

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»



АГРАРНАЯ НАУКА КАК ОСНОВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

*Материалы 66-й Международной научно-практической
конференции, посвященной 170-летию со дня рождения
профессора Павла Андреевича Костычева*

14 мая 2015 года
Часть II



Рязань, 2015

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

**АГРАРНАЯ НАУКА КАК ОСНОВА
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА**

*Материалы 66-й Международной научно-практической
конференции, посвященной 170-летию со дня рождения
профессора Павла Андреевича Костычева*

14 мая 2015 года
Часть II

Рязань, 2015

УДК 63(08):33С5
ББК 65.04:4я431

ISBN 978-5-98660-252-3

Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона:
Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – Часть 2. – 230 с.

В сборник вошли материалы 66-й Международной научно-практической конференции «Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона», посвященной 170-летию со дня рождения профессора П.А. Костычева.

Сборник состоит из трех частей. В часть II вошли материалы докладов, представленных на секции «Инновационные технологии в развитии инженерной службы АПК региона».

ISBN 978-5-98660-252-3

Оглавление

Инновационные технологии в развитии инженерной службы АПК региона

Агеев П.С., Курдюмов В.И., Павлушин А.А. Анализ способов тепловой обработки зерна	7
Агеева Т.Н., Щур А.В. Радиоэкологическая безопасность в агропромышленном комплексе Могилевской области.....	11
Акимов В.В., Безносюк Р.В., Фокин В.В. Инновационная система контроля технологического процесса подачи зернового вороха	15
Анурьев С.Г., Киселев И.А., Малюгин С.Г., Попов А.С. Применение полигипса при строительстве автомобильных дорог	18
Баев В.И., Бочаров М.Е. Перспективы электротехнологий при выращивании и хранении продукции растениеводства.....	20
Белов А.В., Белова В.Г., Жирков Е.А. Механизация процессов утилизации растительных остатков.....	25
Белокопытов В.Н., Самсонов В.А. Скобеев И.Н., Шляховой В.С. Поверхностное упрочнение стальных деталей термомеханической обработкой.....	29
Бистерфельд С.Н., Васильченков В.Ф., Фомин А.Ю. Исследование затрат энергии гусениц на полезную деформацию и разрушение грунта при повороте гусеничной машины (ГМ)	33
Бойко А.И., Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Макаров В.А. Уборка картофеля по интерактивной технологии.....	38
Бойко А.И., Кондауров Д.А., Куколев А.А. Новаторская строительная технология.....	40
Бойко А.И., Кондауров Д.А., Куколев А.А. Дешёвые стеновые блоки по высокопроизводительной технологии	45
Бойко А.И., Молотов С.С. Монолитный опилкоцемент	47
Бойко А.И., Панин В.О. Кинематика прицепного шатуна.....	52
Борисов Г.А., Старунский А.В. Технологические основы повышения ресурса многослойных антифрикционных покрытий подшипников скольжения методом парофазной металлизации в вакууме.....	57
Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Мартынов А.А., Нефедов Б.А. Применение усовершенствованной технологии хранения картофеля при реконструкции картофелехранилищ в условиях Рязанской области	60
Бышов Д.Н., Ковешников Р.Ю., Липин В.Д., Нестерович Э.О., Сержантов Н.В., Якутин Н.Н. Усовершенствование подкапывающего рабочего органа картофелекопателя КТН-2В	63
Васильченков В.Ф., Елистратов В.В., Фомин А.Ю. Информационно-управляющая система движением транспортного потока – колонны машин на дорогах.....	67
Васильченков В.Ф., Елистратов В.В., Фомин А.Ю. Закономерности формирования на дорогах транспортного потока машин как самоорганизующейся системы.....	70

Васильченко В.Ф., Фомин А.Ю. Исследование влияния механических свойств и состояния грунта на формирование силы тяги при повороте гусеничной машины (ГМ)	74
Вырикова Т.В., Санникова М.Л. Упрочнение зубчатых и червячных передач методом магнитно-импульсной обработки.....	79
Герасимова О.А. Апробация средств механизации, обеспечивающих биологическую защищенность КРС в условиях пастбищ	83
Горшков В.В., Мигачёв Н.А. Анализ конструкций оборудования для мелкого измельчения мясного сырья на предприятиях общественного питания и пути их совершенствования	88
Горшков В.В., Мигачёв Н.А., Некрашевич В.Ф. Определение рабочей длины режущей кромки отверстия кольцевого отделителя гранул	93
Гришин И.И., Морозов А.С., Семина Е.С. Исследование электрофизических параметров вымени у коров.....	97
Гришков Е.Е., Утолин В.В. Линия приготовления кукурузного корма.....	102
Евдокимов А.А., Соколов С.А., Чарыков В.И. Восстановление эксплуатационных свойств отработавших смазочно-охлаждающих жидкостей электромагнитным полем	105
Ильин О.А. Трёхтопливная система питания тракторного дизеля	109
Карпенко Г.В., Курдюмов В.И., Павлушин А.А. К вопросу о балансе энергозатрат в установках контактного типа	113
Каширин Д.Е., Прокопенко Ю.Я. Разработка стенда для изучения частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей.....	118
Коледов Р.В., Ульянов В.М., Хрипин В.А. Теоретическое обоснование параметров элементов манипулятора для автоматического снятия доильного аппарата	121
Колесников Н.С. Влияние высаживающих аппаратов элеваторного типа на повреждаемость ростков яровизированного картофеля	125
Колесников Н.С. Влияние кожуха ротора-разбрасывателя на дальность бросания удобрений	128
Колесников Н.С. Действие динамических нагрузок на трактор Т-150К при работе с роторным разбрасывателем органических удобрений.....	132
Колесников Н.С. Применение универсальной модульной машины для возделывания картофеля на гребнях	136
Колчин Н.Н. Уборочная техника машинного производства картофеля на выставке «POTATO EUROPE – 2014»	141
Колчин Н.Н. Техника транспорта и послеуборочной доработки машинного производства картофеля на выставке «POTATO EUROPE – 2014»	147
Костенко М.Ю., Костенко Н.А. Аспекты биомеханики в сельскохозяйственном ремонтном производстве	151
Коченов В.В. Направления повышения производительности зерноуборочных комбайнов.....	153
Кочетков А.С., Некрашевич В.Ф. Измельчение зерновых культур на вальцевой плющилке	157

