Попова В.О. и др. // Сб. Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых Материалы научно-практической конференции с международным участием. Рязань, 2018. С. 243-246.
3. СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» Издательство Москва 2004 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.bpl.ru/gost1/Sp34\\_13330-2012.htm](http://www.bpl.ru/gost1/Sp34_13330-2012.htm) (дата обращения 21.01.2019).
4. История отечественного мостостроения. М.: ОАО «Институт Гипростроймост», 2005. – 241 с.
5. История мостов [Электронный ресурс]. URL: <http://russian.rechport.com/?cat=1> (дата обращения 01.02.2019).
6. Шелыванова, В.А. Мост через р. Павловка, г. Рязань [Текст] / В.А. Шелыванова, Н.А. Суворова // Сб.: Студенческий научный поиск - науке и образованию XXI века: материалы X международной студенческой научно-практической конференции, 2018. – С. 150-153.

**УДК 625.731.6**

*Малюгин С.Г., к.т.н.,  
Бойко А.И., к.т.н.,  
Соловьева С.П., к.т.н.,  
Чесноков Р.А., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ КОРРОЗИЙНОУСТОЙЧИВОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА**

Резкое сокращение в последние годы межремонтных сроков службы автодорожных покрытий из асфальтовых бетонов приводит к разработке и

исследованию применения более новых дорожно-строительных материалов, в частности получения коррозионноустойчивого асфальтобетона.

Традиционный асфальтобетон, как материал для устройства дорожных покрытий, не в состоянии выдерживать комплексного воздействия возросших нагрузок от транспортных средств их высокой интенсивности в сочетании с природно-климатическими факторами, что приводит к разрушению покрытия: шелушению, выкрашиванию, образованию выбоин, наплывов и колеиности.

Причиной таких негативных явлений является слабая адгезия пленки битума к поверхности минеральных составляющих. Это проявляется в осенне-зимний период, когда вода проникая в структуру асфальтобетона, как полярная жидкость, хорошо смачивает все минеральные материалы и диффундирует под битумную пленку. В результате этого происходит ослабление адсорбционных связей на границе фаз их разделения, особенно на поверхности наиболее кислых минеральных материалов – гранитов, диоритов и других.

При низких температурах окружающей среды и в условиях повышенной влажности это приводит к замерзанию скелета материала смеси с расширением кристаллов воды в порах его компонентов, в результате чего в процессе эксплуатации дорожного покрытия происходит поверхностное выкрашивание, а в дальнейшем и образование выбоин в асфальтобетонном покрытии автомобильных дорог.

При интенсивном воздействии транспортных средств с большой осевой нагрузкой на дорожное покрытие, возникают сдвиговые деформации в структуре асфальтобетона, а следовательно разрушение адгезионных связей на границе раздела битум – минеральный материал.

Следовательно, для предотвращения этих негативных процессов, должно быть достигнуто более полное и прочное взаимодействие органических вяжущих с минеральными компонентами асфальтобетона, прежде всего с мелкодисперсными материалами, которые имеют наибольшую площадь контакта с битумом.

Работами ряда исследователей, таких как: Л.Б. Гезенцева, А.С. Колбановская, А.И. Лысихина, О.И. Старостина, Т.А. Чистова, Е.А. Степанова и И.Ф. Федоров был подтвержден эффект увеличения адгезии на границе фаз путем химической активации минерального материала, вследствие нейтрализации кислотных свойств поверхностного слоя минеральных частиц за счет введения положительных ионов при обработке этих материалов растворами солей поливалентных металлов. Применяются два варианта или две схемы активации минеральных материалов (щебень, песок из отсева дробления):

- минеральный материал активировали в процессе дробления на дробильно-сортировочном оборудовании «Паркер 900» асфальтобетонного завода. Технологический процесс осуществлялся с помощью подачи активатора через гребенку прямо на конвейер подачи песка из отсева в штабель. Расход активатора составлял 4-5% от массы минерального материала. Поскольку он подавался на конвейер через дополнительное дозирующее. Затем

активированный минеральный материал использовался для приготовления асфальтобетонной смеси (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств асфальтобетона.

Наименование показателей	Величина показателей
Средняя плотность, г/ кв. см	2,50
Водонасыщение, % по объему	1,25
Набухание, % по объему	0,1
Предел прочности при сжатии при температуре 50°С, МПа	1,6
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении через 14 суток	0,84

Показатели физико-механических свойств коррозионноустойчивого асфальтобетона отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели физико-механических свойств асфальтобетона

Наименование показателей	Норма для асфальтобетона	Фактические данные
Средняя плотность асфальтобетона, г/ кв. см	2,48	2,47
Водонасыщение, % по объему	1 -4	1,3
Набухание, % по объему	1,0	0
Предел прочности при сжатии при температуре 50°С, МПа	1,0	2,38
Предел прочности при растяжении при температуре 0°С, МПа	1,5 – 3,0	3,0
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении через 28 суток	0,75	1,0
Индекс трещиностойкости, не менее	0,5	1,59
Модуль остаточной деформации	-	128

- во второй способ активации применялся для обработки минерального материала (щебня и песка из отсева дробления), которые обрабатывались растворами солей поливалентных металлов. Расход активатора составлял 3% от массы минерального материала. При этом содержание активированного минерального материала увеличивалось до 79% от всей массы асфальтобетонной смеси. Практика показала, что применение активатора технологически возможно на существующем оборудовании асфальтобетонного завода.

Из полученных данных следует, что предложенный способ активации позволяет получить асфальтобетон с улучшенными физико-механическими показателями, обеспечивающими его устойчивость к воздействию современных транспортных нагрузок.

### ***Библиографический список***

1. Горельшева Л.А. Новые эффективные методы ремонта, содержания и совершенствование асфальтобетонных покрытий / Л.А. Горельшева// – М.: "Информавтодор", 2006. - №5.

2. Подольский В.П. Строительство автомобильных дорог. Дорожное покрытие: Учебник.- 2-е изд. испр/ В.П. Подольский, П.И. Пospelов – М.: Издательский центр «Академия», 2013 – 304с.

3. Борычев С.Н. Инновационные технологии в строительных материалах. [Текст] / С.Н.Борычев, С.Г. Малюгин, А.С.Попов, Д.В.Колошеин, С.Г.Анурьев, И.А.Киселев // Международная научно-практическая конференция. «Актуальные вопросы науки и техники», Выпуск 2. Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН).г. Самара, 2015.

4. Бурмистров Д.В. Возможность применения нефтеполимерных вяжущих в конструктивных слоях дорожной одежды автомобильных дорог / Д.В. Бурмистров, А.В. Скрыпников, В.Г. Козлов и др. // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - № 3.- С. 147-154.

5. Китаева, Е.А. Применение материалов Sika для усиления железобетонных конструкций [Текст] / Е.А. Китаева, Н.А. Суворова // Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции 20 февраля 2019 года. – Рязань, 2019. – С. 339-342

6. Томаля, А.В. Повышение качества дорожных покрытий [Текст] / А.В. Томаля, Е.Н. Бурмина, Н.А. Суворова // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. – Рязань РГАТУ. – 2017. – С. 336-342.

**УДК 947.081:370.152**

*Маркова Е.В., к.э.н.,  
Аль Дарабсе А.М.Ф.,  
Черенькая Е.В., к.п.н.,  
Денисова Т.В., к.э.н.,  
ИАТУ УлГТУ, г. Ульяновск, РФ*

## **РЕФОРМА ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ВО ВРЕМЕНА РЕЦЕССИИ**

Недавний глобальный экономический и финансовый кризис привел экономики многих стран к рецессии, особенно на периферии Европейского Союза. Эти страны в настоящее время сталкиваются со значительным сокращением как государственных инвестиций в инфраструктуру, так и частных инвестиций в здания, и, как следствие, безработица особенно заметна в секторах гражданского строительства и строительства. Следовательно, во всех странах, переживающих рецессию, профессиональная подготовка новых выпускников-строителей несоразмерна их высокой учебе и квалификации, поскольку они редко имеют возможность получить опыт на практике, а их знания постепенно устаревают [1]. В этих условиях техническим университетам в странах, находящихся в состоянии рецессии, необходимо



спланировать и осуществить существенную реформу учебной программы по гражданскому строительству. Цель должна заключаться в том, чтобы дать возможность выпускникам расширить сферу своей профессиональной деятельности и повысить их возможности трудоустройства [4].

В этой статье предлагается расширение учебных программ по гражданскому строительству, в частности, в свете развития потенциала выпускников в области управления проектами, программами и портфелями. В этом направлении после тщательного анализа литературы, включая Свод знаний ASCE за XXI век и базовый уровень компетенции IPMA, рекомендуется, среди прочего: значительно увеличить предлагаемые модули по управлению проектами и добавить новые модули по управлению стратегиями, поведению лидеров, управление доставкой, организация и окружение и т.д. ; обеспечить адекватную профессиональную подготовку в течение пятилетнего периода обучения в университете [3]; и продвигать сертификацию новых выпускников профессиональными организациями. Предложения иллюстрируются представлением реформированной учебной программы по гражданскому строительству, предлагаемой в настоящее время Ульяновским государственным техническим университетом [2].

Гражданские инженерные исследования (CES) процветали после Второй мировой войны. Общественный поиск новых и лучших инженеров-строителей первоначально был вызван огромной необходимостью восстановить разрушенное. Но очень скоро это переросло в долгосрочную тенденцию, так как правительства в своих усилиях по достижению экономического развития приняли во всем мире кейнсианскую теорию, то есть использование государственных инвестиций в инфраструктуру в качестве локомотива. Первые положительные результаты вызвали мотивацию граждан к улучшению жилищных условий (жилье, туризм и т. Д.) И увеличение частных инвестиций в инфраструктуру. Эти явления были более очевидны в развивающихся странах. Хотя небо не всегда было ясным (например, мировой нефтяной кризис в 70-х годах), а ведущие страны в 80-х годах приняли неолиберальные экономические подходы [1], это недавний финансовый кризис и его последствия (то есть сокращение инвестиций в инфраструктуру)[4]. Высокий уровень безработицы в техническом секторе), который разрушил заблуждение о бесконечном развитии [2].