Кочетков А.С., Некрашевич В.Ф. Особенности рабочего процесса вальцевой плющилки.....	158
Кравченко А.М. Инженерный анализ технических систем в САПРА UTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	161
Ксендзов В.А. О скатывании механической цепи по наклонной плоскости	165
Ксендзов В.А. Исследование движения кинематических моделей машин и механизмов с запаздывающими обратными связями в программе MATHCAD	168
Кулешова О.А., Пустовалов А.П. Реологические свойства крови при облучении животных электромагнитными волнами	177
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Обеззараживание зерна в установке комбинированного типа.....	181
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Шлёнкин К.В. К вопросу о минимизации теплотер при контактной сушке зерна	184
Медведев А.В. Импортзамещение – основополагающее направление развития сельхозмашиностроения в России	188
Меньшова Т.В., Пащенко В.М., Пылаева О.Н. Метод изучения биологических систем, основанный на сочетанном действии различных факторов.....	193
Набатчиков А.В., Панферов Н.С., Ульянов В.М., Хрипин В.А. Доильный аппарат.....	198
Нагаев Н.Б. Обоснование оптимального угла течения разваренного воскового сырья.....	200
Попов Д.Н., Попова Л.В. Приоритеты инновационного развития материально-технической базы сельского хозяйства России.....	203
Ремаблович Г.К. Совершенствование сепарирующих органов комбайнов для уборки картофеля на суглинистых почвах	207
Светлов М.И. Ресурсосберегающая технология энергоснабжения с разработкой газогенераторной установки	212
Семеренко И.П. Предложения по ремонту азотированных коленчатых валов автомобильных двигателей	216
Туркин В.Н. Результаты исследования влияния давления столба минеральных удобрений в загрузочной камере устройства перегрузки на его работоспособность и производительность	219
Туркин В.Н. Результаты исследования влияния давления столба минеральных удобрений в загрузочной камере устройства перегрузки на его работоспособность и энергетические затраты	222
Черных И.В. Разработка технологий и оборудования в сфере нетрадиционных видов энергии в Рязанской области.....	225

УДК 631:362.7

*Агеев П.С.,
Курдюмов В.И., д.т.н., профессор,
Павлушин А.А., к.т.н.
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»
(г. Ульяновск, РФ)*

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Зерно – основной вид продукции растениеводства, поэтому в настоящее время разработано и применяется множество способов его тепловой обработки в различных технологиях сельскохозяйственного производства.

На рисунке 1 представлены виды тепловой обработки зерна и семян.



Рисунок 1 – Виды тепловой обработки зерна и семян

Одним из самых распространённых способов тепловой обработки зерна является его сушка – процесс удаления влаги из продукта, связанный с использованием тепловых и диффузионных процессов. Процесс удаления влаги из материала сопровождается удалением ее связи со «скелетом» тела, на что затрачивается определённая энергия.

Сушка влажных материалов базируется на двух основных принципах: удаление влаги из материала в виде жидкости и превращение жидкости в пар или кристаллики льда (рисунок 2).

Первый принцип обезвоживания обеспечивает удаление влаги без изменения ее агрегатного состояния (механическое обезвоживание и сорбционная сушка). Второй принцип обеспечивает удаление влаги с изменением ее агрегатного состояния (тепловая и вакуум-сублимационная сушка).

Механический способ обезвоживания применяют в том случае, когда в веществе есть свободная влага. Ее удаляют отжатием, фильтр-прессованием и центрифугированием (при сушке зерна, намоченного дождем, после влажного обеззараживания, отволаживания или сортирования по плотности в жидкости). При механическом обезвоживании требуется до 60 % меньше затрат энергии, чем в процессе тепловой обработки, так как влага выводится из зерна в жидкой фазе, и поэтому не требуется энергии на ее испарение.



Рисунок 2 – Классификация способов сушки зерна

Сорбционный способ сушки применяют для семян бобовых, которые начинают трескаться уже при нагреве до 27 °С. Для осуществления этого способа влажное зерно смешивают с влагопоглотителем (силикагелем, хлористым кальцием, опилками и др.) и выдерживают до выравнивания влажности всей зерновой массы. Влагопоглотитель выбирают с таким расчетом, чтобы его впоследствии можно было легко отделить от высушенного материала. Иногда влажное зерно смешивают с более сухим зерном той же или другой культуры. Так, одну часть массы семян бобовых смешивают с двумя – тремя частями массы овса или ячменя. При такой сушке исключен расход теплоты на нагрев, и сохраняются качественные показатели зерна, что особенно важно для семенного материала. Однако процесс протекает очень медленно (одну – две недели) и, кроме того, требует дополнительных складских помещений для выделения и регенерации влагопоглотителя [68, 146].

По способу подвода теплоты к продукту различают: конвективную сушку, контактную сушку, вакуум-сублимационную сушку, электрическую сушку и др. [50, 126].

Главной научно-практической проблемой в тепловой сушке является модернизация и разработка новых сушилок, которые способны максимально обеспечить технологические требования и существенно сократить энергозатраты. Это – более полная отработка потенциала теплоносителя, его стабильный режим, соблюдение экологических норм. Особой задачей является создание теплогенераторов универсального типа с использованием разных видов топлива. Перспективным направлением является разработка калориферных систем, в которых теплоноситель получают путём получения теплоты из нагретой поверхности. Такие системы в последнее время разрабатывают и внедряют ведущие фирмы США, Германии, Франции и других стран. Основные преимущества этих систем – более высокая экономичность и экологичность процесса, а также качество процесса в сравнении с обычной системой, где теплоноситель получают при прямом сжигании топлива.

Сублимация – молекулярная сушка в условиях глубокого вакуума. Процесс протекает так, что вначале теплота, необходимая для испарения влаги, отнимается от высушиваемого материала. В результате его температура значительно снижается, а оставшаяся влага замораживается и выходит на поверхность в виде кристалликов льда. В дальнейшем, при подводе теплоты извне, лед, минуя жидкую фазу, превращается в водяные пары. Молекулярная структура материала полностью сохраняется.

При сушке сублимацией в период охлаждения и замораживания (первый период) испаряется 5...20 % влаги; в период сушки сублимацией (второй период) из продукта в замороженном состоянии удаляется 75...80 % влаги и при тепловой сушке (вакуумной досушке) удаляется 5...15 % влаги.

Затраты теплоты на испарение 1 кг воды при сублимационной сушке распределяются следующим образом, (кДж/кг_{влаги}) [10]:

- при замораживании воды – 334,9;
- при сублимации льда (-15 °С) – 2869,2;
- при десублимации пара (-30 °С) – 2903,2;
- при плавлении льда – 334,9;
- суммарные затраты – 6442,2.

Сублимацию применяют в тех случаях, когда требуется сохранить первоначальные свойства продукта (объем, цвет, вкус и запах). Резкое снижение гигроскопичности обеспечивает длительное хранение, а почти полное сохранение объема (усадка всего лишь 3...4 %) и высокая пористость высушенного материала обуславливают восстановление его первоначальных свойств при оводнении. Пропускная способность сушилок низкая, вследствие длительной продолжительности сублимационной сушки, которая колеблется от 8 до 20 ч (в зависимости от режима сушки). Сложность оборудования и относительно высокие удельные затраты энергии на 1 кг испарённой влаги (около 2 кВт·ч/кг) сдерживают ее распространение.

Применение комбинированных способов сушки зерна (конвективного в сочетании с контактным, лучевым или электрическим (высокочастотным); радиационного – с высокочастотным и др.) позволяет значительно увеличить скорость сушки, сократить расход энергии, добиться более гибкого управления процессом и в результате этого не только сохранить все ценные качества обрабатываемого зерна, но, зачастую, и улучшить их.

Широко применяется комбинированная сушка зерна с периодическим охлаждением или вентилированием, где используется эффект сочетания разных способов сушки. Это даёт возможность уменьшить относительные удельные энергозатраты на 20...40 %, сохранить качество продукции. Технология включает сначала быструю тепловую сушку зерна во влажном критическом состоянии и его умеренную доработку на последних этапах в режиме энергосбережения.

Такая обработка эффективна для зерна, с низкой термостойкостью и способностью к растрескиванию. Особое распространение технология приобрела в США, где ее применяют при обработке зерна кукурузы [162, 167, 171].

Для комбинированной сушки необходимо иметь комплект оборудования для высоко- и низкотемпературной обработки зерна в зависимости от его влажности. Это тормозит массовое распространение такого способа, несмотря на меньшие энергозатраты в сравнении с тепловой сушкой. В первую очередь необходима зерносушилка, в которой зерно досушивается до промежуточного состояния. Для его последующей обработки необходимы вентилируемые бункеры или зернохранилища, которые работают в режимах аэрации или охлаждения для дальнейшего снижения влажности зерна.

Термическая обработка зерна – это процесс обработки его совместным действием температуры, влаги и давления. Выбор способа термической обработки зависит от технологических свойств обработанного зерна.

На рисунке 3 представлены способы термической обработки зерна в различных процессах его переработки в кормовые и продовольственные продукты.



Рисунок 3 – Способы термической обработки зерна

Пропаривание – один из важных этапов термической обработки зерна в процессе его подготовки к переработке в крупу. Его проводят при высокой температуре (свыше 100 °С) и избыточном давлении до 0,3 МПа. Сущность химических преобразований в процессе пропаривания заключается в частичной клейстеризации крахмала, образовании небольшого количества декстринов, обладающих клеящими свойствами, и т.д.

Поджаривание зерна осуществляют горячим воздухом или контактом его с сильно нагретыми поверхностями. Для лучшей декстринизации крахмала перед поджариванием зерно предварительно пропаривают, применяя обычные горизонтальные шнековые пропариватели и скоростные кондиционеры, в которых зерно прогревается и увлажняется до 20...25 %, после чего поджаривается в барабанных агрегатах. Декстринизация крахмала проводится для улучшения перевариваемости кормов, включенных в состав полнорационных комбикормов для молодняка животных, у которых слабо развита ферментативная система [75, 110, 132].

Микронизация – обработка зерна инфракрасными лучами. Быстрый прогрев зерна осуществляют с помощью СВЧ-полей и инфракрасного (ИК) излучения. Удельные затраты энергии на микронизацию 1 т зерна составляют в среднем 200...250 кВт·ч.