Министерства образования и технические университеты одобрили масштабные исследования в области гражданского строительства. Старые школы расширились, и были созданы новые школы с многочисленными учениками. Из-за высокого профессионального престижа и оплаты труда школы привлекли высококлассных учеников. Увеличение объема проектов и научно-технических разработок привело к сильной специализации, как в учебе и профессии. Инженеры-строители, инженеры-гидротехники, инженеры транспорта и т. Д. Все подпадают под рубрику гражданского строительства. Пытаясь навести порядок в профессиональных правах, в разных странах были приняты различные решения - от унифицированного университетского диплома

и общего профессионального разрешения до широкого спектра специализации обоих. Проблема стала критической и во многих других секторах. Созданы международные профессиональные союзы экспертов и органов, основанные на национальных [2]; после экзамена они удостоверяют не только новичков в профессии, но и прогресс экспертов во времени. Хотя во многих случаях эти сертификаты не имеют государственного признания, они ценятся и признаются во всем мире [3].

Поэтому возникает ряд важных вопросов для министров образования, технических университетов и профессиональных ассоциаций стран, переживающих рецессию:

- Почему продолжать выпускать инженеров-строителей с той же скоростью, учитывая, что государственные и частные инвестиции в инфраструктура будет существенно сокращена в течение следующих 15 лет?
- Как можно повысить возможности трудоустройства новых инженеров-строителей?
- Как их теоретические знания не устареют, учитывая, что большинство из них не будет иметь возможности получить практический опыт в течение периода после их окончания?
- Как лучше удовлетворить потребности инженеров-строителей XXI века?

В этой статье предлагается радикальная реформа ЕЭП в странах, находящихся в состоянии рецессии. После обзора существующей литературы, включая Свод знаний ASCE за 21-й век и Базис компетенции IPMA, предлагается расширить программу обучения CES в рамках исторически сложившегося и общепринятого пятилетнего срока. В этом и других направлениях рекомендуется повысить профессиональный потенциал и возможности трудоустройства выпускников путем:

- значительно увеличить предлагаемые модули по управлению проектами;
- добавление в CES новых модулей по управлению стратегиями, поведению лидеров, управлению поставками, организации и среде и т. Д.;
- обеспечение адекватной профессиональной подготовки в течение пятилетнего периода обучения в университете; а также
- содействие сертификации молодых выпускников профессиональными организациями.

Чтобы проиллюстрировать предлагаемые направления деятельности, разработана и представлена реформированная учебная программа для ЕЭП, предлагаемая в настоящее время Ульяновским государственным техническим университетом. Преобладающее современное мнение среди педагогов и специалистов-практиков отрасли заключается в том, что проблемы строительной отрасли 21-го века требуют нового мышления и подхода к инженерному образованию. Фактически, устойчивость профессии зависит от ее способности учиться и адаптироваться к конкурентно меняющемуся миру [2].

Многочисленные исследования единодушно подтверждают, что большинство академических программ не в состоянии эффективно удовлетворить потребности профессионалов строительной отрасли в управлении и администрации, и поэтому программы гражданского строительства должны быть расширены, чтобы адекватно подготовить студентов во многих областях и дать им возможность реагировать на вызовы современности.меняющаяся деловая среда. Фактически растущая сложность строительной отрасли требует большего внимания к курсам по управлению строительными проектами и делает обязательным ознакомление студентов с более широкой базой знаний в области управления и экономики [4]. Кроме того, необходимо развивать навыки, связанные с лидерством, общением, переговорами, решением проблем, командной работой и критическим мышлением. Амер полагает, что эта реформа необходима для того, чтобы университеты прекратили дальнейшее сокращение числа учащихся в сфере гражданского строительства, учитывая, что отрасль явно желает выпускников, которые лучше понимают бизнес инженерии. Предложение о реформе должно быть самоопределено как радикальное и иметь долгосрочную перспективу [2]. Чтобы быть одобренным и реализованным, это не должно подрывать широко принятые принципы и преобладающие идеи в соответствующей стране и времени. Элементы конкретного предложения по реформе исследований в области гражданского строительства определены в этих рамках. Реформа учебы повлияет на национальном уровне на профессию и экономику, но, в частности, она изменит как повседневную жизнь, так и видение двух основных участников учебы, студентов и преподавателей.

В течение десятилетий студенты выбирали гражданское строительство из-за высокого статуса профессии в обществе, что сочеталось с удовлетворительным вознаграждением за предложенную работу [2]. Таким образом, на вступительных экзаменах в университет для зачисления в школы гражданского строительства были выбраны кандидаты, получившие наивысший процентиль. Недавний рост безработицы в гражданском строительстве уже привел к снижению качества перспективных студентов, которые должны быть обращены вспять, чтобы избежать долгосрочного воздействия на профессию [3].

Профессора в области гражданского строительства, как правило, являются бывшими студентами высокого ранга с личной склонностью к теоретическим вопросам и исследованиям. Они пошли по обременительному пути углубленной специализации и повторяющейся оценки более старших коллег. В большинстве своем они обладают ограниченным полевым опытом (относительно своей специализации) и не имеют опыта строительства, а также глобального и синтетического подхода к реализации проекта [1].

Недавний финансовый кризис создал трудности как для студентов, так и для их преподавателей. Семейные бюджеты студентов резко сократились, и поэтому их семейные возможности финансировать аспирантуру в своей стране или за рубежом стали ограниченными. Кроме того, учитывая, что во многих

странах средний выпуск студентов занимает шесть лет вместо пяти, их семьи испытывают финансовые трудности, и это необходимо изменить. В дополнение к вышесказанному, профессора столкнулись с существенным снижением заработной платы, что серьезно повлияло на их мораль. Кроме того, отставные профессора заменяются очень низкими темпами, то есть общее число активных профессоров практически сокращается. В целом, финансирование университетов было ограничено.

Предлагаемая реформа пытается ответить на вышеуказанные проблемы и содержит следующие направления действий:

- производить инженеров-строителей, ориентированных как на национальный, так и на мировой рынок [1];
- сохранить пятилетнее (и не более) единое обучение, структурировать его в три внутренних этапа и предоставить все квалификации / награды в конце;
- сформировать общеинженерный преддипломный внутренний этап, охватывающий первые три семестра (один и один полгода)[3]; отказ от прохождения курсов не будет способствовать дальнейшему прогрессу студента;
- обеспечить общее гражданское инженерное образование на уровне диплома в течение последующих пяти семестров (два с половиной года); существенно сократить количество учебных курсов; организовать дополнительные курсы по организации, поведению и лидерству, управлению жизненным циклом, финансам, обслуживанию и модернизации структур, окружающей среды и т. д. в ущерб традиционным предметам;
- обеспечить адекватную профессиональную подготовку на внутреннем этапе диплома;
- посвятить последние два семестра (один год) целому ряду программ специализации MSc, преподаваемых на английском языке;
- содействовать сертификации молодых выпускников профессиональными организациями [1].

До недавнего времени профессия и образование в области гражданского строительства процветали во всем мире, извлекая выгоду из благоприятных социально-экономических условий, которые преобладали во второй половине 20-го века [4]. Начало XXI века ознаменовалось резким изменением. Финансовый кризис привел многие страны к рецессии, что привело к сокращению инвестиций в инфраструктуру и росту безработицы в этом секторе. В значительном числе развитых стран после многих лет строительства любая новая инфраструктура должна преодолеть трудоемкую и громоздкую выдачу разрешений. С другой стороны, многие другие страны вступают в фазу своего развития и способствуют быстрым инвестициям в инфраструктуру, и глобализация рынка быстро развивается. Чтобы справиться с радикальными изменениями социально-экономической среды, профессия строителя должна умело адаптироваться. Правильная реформа существующей CES может стать краеугольным камнем этого процесса [1].

Следует подчеркнуть, что все еще существует сильный аппетит к новой инфраструктуре в мире. Таким образом, страны, переживающие спад, могут

продолжать выпускать инженеров-строителей при условии, что они будут ориентированы на международный рынок, а не на национальный; подходящая реформа учебной программы CES становится необходимым условием.

Ожидается, что в течение 21-го века среднестатистический образованный человек должен будет изменить различные должности. Следовательно, будущий инженер-строитель должен быть не только оснащен техническими знаниями и специализацией, но и уметь справляться с финансовыми и предпринимательскими условиями, то есть действовать как инженер первой половины 20-го века.

### ***Библиографический список***

1. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Реализация концепции программы автоматизации управленческого учета. //В сборнике: Актуальные проблемы финансов глазами молодежи. Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции. 2017. С. 31-33.

2. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Автоматизированный метод обучения студентов инженерных специальностей. //В сборнике: Технологическое развитие современной науки: тенденции, проблемы и перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2018. С.4-6.

3. Маркова Е.В., Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Методика оценки уровня конкурентоспособности продукции инновационного предпринимательства//Вестник Самарского муниципального института управления. 2013. №1 (24). С. 47-54.

4. Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Системный анализ и моделирование процессов управления организационно-техническими системами //Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2009. №2 (24). С. 234-237.

5. Суворова, Н.А. Архитектура это искусство, сквозь которое можно пройти [Текст] / Н.А. Суворова, Е.Н. Бурмина, А.В. Томаля, А.С. Шедова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. – 2018. – Часть 1. – С. 398-404

6. Суворова, Н.А. Архитектурно-планировочные решения объектов социального назначения [Текст] / Н.А. Суворова, Е.Н. Бурмина // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции – Рязань, 2019. – С. 653-656

7. Чесноков, Р.А. Современное состояние геологоразведочной отрасли в условиях неопределенности [Текст] / Чесноков Р.А., Соловьева С.П., Горохов А.А. // В сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 493-504.