Экструдирование – метод термической обработки зерна, при котором зерно доводят до влажности 12...16 %, измельчают и подают в специальный аппарат (экструдер), где его подвергают сжатию шнеками. В шнеках зерно прогревается до температуры 120...150 °С в результате подвода внешней

теплоты и теплоты, выделенной при механической обработке. При механических воздействиях и воздействии теплоты происходят существенные физико-химические изменения основных компонентов зерна: денатурация белка, клейстеризация и декстринизация крахмала. При этом значительно улучшается санитарное состояние продукта. Под действием высокой температуры и давления почти полностью уничтожается патогенная микрофлора и плесневые грибы. Однако экструдирование является весьма энергоемким процессом (0,1...0,3 кВт·ч на 1 кг готового продукта) [137].

Таким образом, можно заключить, что тепловая обработка зерна довольно широко применяется в различных процессах производства и переработки сельскохозяйственной продукции, но она требует значительных затрат энергии (около 10 % от всего потребления энергии в агропромышленном комплексе развитых стран). Поэтому необходимо изучать и внедрять новые способы тепловой обработки зерна, обеспечивающие требуемое качество готового продукта при минимальных удельных затратах энергии.

Библиографический список

1. Курдюмов, В.И. Особенности тепловой обработки пищевых продуктов в установках контактного типа [Текст] / В.И. Курдюмов, Г.В., Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – Т. 322. – № 4. – С. 90-92.

2. Курдюмов, В.И. Теоретические и экспериментальные аспекты контактного способа передачи теплоты при сушке зерна [Текст] / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 106-110.

3. Курдюмов, В.И. Совершенствование средств механизации переработки птичьего помёта [Текст] / В.И. Курдюмов, Н.Н. Аксёнова, А.А. Павлушин, Е.В. Спирина // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». – Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2012. С. 80-83.

УДК 574:[631+331.4]

*Агеева Т.Н., к.в.н., доцент,
Могилевский филиал РНИУП «Институт радиологии»,
Щур А.В., к.с.-х.н., доцент, ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»
(г. Могилев, Республика Беларусь)*

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Авария на Чернобыльской АЭС – самая крупная техногенная катастрофа, приведшая к масштабному загрязнению территорий коротко- и долгоживущими радионуклидами. Она нанесла огромный ущерб Республике Беларусь, создала неблагоприятную радиоэкологическую ситуацию,

существенно изменила условия жизни многих людей и наложила негативный отпечаток на их здоровье. В зоне радиоактивного загрязнения оказалось более 3600 населенных пунктов, где проживало 2,2 млн. человек [1, 2]. Поэтому перед государством встала задача эффективно защитить население от воздействия радиации, снизить психологическую напряженность и риски для здоровья, возместить причиненный материальный и моральный ущерб.

На территории Могилевской области 15 районов в разной степени были загрязнены долгоживущими радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr . Наиболее пострадавшим оказался агропромышленный комплекс. И по настоящее время около 27% сельскохозяйственных земель (274,2 тыс. га) остаются загрязненными ^{137}Cs с плотностью от 37 кБк/м² и выше, из них ¼ часть имеет плотность загрязнения выше 185 кБк/м². Земли, где была высокая плотность загрязнения (1480,0 кБк/м² и более) и не было возможности получения сельскохозяйственной продукции в пределах допустимых уровней, были выведены из сельскохозяйственного использования (46,5 тыс. га). Загрязнение земель ^{90}Sr имеет локальный характер (менее 2%) и их плотность в настоящее время, в основном, не превышает 11 кБк/м².

Ведение производства в условиях крупномасштабного радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель в течение длительного периода времени, стало одним из наиболее тяжелых последствий чернобыльской катастрофы. В первые годы после аварии загрязненная радионуклидами выше допустимых уровней продукция животноводства и растениеводства была основным источником внутреннего облучения населения [1,2,3]. Поэтому первоочередной задачей, направленной на снижение хронического облучения населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения, являлось производство сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов. Применение крупномасштабных защитных мер (агротехнических, агрохимических, организационных и зооветеринарных), направленных на уменьшение размеров поступления радионуклидов в пищевую цепочку, позволило стабилизировать радиационную обстановку, снизить объемы производства сельскохозяйственной продукции, с повышенным содержанием радионуклидов и, тем самым, снизить дозовые нагрузки и улучшить качество жизни населения загрязненной территории.

Кроме этого, сам естественный распад радионуклидов и снижение их доступности в результате фиксации почвенным поглощающим комплексом, также способствовали постепенному снижению уровней загрязнения сельскохозяйственной продукции.

В течение последних 10 лет практически вся сельскохозяйственная продукция, производимая на территории Могилевской области, соответствует допустимым уровням. За этот период отсутствовал возврат крупного рогатого скота с мясокомбинатов области в хозяйства, по причине повышенного уровня содержания ^{137}Cs в организме животных на основании результатов прижизненного контроля (Республиканский допустимый уровень (РДУ) – 500 Бк/кг). Почти вся говядина (99,9%), поступающая на мясокомбинаты, по содержанию ^{137}Cs не превышала 160 Бк/кг (норматив Российской Федерации).

В соответствии с техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), утвержденным 9 декабря 2011 года, удельная активность ^{137}Cs в мясе и мясной продукции не должна превышать 200 Бк/кг.

Так как Беларусь значительную часть своей продукции экспортирует в страны-участницы Таможенного союза, то применяются все меры для обеспечения гигиенических требований Технического регламента.

В 2012-2013 гг. по данным контроля радиоактивного загрязнения, проводимого на мясокомбинатах области, вся говядина отвечала требованиям радиационной безопасности: содержание ^{137}Cs не превышало 200 Бк/кг. В 2014 г. лишь небольшое количество – 7,9 тонны (0,028%) имело удельную активность от 201 до 500 Бк/кг. Говядина с активностью от 100 до 200 Бк/кг (группа риска) также периодически регистрируется в небольших количествах. В 2014 году ее объемы составили 8,3 тонны (0,029%). Небольшие партии такой продукции регистрируются лишь в сельскохозяйственных организациях, которые активно используют в кормопроизводстве загрязненные радионуклидами пойменные луга р. Днепр и р. Сож. Пойменные земли зачастую представлены песчаными и торфяными почвами, характеризуются избыточным увлажнением, низким содержанием подвижного калия, кислой реакцией среды, что обеспечивает высокие переходы радионуклидов в растения [2,3]. При плотности загрязнения ^{137}Cs от 185 кБк/м² и выше они могут быть источником кормов с повышенным содержанием радионуклидов.

По результатам контроля в течение 10 последних лет не наблюдалось производство конины и свинины выше допустимых уровней, как в соответствии с нормативами Республики Беларусь, так и в соответствии с нормативами Российской Федерации. Удельная активность всей конины и свинины этот период была ниже 100 Бк/кг.

За годы, прошедшие после аварии на ЧАЭС, значительно снизились и уровни загрязнения молока ^{137}Cs , как в общественном, так и в частном секторе. Обеспечение выполнения действующих нормативов позволило в этот период в 3,7 раза ужесточить РДУ на молоко: с 370 Бк/л (в 1986 г.) до 100 Бк/л (в 1999 г.). К 2005 году производство молока выше РДУ-99 в общественном секторе снизилось до 15,3 тонн, а в течение последних десяти лет не регистрировалось вовсе. В последние годы почти все молоко, поступающее на молокозаводы Могилевской области, по содержанию ^{137}Cs не превышало 37 Бк/л и, только незначительная его часть (менее 0,03%) находилась в пределах удельной активности от 37 до 50 Бк/кг. Содержание ^{90}Sr в молоке не превышает 1 Бк/кг. В соответствии с принятым ТР ТС 021/2011 допустимые уровни радионуклидов в молоке составляют для ^{137}Cs – 100 Бк/л, а для ^{90}Sr – 25 Бк/л. Данные успехи были достигнуты за счет использования для выпаса коров только улучшенных кормовых угодий, с минимальными переходами радионуклидов из почвы в растения, а также зеленой массы зеленого конвейера, полученной с пахотных земель, где по прогнозу она не превышает допустимого уровня.

В частном секторе также значительно снизилось количество населенных пунктов (более чем в 100 раз), где регистрировалось молоко коров с

повышенным содержанием ^{137}Cs . К 2005 году их осталось только одиннадцать, к 2011 – только 1. Для населенных пунктов, где ранее регистрировались случаи получения молока с повышенным содержанием радионуклидов, за счет бюджетных средств создаются пастбища и сенокосы на специально подобранных участках. Также выделяется комбикорм с цезийсвязывающими добавками, которые позволяют блокировать поступление радионуклидов в организм животного и в молоко. В тоже время, в отдельных населенные пунктах еще периодически возникает данная проблема. В основном это населенные пункты, расположенные на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 370 кБк/м^2 вблизи пойм рек, естественные кормовые угодья которых используются населением в качестве сенокосов и пастбищ. Возможность создания культурных кормовых угодий на автоморфных почвах в таких населенных пунктах чаще всего отсутствует.

Тем не менее, по данным контроля радиоактивного загрязнения основная масса молока (85-90%), производимого в частном секторе, имеет низкую удельную активность (менее 20 Бк/кг). Это способствует снижению поступления ^{137}Cs в организм человека, обусловленного молочной компонентой, и она перестает играть определяющую роль в формировании доз внутреннего облучения.

Зерно, картофель и овощи, производимые сельскохозяйственными предприятиями области и в личных подсобных хозяйствах, соответствуют требованиям санитарно-гигиенических нормативов по содержанию цезия-137 и стронция-90.

С радиологической точки зрения особую опасность представляют «дары леса», которые по сравнению с сельскохозяйственными продуктами имеют очень высокие уровни радиоактивного загрязнения [4,5]. Данные контроля пищевых продуктов по Могилевской области за последние годы показали, что удельное содержание ^{137}Cs в исследованных пробах грибов нередко превышает допустимый уровень (370 Бк/кг), и по-прежнему, регистрируются случаи с высокой удельной активностью (1000-10000 Бк/кг и выше) [5]. Высокоактивные пробы регистрируются и среди лесных ягод, дичи. Результаты СИЧ-измерений в населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости к лесам, показывают, что именно в них чаще регистрируются лица с высокими дозами внутреннего облучения [3,5]. Поэтому негативная роль «даров леса» в формировании дозы внутреннего облучения населения явно недооценивалась.

Таким образом, за послеаварийный период в результате естественного распада радионуклидов и проведения защитных мероприятий радиационная обстановка на территории Могилевской области значительно улучшилась и в настоящее время стабилизировалась. Практически вся сельскохозяйственная продукция, производимая на загрязненной территории, соответствует требованиям радиационной безопасности. Однако в связи с сохранением масштабов загрязнения сельскохозяйственных земель, для поддержания уже достигнутых результатов, остается необходимость в проведении защитных мер.

Библиографический список

1. Анненков, Б.Н. Ведение сельского хозяйства в районах радиоактивного загрязнения (радионуклиды в продуктах питания) [Текст] /Б.Н. Анненков, В.С. Аверин. - Минск: Пропилеи, 2003. – 111 с.
2. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате крупных радиационных аварий [Текст] /Н.Н. Цыбулько и др.: под общ. ред. Н.Н. Цыбулько.- Минск: Институт радиологии, 2011.
3. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь [Текст]. – Минск, 2008 г. – 72 с.
4. Власова, Н.Г. Сельские населенные пункты: социальные и экологические факторы дозоформирования [Текст] /Н.Г. Власова, Ю.В. Висенберг //Преодоление последствий катастрофы на ЧАЭС: состояние и перспективы: сб. науч. трудов II междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 26–27 апреля 2004 г./под ред. В.Е.Шевчука [и др.]. – Гомель, 2004. – С. 21–24.
5. Агеева, Т.Н. Роль радиоэкологических и социальных факторов в формировании доз внутреннего облучения сельских жителей территории радиоактивного загрязнения [Текст] / Т.Н. Агеева, Т.И. Чегерова, А.В. Щур, Т.П. Шапшеева // Экологический вестник. – 2010. №2 (12) – С. 40–49.