*Маркова Е.В., к.э.н.,  
Аль Дарабсе А.М.Ф.,  
Черненко Е.В., к.п.н.,  
Денисова Т.В., к.э.н.,  
ИАТУ УлГТУ, г. Ульяновск, РФ*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В статье представлен обзор инновационных решений в строительной отрасли (СІ) в период с 2016 по 2018 годы [1]. Тенденции событий в рамках СІ были составлены в основном на основе отчетов, в значительной степени происходящих с рынка. Рассмотрены направления и условия развития КИ (с точки зрения дизайна, технологии и социально-экономического смысла)[6]. Была подчеркнута важность вопросов, связанных с оцифровкой, комплексной деятельностью (от интегрированного управления до интегрированной BIM) и частично дополненной реальностью [2]. Была представлена попытка синтезировать новые инструменты в управлении строительством [3].

Инновации, современный подход, вдохновение, изменения - это лейтмотивы, которые формируют экономическую реальность. Инновации необходимы для субъекта, вдохновляющего эти изменения, сохраняя при этом интересы окружающей среды. Цель (сознательно или подсознательно) состоит в том, чтобы изменения соответствовали парадигмам устойчивого развития [4].

Специфика строительной отрасли широко варьируется: от проектных решений, технологических и технико-экономических решений, методов принятия решений до организационных решений и эффективного управления. С точки зрения компании существует три основных типа инноваций: через исследования и разработки (НИОКР), приобретение ноу-хау, приобретение так называемых материальных технологий (инновационные конструкции, машины, материалы)., В статье рассматривается группа вопросов с акцентом на решения в области управления строительством [5]. В тексте он не охватывает такие вопросы, как риск инноваций, конкуренция, указывая только характерные тенденции развития инноваций в строительстве [10].

Промышленность новые разработки прогнозы на 2018 год существенно не отличаются от прогнозов на предыдущие годы. На основании публикаций нескольких авторов и исследовательских учреждений можно сделать следующие выводы [7]:

- тенденции могут быть сильнее
- нехватка рабочей силы,
- интерес к сборным и модульным конструкциям продолжает расти,
- надежды на решение проблем, связанных с трудом, безопасностью и производительностью, благодаря новым технологическим решениям растут.

Пути к дополненной недвижимости на основании опросов, опубликованных в 2016 году, можно сделать некоторые выводы относительно факторов, которые окажут значительное влияние на разработку и реализацию в ближайшем будущем. Они заключаются в следующем (краткие пояснения даны в скобках):

1. Построение информационного моделирования [8];
2. Роботы;
3. Визуализация и виртуальная реальность;
4. Интернет вещей (IoT, связь с большими данными).
5. Блокируемые композитные дорожные плиты (для быстрого ремонта дорожного покрытия);
6. Аэрогель (сверхлегкий, синтетический пористый материал - как теплоизоляция);
7. Дроны;
8. 3D-печать и цифровое внешнее производство;
9. MassMotion (изменение транспортной инфраструктуры, адаптация к меняющимся потребностям массы пассажиров, новые требования к программному обеспечению, использование искусственного интеллекта);
10. SoundLab (не только проблемы с шумом, но и связь через звуки)[9].

Стоит отметить, что выгода от применения этих факторов будет выше, если они будут приняты во внимание уже на этапе предварительного проектирования.

Это материальные, технологические и организационные решения, уже включенные в объем дополненной реальности (AR), или система, которая связывает реальный мир с компьютерной реальностью. Годом ранее на платформе Rasconteur были представлены тенденции / инновации, обобщение которых показано на рисунке 2. Три из десяти инноваций: облачная совместная работа, картирование активов и прогностическое программное обеспечение подтвердили наблюдения, касающиеся AR. Инновация кинетических дорог должна пониматься как преобразование кинетической энергии в электрическую энергию, производимую движущимися транспортными средствами [5].

Попытка синтеза можно ли составить резюме этих тенденций? Их сравнение даже не желательно, потому что они касаются очень разных аспектов, то есть от дизайна и технологии строительства до экономических вопросов. Ниже приведена попытка синтеза, но в области управления строительством. На рисунке1 показана попытка сослаться на ранг и важность новых технологий в контексте вероятности возникновения всплесков [2].

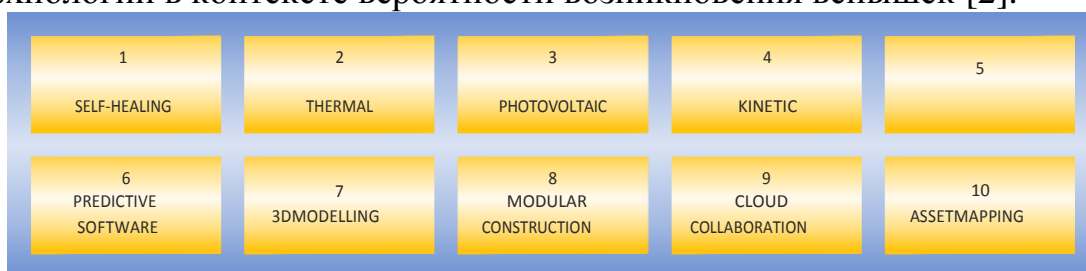


Рисунок 1. Инновации с учетом дополненной реальности

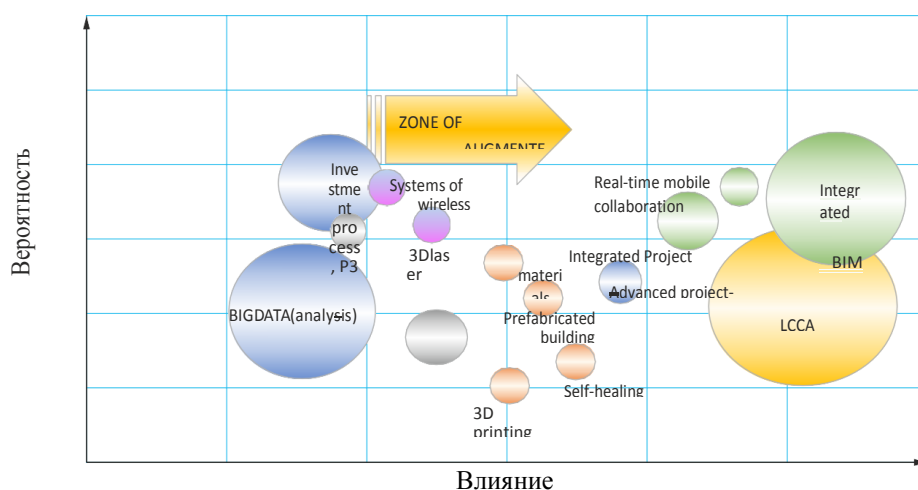


Рисунок 2. Попытка определить ранг и важность новых технологий в управлении строительством - в настройке вероятности воздействия

Коммерциализация инновационных подходов - тенденции в строительной индустрии, рассматривая коммерциализацию инновационных подходов в КИ, очевидно, что изменения являются захватывающими, но они требуют денег и знаний [8]. Что коммерческий рынок предлагает разработчикам и пользователям? Компании работают на основе коммерческого права и не ограничиваются консалтингом (предлагая «ключ к успеху»), но также основами образования. Основываясь на самых впечатляющих достижениях компаний, они достигли следующих областей [10]:

- Возобновляемая энергия и устойчивое развитие, включая солнечные установки, схемы отопления и охлаждения, экологически чистые строительные материалы. Все решения хорошо продаются,

- Моделирование виртуальной и дополненной реальности в этой области - новые способы моделирования и визуализации проекта недвижимости или реконструкции, сложные цифровые модели. Сегодня это коммерческий детерминант компании,

- Быстровозводимое коммерческое строительство, в том числе реклама, оптимизирующая процесс строительства, будет завершено быстрее, обеспечена лучшая безопасность и производительность,

- Интегрированные мобильные технологии и умные здания. Многие покупатели удивлены разнообразием вариантов автоматизации и управления зданием. Три решения имеют наибольший спрос: безопасность и доступ на месте, контроль и регулирование климата, связь на месте.

- Трехмерная печать: возможность использования изогнутых форм в отличие от обычных ограничений, то есть прямолинейные формы (ограничивающие архитектуру законченного здания).

Во всех случаях предлагается снижение затрат за счет автоматизации и оцифровки. Крупные компании (корпорации) внедряют инновации больше, чем мелкие и средние [4]. Это связано главным образом с тем, что они уже



инвестировали в инновационные решения и не хотят терять свою позицию на конкурентном рынке [7].

Инновации ассоциируются (и это правильно) с динамичным экономическим развитием. Атрибуты: конкурентоспособность, полезность решений, стратегии изменений. Решения для строительной индустрии (СИ) образуют диапазон, расширяющийся в разных направлениях. Материальные и технологические / аппаратные тренды универсальны. Особое внимание уделяется интегрированным действиям, например, Интегрированному управлению, Интегрированной реализации проектов (IPD), Системам беспроводного мониторинга, IoT (Интернет вещей), Рассуждению на основе конкретных случаев, BLM (Управление жизненным циклом здания). Сила инноваций требует подходящего субстрата [10]. Это законодательные и организационные вопросы. Экономические отношения также играют важную роль. В развитых странах в КИ внедрилась система организации типа D-B-O (проектирование-сборка-эксплуатация), соответствующая требованиям системы P3 (государственно-частное партнерство). В цитируемых отчетах подчеркивается, что организация процесса инвестирования P3-типа является наиболее предпочтительной в инновационных спекуляциях. Все представленные тенденции либо прямо (например, зеленые здания), либо косвенно влияют на устойчивое развитие. Чувствуется, что вопросы безопасности являются важными требованиями для инноваций [3]. Эксперты выражают обеспокоенность по поводу нехватки персонала и его подготовки [4].

### ***Библиографический список***

1. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Реализация концепции программы автоматизации управленческого учета. //В сборнике: Актуальные проблемы финансов глазами молодежи. Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции. 2017. С. 31-33.

2. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Автоматизированный метод обучения студентов инженерных специальностей. //В сборнике: Технологическое развитие современной науки: тенденции, проблемы и перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2018. С.4-6.

3. Маркова Е.В., Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Методика оценки уровня конкурентоспособности продукции инновационного предпринимательства//Вестник Самарского муниципального института управления. 2013. №1 (24). С. 47-54.

4. Морозов В.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Системный анализ и моделирование процессов управления организационно-техническими системами //Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2009. №2 (24). С. 234-237.

5. Морозова Е.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Моделирование деятельности инновационного образовательного комплекса.//Известия Самарского научного

центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2011. Т. 13. № 2-2. С. 306-310.

6. AlDarabseh A.M.F., Markova E.V., Volskov D.G. High-tech board integrated management system in hovercraft complex. // В книге: системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции. 2016. С. 12-16.

7. Вольсков Д.Г. Оптимизация численным методом основных параметров самолёта. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 6-2. С. 399-405.

8. Аль - Дарабсе А.М.Ф., Вольсков Д.Г., Маркова Е.В. Изменение поисковых алгоритмов поисковыми системами на примере google // В сб.: Интеграция науки, общества, производства и промышленности сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 6-8.

10. Оценка компетенций при целостности системы образования Вольсков Д.Г. Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2017. № 1 (77). С. 4-6.

9. Вольсков Д.Г. Решение задачи оптимизации основных параметров самолёта численным методом. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2014. № 3 (67). С. 33-40.

10. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Последствия инфляции и способы их устранения. // В сборнике: Экономическая наука и хозяйственная практика: современные вызовы и возможности кооперации теоретико-методологических и прикладных исследований Материалы международной научно-практической.

11. Суворова, Н.А. Архитектурно-планировочные решения объектов социального назначения [Текст] / Н.А. Суворова, Е.Н. Бурмина // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. – Рязань, 2019. – С. 653-656.

12. Китаева, Е.А. Применение материалов Sika для усиления железобетонных конструкций [Текст] / Е.А. Китаева, Н.А. Суворова // Актуальные вопросы применения инженерной науки. – Рязань, 2019. – С. 339-342

**УДК 628.218**

*Овчерова К.А.,  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,  
г. Новочеркасск, РФ*

## **СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К СТРОИТЕЛЬСТВУ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

Участок строительных работ располагается в поселке Ковалёвка, который находится в западной части Аксайского района, Ростовской области и входит в состав Рассветовского сельского поселения. Структурно территория

расположена в пределах южной части Восточно-Европейской равнины. В геоморфологическом плане территория приурочена к левобережной террасе реки Темерник. Рельеф местности преимущественно низменно-равнинный. Не посредственно на участке строительных работ, рельеф относительно ровный и имеет техногенный характер, сформированный в результате планировки территории при строительстве зданий, дорог и коммуникаций. В орографическом отношении территория располагается с вариациями абсолютных отметок от 60,0 м до 100,0 м.

По климатическому районированию для строительства территория Ростовской области относится к району III В [1].

По приложению Д [2]:

- снеговой район — II (карта 1а);
- ветровой район по средней скорости ветра, м/с, за зимний период — 6 (карта 2);
- ветровой район по давлению ветра — III (карта 3);
- по толщине стенки гололеда — III (карта 4);
- по среднемесячной температуре воздуха, °С, в январе — район -10°С (карта 5);
- по среднемесячной температуре воздуха, °С, в июле — район 25°С (карта 6);
- по отклонению средней температуры воздуха наиболее холодных суток от средней месячной температуры, (°С), в январе — район 15° (карта 7).

Строительство очистных сооружений канализации ОСК в поселке Ковалевка Аксайского района в г. Аксай включает в себя строительство здания станции очистки сточных вод, состоящее из: блока механической очистки, блока биологической очистки, блока доочистки и блока обработки осадка.

Здание станции очистки сточных вод состоит из трех основных блоков, разделенных между собой в осях В-Г; Е-Ж деформационными швами 50 мм.

Средний блок представляет собой однопролетную двухэтажную отапливаемую секцию размером 90х9,4м в осях Г-Е/1-19 с подвальным помещением и двухэтажной встройкой в осях 12-19/Г-Е на втором этаже секции. Фундамент – монолитная железобетонная плита толщиной 500 мм, расположенная в осях Г-Е/1-19. Отметка верха плиты -0,030. По осям 9, 14 предусмотрены деформационные швы шириной 50 мм и высотой, равной толщине плиты. От отметки верха плиты вдоль осей Г, Е по осям 2, 4, 6, 8+5750, 10, 11, 12, 13/1+5750, 15, 16, 17, 18 размещены монолитные железобетонные колонны сечением 400х400 мм с консолью в верхней части. Верх колонн расположен на отм. +6,050. От отметки верха плиты вдоль осей Г, Е по осям 6/1, 9+250, 14+250 размещены монолитные железобетонные колонны сечением 400х400 мм без консоли в верхней части. Верх колонн расположен на отм. +6,050. От отметки верха плиты вдоль оси Д по осям 2, 4, 6 размещены монолитные железобетонные колонны сечением 400х400 мм. Верх колонн расположен на отм. +2,300. От отметки верха плиты вдоль оси Д по осям 6/1, 8, 9 (по обе стороны от деформационного шва), 10, 11, 12, 13/1, 14 (по обе

стороны от деформационного шва), 15, 16, 17 размещены монолитные железобетонные колонны сечением 400x400 мм. Верх колонн расположен на отм. +6,050. По верху железобетонных колонн вдоль осей Г, Е по осям 2, 4, 6 предусмотрены горизонтальные монолитные балки – распорки сечением 790x350(h) мм. На отметках верха железобетонных колонн вдоль осей Г, Е по осям 2, 4, 6, 8+5750, 10, 11, 12, 13/1+5750, 15, 16, 17, 18 смонтированы стальные колонны каркаса. В осях 1-19/Г-Е на отметке +2,300 расположено монолитное перекрытие подвального этажа толщиной 200 мм. По осям 9, 14 предусмотрены деформационные швы шириной 50 мм и высотой, равной толщине плиты. В плите предусмотрены монтажные проемы, перекрытые съемными металлическими щитами. Заезд автотранспорта на перекрытие запрещен. На отметке +6,050 в осях 6/1-19/Г-Е предусмотрено монолитное железобетонное перекрытие первого этажа толщиной 200 мм. По осям 9, 14 предусмотрены деформационные швы шириной 50 мм и высотой, равной толщине плиты. Перекрытие двухэтажной встройки в осях 12-19/Г-Е – монолитное железобетонное толщиной 150 мм по стальным балкам. Отметка низа плиты +10,000. По оси 14 предусмотрен деформационный шов шириной 50 мм и высотой, равной толщине плиты. Покрытием встройки являются кровельные трехслойные панели с утеплителем из негорючих материалов толщиной 80 мм, смонтированные на отметке +13,540. В осях 18-19/Д-Е предусмотрена лестничная клетка, соединяющая все этажи блока и имеющая выход на кровлю. Стены, лестничные марши, площадки и покрытие выполнены из монолитного железобетона. Колонны каркаса – металлические. По верху колонн смонтированы двускатные металлические балки. Отметка низа балок +13,900. Шаг колонн – 6м, 5,75м, 6,25м. шаг балок – 6м, 5,75м, 6,25м. Площадки обслуживания технологического оборудования, мостики, лестницы и ограждения – металлические. Внутренние перегородки выполнены из керамического полнотелого кирпича (толщиной 120 мм), пустотелых бетонных блоков (толщиной 90 мм) и стеновых панелей (толщиной 100 мм). По всей высоте кирпичных и бетонных перегородок предусмотрено армирование кладки. На отметке 5,550 в осях 10-18 располагается монорельс г/п 1,0 тс. На отметке +13,250 в осях 1-12 предусмотрен подвесной кран г/п 3,2 тс.

Два боковых блока в осях А-В/1-19; Ж-К/1-19 размером 90x15м каждый представляют собой блок емкостей с установленными по верху стен металлическими колоннами, металлическими фермами и балками покрытия. Днище – монолитная железобетонная плита толщиной 500 мм, стены и перегородки блока емкостей – монолитные железобетонные толщиной 400 мм. Каждый блок разделен деформационными швами на секции. Деформационные швы шириной 50 мм предусмотрены по осям 9, 13, 16. Деформационные швы между отсеками запроектированы в виде парных стен. Технологические струнаправляющие перегородки, установленные на днище емкости и опорные балки технологических модулей – металлические. Сварка элементов выполняется электродами Э-42А [3].

Класс здания станции очистки сточных вод - КС-2 (уровень ответственности нормальный) [4]. Степень огнестойкости здания - II. Класс конструктивной пожарной опасности С0. Класс функциональной пожарной опасности - Ф5.1. Категория по пожарной и взрывопожарной опасности – Д  
Тип фундаментов – монолитная железобетонная плита толщиной 500 мм.

В качестве ограждающих конструкций устанавливаются монолитные железобетонные стены и металлические панели типа «сэндвич со слоем теплоизоляции из негорючей минеральной ваты на основе базальтового волокна производства компании "Металл Профиль».

Заполнение оконных проёмов (за исключением окон в стенах по осям Г,Е) осуществляется блоками из ПВХ профилей [5] с однокамерным стеклопакетом. Заполнение оконных проемов стен по осям Г, Е предусмотрено противопожарными оконными блоками.

Заполнение наружного дверного проёма лестничной клетки - дверной блок из ПВХ – профилей [6]. Дверной блок для выхода на кровлю - стальной [7] (наружный). Заполнение внутренних дверных проемов выполняется: дверными блоками из ПВХ – профилей [6], дверными блоками стальными [7], дверными блоками деревянными [8], дверными блоками МДФ, двери противопожарные НПО «Пульс» по серии 1.036.2-3.02. Заполнение проемов ворот выполняется воротами металлическими противопожарными по серии 1.435.2-37.94.