УДК 631.354.2.076

*Акимов В.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Безносюк Р.В., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Фокин В.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДАЧИ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА

Важнейшая задача развития сельскохозяйственного производства - увеличение производства зерна. Ежегодный сбор зерна в России достигает 70...100 млн.т. при годовой потребности 120...150 млн.т.[1].

Наиболее трудоемким и ответственным этапом с точки зрения уменьшения потерь урожая является его уборка. При использовании зерноуборочных комбайнов важнейшим фактором, влияющим на снижение потерь зерна, является проблема оптимального регулирования рабочих органов комбайна применительно к конкретным условиям убираемого поля.

В паспортах современных зерноуборочных комбайнов потери зерна при уборке приводятся на уровне 2,0%. Эти возможности комбайнов достигаются в номинальных условиях уборки, при хорошем техническом состоянии машин и, что самое главное, при высокой квалификации комбайнеров[2, 3].

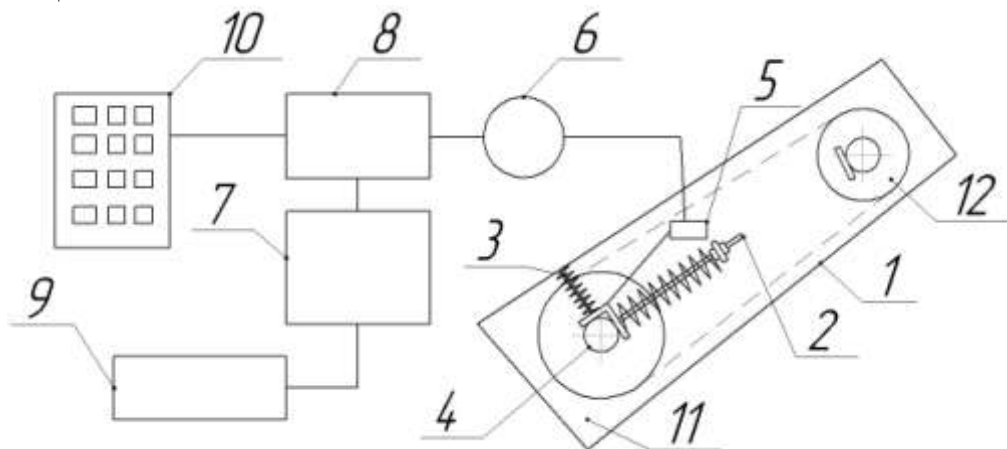
Анализ агротехнических показателей работы зерноуборочных комбайнов показал, что до 15% потери зерна в первую очередь связаны с неправильными технологическими регулировками рабочих органов.

Вопросы оптимизации технологических регулировок имеют важную роль, как необходимое условие сравнительной оценки комбайнов при их испытаниях. Одна из самых сложных задач комбайнера - суметь подобрать такой режим работы, чтобы получить наивысшую дневную выработку при выполнении агротехнических требований по потерям, дроблению и чистоте зерна. Известны попытки создания детерминированной модели работы комбайна, но процессы обмолота и очистки зерна настолько сложны - нужно учесть влияние на эффективность работы комбайна более трехсот параметров, что создать подобную модель на сегодняшний день не представилось возможным.

Наиболее часто из-за неправильного выбранного режима работы выходит из строя приводной вал наклонного транспортера наклонной камеры, что приводит параметрическому отказу зерноуборочного комбайна.

Для исключения работы в условиях перегрузок и последующего выхода из строя была разработана инновационная система контроля технологического процесса подачи зернового вороха в молотильное устройство [4] (рис. 1).

Внешний вид устройства контроля технологического процесса зерноуборочного комбайна. Устройство представляет собой датчик контроля интенсивности подачи убираемого продукта, который закреплен на корпусе наклонной камеры и кинематически связан с пружиной нижнего вала наклонной камеры. Нижний вал плавающего транспортера подпружинен с помощью продольной пружины и поперечной пружины. Верхний вал плавающего транспортера жестко закреплен на корпусе наклонной камеры и является приводным. Датчик контроля интенсивности электрически связан с преобразователем, который связан со сравнивающим блоком. Сравнивающий блок также соединен с источником опорного сигнала, с регулятором настройки и информационным табло.



- 1 - Наклонная камера; 2 - Продольная пружина; 3 - Поперечная пружина; 4 - Подшипник приводного вала; 5 - Датчик контроля интенсивности; 6 - Преобразователь; 7 - Источник опорного сигнала; 8 - Сравнивающий блок; 9 - Источник опорного сигнала; 10 - Информационное табло; 11 - Ленточный транспортер; 12 - Ведомый вал