Для II степени огнестойкости сооружения в соответствии с указаниями [9] предел огнестойкости основных строительных конструкций сооружения:

- колонны, связи по колоннам - R 90;
- наружные ненесущие стены - E 15;
- перекрытия междуэтажные - REI 45;
- внутренние стены лестничных клеток - REI 90;
- марши и площадки лестниц - R 60;
- фермы, балки, прогоны - R 15.

Для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания, отвечающих за его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре (колонны, связи, фермы), применяется огнезащита конструкций в соответствии с требованиями [10] пункт 5.4.3 и последующая финишная окраска при необходимости.

Решения по защите железобетонных конструкций блоков в осях А-В/1-16; И-Л/1-16 от коррозии осуществляются с применением типовых узлов «Альбома технических решений гидроизоляции», Окраска металлоконструкций, для которых огнезащита не предусмотрена, осуществляется в соответствии с указаниями – нанесение защитных лакокрасочных покрытий группы I – 80 (общая толщина покрытия, включая грунтовку, составляет 80мкм).

Для защиты металлоконструкций, расположенных в жидкой среде (в помещениях блоков емкостей), осуществляется нанесение защитных лакокрасочных покрытий группы III – 160 (общая толщина лакокрасочного покрытия, включая грунтовку, составляет 160мкм).

Подбор сечений стальных элементов и армирование железобетонных конструкций осуществляется с использованием ПК «ЛИРА-САПР 2015». Расчеты осадки фундаментов выполнены с использованием ПК «GIPRO». В соответствии с указаниями СП 21.13330.2012 "Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах" устранение просадочных свойств грунтов в основании фундаментов на площадке с I типом грунтовых условий по просадочности предусмотрено путем уплотнения тяжелыми трамбовками.

### ***Библиографический список***

- 1.СНиП 23-01-99 с изм. 2003 г.
- 2.СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*.
- 3.ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы (с Изменением N 1).
- 4.ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
- 5.ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия.
- 6.ГОСТ 30970-2014 Блоки дверные из поливинилхлоридных профилей. Общие технические условия.
- 7.ГОСТ 31173-2003 Блоки дверные стальные. Технические условия.
- 8.ГОСТ 6629-88 Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий. Типы и конструкция.
- 9.ФЗ №123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
- 10.СП 2.13130.2012 "Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты".
- 11.Нефедова, С.А. Эффективность очистки сточных вод, используемых для водопоя сельскохозяйственных животных, во взаимосвязи с биоиндикационными реакциями биоты водоёмов [Текст] / С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин, Л.Б. Зутова, И.А. Ипатов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2014. – № 1 – С. 64-69.

**УДК 628.218**

*Овчерова К.А.,  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Новочеркасск, РФ*

## **СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Проектирование водопроводных очистных сооружений в городе Белоярский предусматривает:

1. Реконструкцию водозабора с насосной станцией первого подъема г.Белоярский

## 2. Реконструкцию водоочистных сооружений (ВОС) г.Белоярский

Рассмотрим технологическую схему водоочистных сооружений (ВОС) г. Белоярский более подробно.

Насосная станция первого подъема предназначена для подачи воды из реки Ка-зым на водопроводные очистные сооружения. Проектная производительность НС составляет 15000 м<sup>3</sup>/сут. Насосная станция работает в двух режимах: нормальном и аварийном. При нормальном режиме работы поток речной воды поступает в здание НС 1-го подъема по двум существующим стальным водоводам речной воды. В аварийном режиме полный расход воды подается по одному водоводу.

Речная вода перекачивается на водоочистные сооружения по существующему напорному водоводу, количество водоводов 2 шт (1- раб, 1- резерв.). Для измерения расхода на напорных линиях водоводов устанавливается расходомер. В машинном зале насосной станции устанавливаются самовсасывающие насосы производительностью 101 м<sup>3</sup>/ч, напором 23 м, количество - 4 шт (2 раб., 2 рез). Технические характеристики насосов позволяют обеспечить высоту всасывания до 7 м, при максимальной необходимой высоте 4 м. Максимальная необходимая высота всасывания определяется отметкой минимального 95%-го уровня воды в реке Казым и отметкой оси насоса. Насосы оборудованы устройством частотного регулирования, управление осуществляется в зависимости от уровня воды в резервуаре речной воды. Работа насосной станции осуществляется в автоматическом режиме без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

На всасывающей линии каждого водовода речной воды устанавливается вакуумметр, по показаниям которого определяется необходимость очистки водоприемных оголовков водной промывкой или воздушной продувкой.

Промывка кратковременная, время промывки принимается 10-15 минут, объем промывной воды для одного оголовка составит 104 м<sup>3</sup>. Вода для промывки подается по трубопроводу, на котором установлены дисковые затворы с электроприводом и блоком управления.

Промывка может производиться обратным током из резервуара речной воды или включением резервного насоса. Выбор режима промывки и управление запорной арматурой осуществляется оператором с пульта управления.

Для продувки оголовков в здании насосной станции установлен компрессор производительностью 1,2 м<sup>3</sup>/мин с ресивером объемом 500 л. Сжатый воздух компрессором нагнетается в ресивер до давления 10 атм и затем по трубопроводу подается к одному из оголовков. На напорной линии установлена запорная арматура - электромагнитный клапан.

Исходная вода характеризуется повышенной цветностью, что характерно для природных вод Северного региона России, а также повышенным содержанием органического железа. Схемой реконструкции предусматривается процесс обезжелезивания путем аэрации воды и реагентного окисления,

обработки ее щелочным реагентом (сода), выделения соединений трехвалентного железа и двуокиси марганца фильтрованием. Для снижения цветности принят метод реагентной обработки воды коагулянтном с хлопьеобразованием в стесненном объеме с последующим фильтрованием.

Первая ступень фильтрации предполагает использование напорных фильтров, с загрузкой марки ОДМ-2Ф.

Вторая ступень фильтрации обработанной воды производится на фильтрах второй ступени, с загрузкой марки Каусорб. Активированные дробленые угли марки Каусорб изготавливаются из активированной скорлупы кокосовых орехов путем ее дробления с последующим рассевом. Активированные угли на основе кокоса отличаются хорошо развитой микропористой структурой, высокой прочностью, что позволяет проводить многократную регенерацию.

Третьей ступенью обработки воды является ультрафильтрация.

Ультрафильтрация представляет собой надежный и эффективный способ очистки воды от тонкодисперсных и коллоидных примесей, органических веществ, бактерий и вирусов, не меняющий ее солевой состав. Метод ультрафильтрации, основанный на использовании мембран с размером пор от 0,1 до 0,01 мкм, предназначен для получения питьевой воды высокого качества.

Мембранный ультрафильтрационный модуль состоит из тонких капилляров, стенками которых являются ультрафильтрационные мембраны. Исходная вода поступает внутрь капилляра. Способные проникать через мембрану частицы и молекулы воды проходят через стенки капилляра, а более крупные частицы остаются внутри капилляра.

Применение методов контактной коагуляции при двухступенчатом фильтровании на загрузках ОДМ-2Ф и Каусорб, с последующей доочисткой на мембранных ультрафильтрационных модулях, позволяет эффективно удалить из воды нефтепродукты за счет способности нефтепродуктов к адгезии.

Основным преимуществом ультрафильтрации является то, что качество очищенной воды остается стабильно высоким практически независимо от качества исходной воды.

Ультрафильтрационная система водоподготовки работает в автоматическом режиме и управляется микропроцессорным контроллером (PLC), который координирует работу всех компонентов системы, управляя работой насосов, вентилях и дозирующего оборудования.

К преимуществам УФ установок обеззараживания воды относятся:

- глубокое обеззараживание воды за 3-5 сек;
- экологическая безопасность;
- простота эксплуатации, особенно по сравнению с хлорированием;
- отсутствие проблемы борьбы с коррозией оборудования;
- низкие эксплуатационные расходы.

Проектирование водоочистных сооружений позволит:

- уменьшение производительности водозабора и водопроводных очистных сооружений до 7500 м<sup>3</sup>/сут;



- разработку технологической схемы водоподготовки речной воды, обеспечивающей стабильное качество питьевой воды по сезонам года до норм СанПиН 2.1.4.1074-01;
- создание автоматизированной системы управления технологическими процессами водоподготовки, надежного управления и контроля технологическими параметрами;
- автоматического контроля и регулирования подачи питьевой воды в городскую водопроводную сеть;
- использования современного оборудования;
- снижения энергопотребления на перекачку воды и ее очистку.

При проектировании водоочистных сооружений (ВОС) города Белоярский использовались такие программы Autodesk AutoCAD, Revit®. AutoCAD Architecture помогает работать над архитектурными чертежами еще более эффективно, предоставляет новые рациональные инструменты для скорейшего составления документации. Программное обеспечение Revit® на основе технологии BIM содержит возможности для проектирования архитектурных элементов, инженерных систем и строительных конструкций, а также планирования строительства. Revit поддерживает межотраслевой процесс проектирования в среде для совместной работы.

#### ***Библиографический список***

- 1.«Примеры расчетов водопроводных сооружений» Ю.М.Ласков. Москва Стройиздат, 1987.
- 2.«Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы». Хенце М, Армоэс П, Ля-Кур-Янсен Й, Арван Э. Москва «Мир», 2004.
- 3.ТКП 45-4.01-202-2010(02250) Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования. Минск 2011.
- 4.СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*.
- 5.СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий»
- 6.СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий» Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85
- 7.СП 10.13130.2009 «Внутренний противопожарный водопровод»
- 8.СП 8.13130.2009 «Источники наружного противопожарного водоснабжения».
9. Бышов Н.В., Латышенко М.Б., Костенко М.Ю., Лунин Е.В., Астахова Е.М., Терентьев В.В., Тараканова Н.М., Морозова Н.М. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие по выполнению раздела «Безопасность жизнедеятельности» дипломного проекта. -Рязань: Изд. РГАТУ, 2013. -96 с.

## **ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В настоящее время крупные ежегодные потери Российской Федерации, в том числе и Рязанской области, связаны с неудовлетворительным качеством автомобильных дорог и городских улиц. Поскольку снижается скорость перевозки грузов, растут непроизводительные простои в ремонте автотранспорта, затраты на его ремонт и обслуживание, ежегодно увеличиваются затраты на малоэффективные ямочные ремонты дорог. Поэтому назрела необходимость разработки новых дорожно-строительных материалов, которые позволили бы увеличить сроки бездефектной службы покрытий как на вновь построенных, так и на реконструированных или отремонтированных дорогах. При разработке таких материалов важно применять набор компонентов, удовлетворяющих технико-экономическим требованиям, а также природно-климатическим условиям и условиями движения автомобилей в районе эксплуатации дорожного покрытия. Перечисленным выше критериям могут соответствовать полимерасфальтобетонные смеси. Поскольку полимерасфальтобетонные смеси обеспечивают долговечность дорожных покрытий в регионах, где температура воздуха в наиболее холодное время суток достигает минус 20°C и ниже, а расчетная температура сдвигоустойчивости покрытий с переменными знаками составляет 70°C.

Примерный состав полимерасфальтобетонной смеси на основе битума таков: щебень в количестве от 53 мас.% до 65 мас.%, песок в количестве от 18 мас.% до 28 мас.%, минеральный порошок в количестве от 17 мас.% до 23 мас.%, а битум, блок-сополимер, пластификатор и поверхностно-активное вещество в суммарном количестве, составляющем 4,4 - 4,7% сверх массы названного минерального компонента, с которым они перемешаны в нагретом состоянии. Данные смеси рекомендуется применять в дорожном строительстве, а именно при устройстве покрытий в процессе строительства, реконструкции и ремонтах дорог, мостов и аэродромов в регионах с температурным режимом, при котором температура воздуха наиболее холодных суток ниже минус 20°C, а расчетная температура сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий соответствует дорожному покрытию. При этом все ранее известные дорожно-строительные материалы не обеспечивают получение покрытий в регионах с температурным режимом, при котором температура воздуха наиболее холодных суток достигает температур ниже минус 30°C, а расчетная температура сдвигоустойчивости

асфальтобетонных покрытий выше 70°C. Полимерасфальтобетонная смесь, включающая наполнитель, состоящий из щебня (64-68 мас.%), песка из отсевов дробления (16,5-18,0 мас.%) и минерального порошка (9,5-11,0 мас.%), полимерно-битумный компонент (6,0-6,5 мас.%) и стабилизирующую добавку - минеральные волокна асбеста (0,35-0,45 мас.%). Полимерно-битумный компонент содержит битум - 86-89 мас.%, полимер - бутадиен-стирольный термоэластопласт - 2,5-5,0 мас.%, пластификатор - индустриальное масло - 5,5-7,5 мас.% и высокомолекулярное поверхностно-активное вещество - 1-3 мас.%. Указанный выше состав полимерно-битумного компонента обеспечивает получение продукта со свойствами, присущими эластомерам, что обеспечивает упругую деформацию, снижение хрупкости при низких температурах и одновременно уменьшение сдвигоустойчивости дорожного покрытия при высоких температурах эксплуатации дорожного покрытия, а также большей его устойчивости к температурным и динамическим нагрузкам. Однако температура хрупкости такого материала составляет температуру минус 22°C, что не актуально в условиях России, где температура наиболее холодных суток на 96% территорий ниже минус 25°C.

Известна полимерасфальтобетонная смесь, включающая наполнитель, состоящий из щебня, песка из отсевов дробления и активированного минерального порошка, полимерно-битумный компонент и стабилизирующую добавку - минеральные волокна асбеста [4, стр. 31-33, 39]. Недостатком указанной асфальтобетонной смеси является неудовлетворительная долговечность покрытия ввиду того, что полимерно-битумный компонент, входящий в состав асфальтобетонной смеси, имеет невысокую устойчивость к расслоению и неудовлетворительную адгезию с поверхностью наполнителя. В процессе эксплуатации дорожных покрытий на основе названной асфальтобетонной смеси происходит отслаивание полимерно-битумного компонента от щебня из-за динамических нагрузок, вызванных большой осевой нагрузкой от транспортных средств и высокой интенсивностью движения, а также в результате температурных нагрузок, вызванных высокими температурными перепадами, снижающими влагоустойчивость покрытия. Это ведет к разрушению целостности покрытия и, как следствие, к необходимости проведения ремонтных работ.

В качестве прототипа выбрана полимерасфальтобетонная смесь, используемая для устройства покрытия, обладающего некоторой трещиностойкостью в зимний период и сдвигоустойчивостью и прочностью в условиях летней эксплуатации. Указанная смесь содержит минеральные компоненты - щебень, песок, минеральный порошок и полимерно-битумный компонент следующего состава: битум «БНД90/130» - 87-91 мас.%; стирол-бутадиен-стирольный блок-сополимер - 9-13 мас.%. В целом полимерасфальтобетонная смесь содержит щебень в количестве 8-12 мас.%, песок в количестве 49-61 мас.%, минеральный порошок в количестве 19-26 мас.% и указанный полимерно-битумный компонент в количестве 9-15 мас.%. Покрытие, полученное из указанной асфальтобетонной смеси, обладает

достаточно высокой прочностью, сдвигоустойчивостью и водонепроницаемостью. Кроме того, указанная смесь обладает высокой подвижностью при температуре укладки и способна после распределения в полотне дорожного покрытия самовыравниваться, а после остывания естественным образом формироваться в эластичный монолит повышенной плотности. Однако достигаемая трещиностойкость покрытия, полученного из указанной асфальтобетонной смеси, не обеспечивает способность дорожной конструкции долгосрочно воспринимать воздействие движущихся транспортных средств и низкотемпературных погодноклиматических факторов. Необходимо отметить, что для того, чтобы обеспечить высокую подвижность полимерасфальтобетонной смеси на основе такого высоковязкого полимерно-битумного компонента, ее температура укладки должна быть не ниже 180-190°C, что приведет к его старению и деструкции входящего в его состав полимера. Кроме того, при указанном содержании полимера имеет место значительное удорожание полимерасфальтобетонной смеси, что практически исключает ее широкое применение в России. Технический результат, который может быть достигнут при использовании предлагаемой полимерасфальтобетонной смеси, заключается в возможности создания экономичных, при этом долговечных, не подверженных трещинообразованию различного характера дорожных, мостовых и аэродромных покрытий в регионах, где температура воздуха наиболее холодных суток ниже минус 20°C и достигает температур минус 40°C, а расчетная температура сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий достигает 70°C. Указанная задача решается за счет того, что полимерасфальтобетонная смесь на основе битума, блок-сополимера типа стирол-бутадиен-стирол и минерального компонента, согласно изобретению, дополнительно содержит пластификатор на основе парафинафтеновых углеводородов, поверхностно-активное вещество, а в качестве минерального компонента содержит щебень, взятый в количестве от 53 мас.% до 65 мас.%, песок в количестве от 18 мас.% до 28 мас.%, минеральный порошок в количестве от 17 мас.% до 23 мас.%, а битум, блок-сополимер, пластификатор и поверхностно-активное вещество она содержит в суммарном количестве, составляющем 4,4-4,7%. Причем последний компонент имеет следующий состав: битум содержится в количестве от 47,0 до 90 мас.%, блок-сополимер типа стирол-бутадиен-стирол в количестве от 2,0 до 7,0 мас.%, пластификатор на основе парафинафтеновых углеводородов в количестве от 6,5 до 50,0 мас.%, поверхностно-активное вещество в количестве от 0,4 до 0,9 мас.%, смешение требуется проводить в нагретом состоянии. Благодаря применению данной полимерасфальтобетонной смеси дорожное покрытие получит многократно повышенную трещиностойкость, сдвигоустойчивостью, водо- и морозостойкость, усталостную прочность во всех климатических зонах при различных условиях движения любого колесного транспорта, то есть сохраняет работоспособность под действием нагрузок от колес транспортных средств в диапазоне эксплуатационных температур и не переходит в хрупкое состояние при низких отрицательных температурах, не переходит в текучее,

вязкое реологическое состояние при расчетных, высоких положительных температурах дорожных покрытий дорог, мостов, аэродромов. В качестве пластификатора на основе парафинонафтеновых углеводородов, полимерасфальтобетонная смесь содержит индустриальное масло.

Вследствие повышения эксплуатационных свойств дорожных покрытий, полимерасфальтобетонные смеси имеют широкие перспективы применения на автомобильных дорогах Рязанской области.

### ***Библиографический список***

1. Ермошин Н.А. Эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие военно- автомобильных дорог: Учебник / Н.А. Ермошин, Ю.Г.Лазарев, С.В. Алексеев, В.Г. Лунев, Б.Г. Ашуркин, А.Н. Новик, В.А. и др. // СПб: ВАТТ, 2015. 312 с.

2. Гортунов А.С., Маслова Л.А. Увеличение дорожно-эксплуатационных качеств асфальтобетонных покрытий с применением добавок в виде модификатора «PRPlastS» [Текст] / А.С.Гортунов, Л.А. Маслова. // Сб. материалов Внутривузовской студенческой научно-практической конференции «Студенческая наука и образование», ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, 20 апреля 2017г.

3. Попов А.С. Определение прочностных характеристик сероасфальтобетона [Текст] / А.С.Попов, С.Г. Малюгин, Н.А.Суворова, О.П.Гаврилина, А.С.Штучкина. // Сб.: «Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса». Материалы научно – практической конференции. 2017. С. 161- 164.

4. Строительство дорожных и аэродромных покрытий из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. // - М.: "Информавтодор", 2003. - с.2, 31-33, 39.