Рисунок 1 – Система контроля

При уборке убираемого продукта с помощью шнека жатки сужает поток до ширины молотильного устройства и передает его к плавающему транспортеру наклонной камеры. Наклонная камера выравнивает поток убираемой продукции. В этом случае подпружиненный нижний вал плавающего транспортера поднимается при непрерывной подаче. Непрерывный поток убираемой продукции растаскивается между транспортером и днищем наклонной камеры. В этом случае возникновения перегрузок происходит сжатие продольной и поперечной пружин нижнего вала, а также происходит натяжение транспортера и возникают значительные усилия на приводном валу наклонной камеры. Датчик интенсивности контроля подачи убираемого продукта подает сигнал, который модифицируется в преобразователе и сравнивается в сравнивающей блоке с опорным сигналом. Опорный сигнал формируется источником опорного сигнала и имеет возможность настройки в соответствии с условиями работы. Обработанный сигнал выводится на информационное табло. В зависимости от интенсивности подачи информационное табло может показывать несколько вариантов значений. При перезагрузке в верхней части информационного табло высвечивается красная сигнальная лампа, которая предупреждает о необходимости снижения скорости комбайна. При оптимальной загрузке наклонной камеры и отсутствии перегрузок значение информационного табло находится в зеленой зоне, что предполагает движение агрегата с выбранной скоростью. При недостаточной загрузке в нижней части табло загорается желтая лампа, которая предполагает увеличения скорости комбайна.

Благодаря работе устройства контроля исключается работа наклонной камеры в условиях перегрузок, снижаются нагрузки на плавающий транспортер и приводной вал наклонной камеры, что приводит к превышению ресурса работы узлов и повышению надежности всей конструкции.

Библиографический список

1. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [электронный ресурс]: режим доступа <http://www.mcx.ru/opendata> (дата обращения 15.02.2015г).

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

3. Мартышов, А.И. Показатели качества измельчения незерновой части урожая зерноуборочными комбайнами марок ДОН 1500Б и Палессе GS12 [Текст] / А.И. Мартышов, Н.В. Бышов, Н.М. Морозова // Сборник: 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 г. С. 79-81.

4. Заявка на полезную модель № 2015107112, RU / Система контроля технологического процесса подачи зернового вороха в молотильное устройство / Фокин В.В., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю. и др. – решение о выдачи патента 27.03.2015 г.

5. Родимцев С.А. Устройство для разделения зернового вороха в аксиальных молотилках Родимцев С.А., Дринча В.М. патент на изобретение RUS 2299553 10.10.2005

УДК 625.7/8

*Анурьев С.Г., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Киселев И.А., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Малюгин С.Г., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Попов А.С., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИГИПСА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

На финансовом балансе в Рязанской области числятся 6492 километров автодорог региональной и межмуниципальной значимости (точнее 77,3 % от всей протяженности автомобильных дорог в области). На них располагается 476 мостов, а так же путепроводов общей длиной около 20 км. Транспортное и эксплуатационное состояние автодорог вызывает большую озабоченность.

90% дорог не отвечает нормативным требованиям, в частности:

- по прочности конструкций дорожной одежды – 5798 км;
- по недостаточной ровности поверхности дорог – 5845 км;
- по пропускной способности – 746 км;
- по общим техническим параметрам – 3129 км;
- по сцепным свойствам поверхности дорожного покрытия – 2097 км.

Практически вся сеть и инфраструктура автомобильных дорог Рязани и области требует ремонта, а 50% – капитального. [1]

В связи с усложняющейся дорожной обстановкой, с изменением климата встала необходимость в разработке новых материалов для строительства автомобильных дорог.

Главной проблемой существующих и строящихся дорог является основание дорожной одежды, это одна из важнейших частей дороги, которая служит «фундаментом» для дорожной одежды. От её качества, прочности, устойчивости к различным негативным факторам зависит долговечность автомобильной дороги. Совсем недавно в строительстве автомобильных дорог появился такой материал, как полигипс, который обладает очень хорошими техническими качествами и свойствами.

Полигипс - это отходы производства минеральных удобрений, порошок образующийся в процессе производства фосфорной кислоты.

Полигипс отвечает всем нормативным требованиям безопасности здоровья человека и окружающей среды. Это подтверждают санитарно-эпидемиологические заключения Роспотребнадзора.

Этот материал стали использовать при строительстве оснований дорожных одежд в качестве минерального материала, обладающего способностью самоцементироваться, а также в качестве самостоятельного или смешанного вяжущего вещества для обработки песка, гравия, щебня и золошлаковых смесей.

Его применение очень актуально, целесообразно и экономично особенно при строительстве дорог местного значения: подъездных, внутрихозяйственных. Практично использовать при строительстве дорог по полям, грунтовых и межпоселковых дорог, так как не обязательно снимать верхний слой грунта и делать так называемое "корыто". Полигипс высыпается прямо на существующую почву, будь то глина, песок, растительный грунт или старая грунтовка.

Так как полигипс не боится избыточной влаги, его можно засыпать прямо в лужу, при этом, схватывание окажется немного медленнее, но уплотнение и качество дороги не пострадает. При строительстве дорог в болотистой местности, ведется верхнее и нижнее армирование дорожной сеткой. Так же увеличивается толщина дорожной плиты до 30-40 см.

Эта технология единственная, которая позволяет вести дорожное строительство в зимнее время. При этом это никак не сказывается на качестве дорожного полотна. Причиной тому внутримолекулярные свойства полигипса, который в отличие от бетона не теряет своих связывающих свойств в холодное время при правильном регламенте работ.

Полигипс обладает превосходными вяжущими свойствами и используется в качестве основного материала монолитных оснований дорог, полностью заменяя собой традиционные материалы – песок и щебень, обладая при этом более высокими эксплуатационными характеристиками. По этой технологии мы получаем гладкую монолитную каменную плиту не имеющих тепловых стыков в отличие от бетонных дорог.[2]

Было установлено, что полученные конструкции дорожных оснований из полигипса превосходят по всем параметрам традиционные щебеночные и цементогрунтовые основания дорог. Результаты испытаний показали, при эксплуатации дорог большегрузными автомобилями с 2002 по 2012 год качество дорог остается хорошим и не требует ремонта.[1]

Технология применения полигипса: толщина конструктивного строения из укрепленного грунта 0.2 – 0.4 метра, толщина слоя покрытия из асфальтобетона 0.5 метра, расчетный срок эксплуатации 50 лет, модуль упругости на поверхности покрытия больше 300 Мпа, скорость производства работ одним специализированным отрядом менее 5 дней, сметная стоимость 1км менее 3 млн. рублей.