5. Китаева, Е.А. Применение материалов Sika для усиления железобетонных конструкций [Текст] / Е.А. Китаева, Н.А. Суворова // Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции 20 февраля 2019 года. – Рязань, 2019. – С. 339-342

6. Попов, А.С. Практические аспекты применения модифицированного сероасфальтобетона [Текст] / А.С. Попов, Н.А. Суворова // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса россии: Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 178-181.

7. К вопросу о применении сероасфальтобетона [Текст] / Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Попова В.О. и др. // Сб. Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых. Материалы научно-практической конференции с международным участием. – Рязань, 2018. – С. 227-229.

*Суворова Н.А., к.п.н.,  
Максименко О.О., к.т.н.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Бурмина Е.Н., к.т.н.,  
РИ(ф)ФГБОУ ВО МПУ г. Рязань, РФ*

## **ТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА - ОСНОВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Инновационные идеи модернизации российского образования нацелены на создание единого общеевропейского образовательного пространства, интеграцию лучших образовательных традиций разных стран, с целью формирования профессионально компетентной личности. Бакалавру XXI века, для успешной профессиональной деятельности необходимы такие личностные качества как самостоятельность, целенаправленность, организованность, ответственность, умения выявлять приоритетные решения технических задач и проблем, а так же способности к творческому профессиональному саморазвитию.

На современном вузовском этапе ученые считают, что профессиональная компетентность, как образовательный феномен, формируется под влиянием многих факторов одним из которых является профессиональная «подготовленность и способность эффективно, творчески решать задачи профессиональной деятельности» (К.А. Абульханова и др.), то есть результативная, способность будущего специалиста к системной деятельности

Формирование знаний, умений, навыков и приобретение опыта профессиональной деятельности происходит на теоретическом, практическом и функциональном уровнях [1, с. 6]. Теоретический уровень - это знание необходимых основ будущей профессиональной деятельности.

Практический уровень предусматривает систему практических занятий по «алгоритму действия - измененному алгоритму - творчеству» поскольку способностью к творческому мышлению в какой-то мере обладает каждый человек, а проявляется такое мышление в различных формах в разном возрасте, в разных сферах деятельности [2, с. 42].

Практические занятия в вузе направлены на формирование проектировочных, конструктивных, организаторских, коммуникативных, креативных, рефлексивных умений и навыков, то есть на выработку практических умений, на основе теоретических знаний.

В процессе практической работы студент «получает опыт той работы, которую он выбрал, и пытается определить, соответствует ли характер данной работы его способностям и умениям». Все разделы технических задач, отражаются в практической работе и способствуют выявлению уровня овладения компетенциями. Ситуационный, воспроизводит содержательную сторону будущей профессиональной деятельности и определяет

последовательность предметно-логических действий на основе накопленного опыта и приобретенных знаний. Функциональный раздел направлен на моделирование профессиональной деятельности в целом и характеризует ее структурно - функциональную, динамическую сторону.

Общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции предполагают знания о методах анализа, соотнесения частей профессиональной информации и установления связи между ними, выделения информации, установки и принятия решения, критически оценивать информацию для вывода суждения, фактов и их анализа, т.е. возникает возможность сохранять и проектировать профессиональную деятельность от цели до результата.

М.М. Левина и др. определяют техническую задачу как профессиональную проблему, моделирующую проблемную ситуацию, в основе которой есть техническое противоречие [3]. «Посредством учебной задачи создается поле познавательной деятельности для обучающегося», организуется последовательность выполнения задач при условии овладения ориентировочной основой действий, выбирается алгоритм выполнения и «возможность управления учебно-познавательной деятельностью» [7, с. 142].

В настоящее время, ФГОС ВО, ориентирует выпускника деятельность (изыскательскую и проектно-конструкторскую, производственно-технологическую и производственно-управленческую, монтажно-наладочную и сервисно-эксплуатационную, экспериментально-исследовательскую, предпринимательскую) направленную на решение профессиональных задач, которые предполагают подготовленность научно-обоснованного комплекса знаний, умений и владения полученными компетенциями.

Профессиональная деятельность в технических вузах как правило ориентирована на региональные особенности, фундаментальную и отраслевую науку т.е. государственную политику в области образования [7, с. 143].

Для структурирования и классификации технических задач, формирования теоретического, практического, функционального уровня рассматриваем требования предъявляемые работодателем к профессиональной деятельности и выделяем: задачи на структурирование и систематизацию теоретических знаний; научно-информационные, технолого-технические задачи, задачи на проектирование способов деятельности; задачи конструирования; задачи анализа проблем в основе которых - реальные строительные процессы, явления, ситуации; расчетно-графические для использования табличного процессора Exce, математического пакета Mathcad и оформления расчетов в AutoCAD; информационно - технологические; прикладные на ЭВМ; творческие.

Технологическое и учебно-методическое обеспечение образовательного процесса предполагает разработанные блоки технических задач на основе регионального компонента, которые соответствуют основному объему знаний специальных строительных дисциплин, моделируют реальную профессиональную деятельность и при однонаправленности мотивов носят

вариативный характер. Определяя формирование профессиональных умений разработанные блоки технических задач переводят полученные знания на язык компетенций, то есть личного опыта. Сама деятельность обретает новое содержание, в основе которой лежит согласованная система умственных и практических действий, направленных на поэтапное формирование профессиональной компетентности. «В современных условиях профессиональная деятельность должна быть только творческой, основываться на использовании творческого потенциала личности в обновлении содержания и технологий образовательного процесса в высшей школе» [6, с. 132].

Профессиональные технические задачи, классифицированные по видам деятельности, обеспечивают усиление практической направленности содержания изучаемых дисциплин, являются критерием знаний, входят в структуру и служат измерителем компетентности. Содержание их связано с умением решать проблемные ситуации и приобретением личного, профессионального опыта, где техническое решение приводит к формированию профессиональной компетентности, развитию профессионального творчества и повышению конкурентоспособности личности. В таких условиях «возрастает потребность в деловых людях, способных ставить реальные и вместе с тем более сложные деловые задачи, проявлять инициативность и ответственность, демонстрировать решительность, энергичность в претворении поставленных задач в жизнь» [4, с. 66].

Научная обоснованность решения, системность, целостность, развивающий характер - важнейшие качества формирования профессиональной компетентности. Решение, которое научно обосновано, представляет синтез достижений науки и практики, поэтому опирается на анализ научных исследований, опыт работы преподавателей, реализующих компетентностный подход. Системность - представляет компоненты, отражающие интегральные свойства и качества, отсутствующие в отдельности. Целостность рассматриваем, как единство компонентов на основе общей цели и концептуальной основы. Развивающий характер состоит в направленности на совершенствование педагогического процесса путем использования компетентностного подхода и проявляется в формировании профессионально компетентной личности [5, с 220-221].

Успешное выполнение каждой технической задачи, важное условие организации технологического и учебно-методического обеспечения образовательного процесса, в котором постановка задачи входит как этап, а готовность её решить - результат выполнения этапа, наличие профессиональной компетенции, основа собственного профессионального опыта. Ведущим компонентом профессиональной компетентности считаем способность, приобретать знания, находить алгоритм профессиональной задачи для её решения, применять умения и сформированные навыки, в различных жизненных ситуациях, устанавливать связи между динамично обновляемой информацией и знаниями, как в теоретической, так и в практической деятельности.



Технологичность процесса обучения, систематизация, закрепление научно-теоретических знаний и их применение при решении профессиональных технических задач, делает этот процесс не только алгоритмичным, программируемым, экспериментально-исследовательским, но и творческим.

### ***Библиографический список***

1. Герасимов А.М. Инновационный подход в построении обучения. Учебное пособие. [Текст] / Герасимов А.М., Логинов И.П.– М., 2001. – С. 64.
2. Гребенкина Л.К. Формирование профессиональной компетентности студентов технического вуза в современных условиях [Текст] / Гребенкина Л.К., Суворова Н.А. Рязань 2012. – С 42.
3. Левина М.М. Технологии профессионального педагогического образования: Учеб.пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений [Текст] / – М.: Издательский центр «Академия», 2001, - 272 с.
4. Сонин В.А. Психология профессиональной деятельности [Текст] / Сонин В.А., Иванов С.П., Никитин О.С., Королькова В.А. – 2002. – С. 320.
5. Суворова Н.А. Дидактические особенности формирования профессиональной компетентности студентов технического вуза [Текст] / Сб.: Российский научный журнал – №2, – 2011. С. 216-221.
6. Термышева Е.Н. Креативные способности: сущность, содержание, проявление в деятельности [Текст] / Сб.: Школа будущего – 2013. – № 5. – С.127-134.
7. Суворова, Н.А. Подготовка студентов технического вуза на основе использования информационных образовательных ресурсов [Текст] / Сб.: Российский научный журнал. - 2011. № 4 (23). - С. 141-145.
8. Захарова, О.А. Инновационные методы и активизация учебного процесса в вузе [Текст] / О.А.Захарова // В сб.: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. – Новосибирск,2017. - С. 515-517.

**УДК631.6**

*Шеремет И.В.,  
Борычев С.Н., д.т.н.,  
Колошеин Д.В., к.т.н.,  
Маслова Л.А.,  
Суворова Н.А., к.п.н.,  
Волков А.И.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ: ВИДЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ**

Гидротехническими сооружениями называются объекты, предназначенные для использования водных ресурсов (рек, озер, морей, грунтовых вод), или для предотвращения вредного воздействия на окружающую среду (размыв берегов, борьба с наводнениями и пр.) [1]. Они

проектируются для различного назначения и в разнообразных природных условиях.

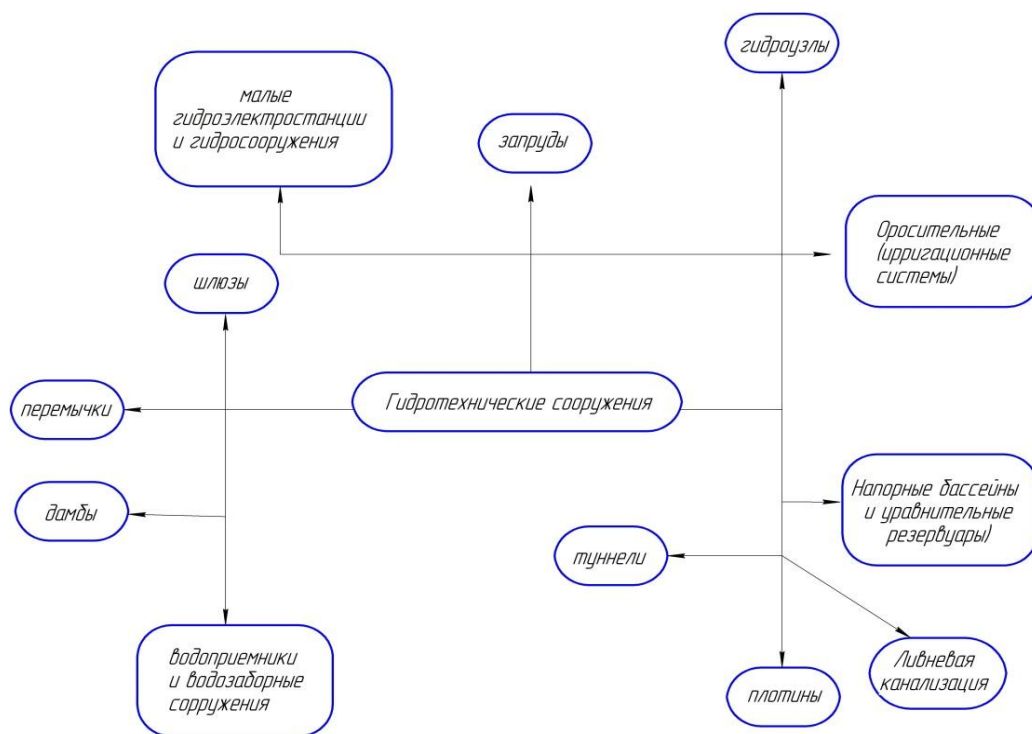


Рисунок 1 – Виды гидротехнических сооружений

Гидротехнические сооружения можно поделить на озерные, морские, речные, прудовые, сетевые и подземные.

Гидротехнические сооружения проектируют с целью [1]:

1. Мелиорации;
2. Защиты прибрежных территорий от наводнений;
3. Использования кинетической энергии воды (ГЭС);
4. Для водоснабжения городов и орошения полей;
5. Обеспечения деятельности речных и морских портов;
6. Регулирования уровня воды во время паводка.

По характеру и цели использования выделяются следующие виды [1, 2]:

1. Мелиоративные;
2. Для водоснабжения;
3. Водно-энергетические;
4. Канализационные;
5. Водно-транспортные;
6. Декоративные;
7. Лесоплавильные;
8. Рыбохозяйственные;
9. Спортивные.

По характеру выполняемых функций и по условиям взаимодействия с водотоком гидротехнические сооружения можно различить по следующим типам:

1. Водопроводящие (трубопроводы, гидротехнические туннели, каналы и др.), предназначенные для подачи воды к местам потребления;
2. Водоподпорные (дамбы и др.) служащие для перегораживания водотока;
3. Водосбросные (глубинные водосбросы, водосливы) предназначенные для сброса излишней воды (паводок);
4. Водозаборные, служащие для забора воды из водоемов;
5. Регуляционные (берегоукрепительные сооружения, струенаправляющие дамбы) предназначенные для регулирования взаимодействия потока с руслом, а также защиты берега от воздействия течения и волны [2, 3].

Также можно выделить специальные гидротехнические сооружения:

1. Комплексные ГТС (гидроузлы) – объединенные общей сетью каналы или плотины;
2. ГТС для использования водной энергии;
3. Мелиоративные ГТС – распределительные и магистральные каналы [4, 5];
4. ГТС для водного транспорта (судоходные шлюзы);
5. Рыбохозяйственные ГТС – рыбоходы, рыбоводные пруды.

По целевому назначению гидротехнические сооружения принято делить на специальные (рисунок 2) и общие.

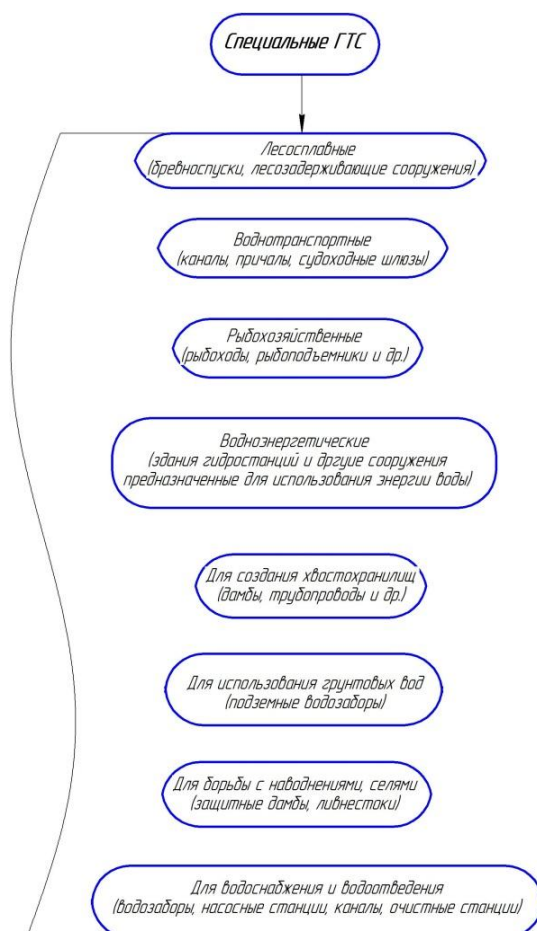


Рисунок 2 – Специальные гидротехнические сооружения

К общим сооружениям относят водосбросные, регулиционные, водоподпорные и водопроводящие. В первую очередь они предназначены для обеспечения необходимого пропуска паводкового расхода воды.

Также используют совмещенные сооружения, они выполняют одновременно несколько функций такие как, например судоходные шлюзы или совмещенные водозаборы.

По условиям использования речные гидротехнические сооружения можно поделить на временные и используемые при постоянной эксплуатации. К временным ГТС относят сооружения, используемые только в период ремонта или строительства постоянных сооружений [5, 6].

Постоянные гидротехнические сооружения делят на основные и второстепенные. К второстепенным относят гидротехнические сооружения (ледозащитные и берегоукрепительные сооружения, палы судоходных шлюзов, ремонтные затворы), разрушение которых не влечет за собой указанных последствий. К основным относят гидротехнические сооружения (дамбы, плотины, каналы, туннели, здания ГЭС, судоходные шлюзы и др.), разрушение которых приводит к нарушению нормальной работы электростанций или прекращению подачи воды, также это может привести к подтоплению территории.

Постоянные ГТС делят на четыре класса, учитывая при этом последствия при аварии, высоту и материал грунта основания (таблица 1) [2, 7].

Таблица 1 - Определение класса гидротехнических сооружений в зависимости от последствий нарушения их эксплуатации

Объект гидротехнического строительства и его показатель	Класс сооружения	
	основные	второстепенные
1	2	3
Гидротехнические сооружения гидравлических, гидроакмулирующих и тепловых электростанций мощностью, млн. кВт: 1,5 и более менее 1,5	I II-IV	III III-IV
Гидротехнические сооружения атомных электростанций мощностью, тыс. кВт: 500 и более 500...101 100 и менее	I II III	III III IV
Гидротехнические сооружения на внутренних водных путях: сверхмагистральных магистральных и местного значения местного значения на малых реках	II III IV	III IV IV
Сооружения речных портов с навигационным грузооборотом, тыс. усл. т: более 3000 3000...151 до 150	II III IV	III IV IV
Речные гидроузлы и магистральные каналы оросительных систем при площади орошения более 400 тыс. га	II	III
1	2	3
Речные гидроузлы и магистральные каналы мелиоративных систем при площади орошения и осушения, тыс. га 400...51 до 50	III IV	IV IV

### *Библиографический список*

1. Рубинская А.В., Седрисев Д.Н. Основы проектирования гидротехнических сооружений, лесных бирж и рейдов приплава [Текст]: М.: Издательство "Академия Естествознания", 2013 - 119 с.
2. Ляпичев, Ю.П. Гидротехнические сооружения [Текст]: учебник / Ю.П. Ляпичев, Н.К. Пономарев. – М: РУДН, 2008. – 456 с.
3. Волосухин, В.А. Расчет и проектирование подпорных стен гидротехнических сооружений [Текст]: учебное пособие / В.А. Волосухин, В.П. Дыба, СИ. Евтушенко. – М.: Ассоциации строительных вузов, 2008. – 96 с.
4. Бабкина, И.В. Водные ресурсы и основы водного хозяйства. Водохозяйственный баланс [Текст]: учебное пособие для выполнения расчетно-графических работ курсового и дипломного проектирования для студентов специальности 260100 всех форм обучения/ И.В. Бабкина, В.П. Корпачев. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 63 с.
5. Повышение эффективности работы осушительных систем при мелиорации переувлажненных почв нечерноземной зоны РФ [Текст] / С.Н. Борычев, А.С. Штучкина, О.П. Гаврилина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2019. – № 2. – С. 65-68.
6. Седрисев, Д.Н. Технология и механизация лесосплавных рейдов [Текст]: учебное пособие для студентов специальности 260100 всех форм обучения/Д.Н. Седрисев, О.В. Болотов. – Красноярск: СибГТУ, 2004. -160 с.
7. Суворова, Н.А. Укрепление земляного полотна автомобильной дороги геосинтетическими материалами [Текст] / Н.А. Суворова // Сб. Развитие модернизация улично-дорожной сети крупных городов с учетом особенностей организации и проведения массовых мероприятий международного значения. – Волгоград: ВолгГАСУ. -2014. - С. 113-116.