Преимущества данной технологии: быстрый ввод дороги в эксплуатацию, укладка основания на любой грунт, прочность как у бетона, не ниже 300, монолитная каменная плита, продолжает увеличивать твердость многие

годы, не размывается водой, не образуется колея в жаркую погоду, однородная и не требует тепловых швов, расчетный срок службы плиты не менее 15 лет, дешевле традиционного дорожного основания в 2 и более раза, быстрая и дешевая ремонтпригодность. [2]

Таким образом, мы считаем, что полигипс очень хороший материал, его применение в разных климатических условиях делает его универсальным и подходящим для российского климата.

Библиографический список

1. Дороги Рязани [Электронный ресурс]. – URL : <http://business-ryazan.ru/the-news/4083-dorogi-ryazani>
2. Полигипс – дороги Ингострой [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.ingostroi.ru/технологии/полигипс/>

УДК 631.588.1/621.796:633/635:621.3

*Баев В.И., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,
Бочаров М.Е. к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»
(г. Волгоград, РФ)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ И ХРАНЕНИИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

В статье кратко рассмотрена история возникновения электровоздействий на растения и продукцию растениеводства. Описание основных электротехнологических способов, используемых при хранении продукции растениеводства, представлено в виде незаконченных исследований, имеющих перспективу дальнейшего развития.

Сохранность продукции растениеводства в свежем виде без предварительной обработки обеспечивается различными способами, которые направлены на сохранение качеств убранный продукции: сохранение питательных свойств, содержания микроэлементов, а также на снижение активности микроорганизмов как на поверхности, так и внутри хранимого продукта. Положительные результаты дает хранение при определенной температуре, в темном и относительно сухом помещении. В настоящее время дополнительно для большей сохранности применяют специальные химические препараты, покрывающие составы с воском, а также хранение плодов и овощей в различных газовых средах, например, при обработке плодов газообразными ингибиторами этилена (препарат «Фитомаг») и другие. Из них методы радиационной стерилизации пищевых продуктов и консервирования ионизирующими излучениями не могут быть приоритетными из-за необходимости строгого дозирования облучения и наличия опасных побочных эффектов. В отдельных случаях применяется способ хранения при регулируемой атмосфере хранилища (РА) или при регулируемой газовой среде

(РГС). Применение этого способа основано на снижении интенсивности дыхания плода при уменьшении содержания кислорода и повышении концентрации углекислого газа в среде хранилища.

Упомянутые способы имеют ряд недостатков. Так, не все применяемые препараты являются полезными для организма, а системы, создающие надежно регулируемые газовые среды, как правило, значительно удорожают продукцию, для организации процесса необходимо сложное оборудование, например, генератор азота (N_2), посредством которого снижается уровень кислорода.

Использование при хранении продукции растениеводства различного вида электротехнологических факторов имеет давнюю историю. Электростимуляцией растений занимались исследователи уже второй половины 19 века. Например, журнал «Вестник русского сельского хозяйства» за 1889 год неоднократно размещал на своих страницах статьи о стимулировании роста сельскохозяйственных растений электрическим током [1]. Получались весьма убедительные результаты, опубликованные в печати в виде таблиц и рисунков, свидетельствующих об эффективности электрической обработки растений [1].

С 1889 года прошло больше 125 лет, а о широких «гальванических» технологиях выращивания растений пока не слышно. Почему такой простой способ не получил развития, хотя продовольственный кризис продолжает и сейчас угрожать некоторым странам? Очевидных ответов два. Один конспирологический. Он может означать, что дешевые «гальванические» технологии «не понравились» производителям удобрений. Но это вряд ли, т.к. промышленный выпуск удобрений начался в двадцатых годах 20-го столетия. Хотя история их изобретения начинается с 1843 года, когда русские химики создали первое минеральное удобрение, которое называли суперфосфатом, в 1861 году изобретено калийное удобрение, а позже всех в 1913 году немец Габер открыл способ для получения аммиака из азота воздуха. Получается, у «гальванического» способа стимуляции было не менее 20-30 лет, чтобы доказать свою состоятельность, но этого не произошло. Второе предположение о неудаче «электростимулирования» более реальное. Оно основано на совокупности нескольких факторов, таких как – отсутствие надежных источников напряжения и средств электрических измерений, не точность проведения опытов из-за невозможности воспользоваться современными методиками подтверждения и математической обработки результатов эксперимента, а также, и, наверное, самое основное, не изученностью и до настоящего времени не преодоленными сложностями исследования механизма воздействия электрического тока на растение. Несмотря на некоторое охлаждение к процессу электровоздействия на растения, эксперименты были продолжены. В первую очередь в Советском Союзе Александром Леонидовичем Чижевским и Иваном Владимировичем Мичуриным, который «пропускал» электрический ток через почву и достигал положительных эффектов в росте растений. В Англии научная школа Блекмана отмечала благоприятное действие на рост растений от воздействия атмосферного электричества, хотя при этом и имелись случаи угнетающего воздействия. Институтом физиологии растений АН СССР в 60-70 годы показано, что

разность электрических потенциалов между почвой и атмосферой влияет на интенсивность фотосинтеза [1]. Исследования продолжились, но до настоящего времени, так и не выяснен механизм электростимуляции и не установлен характер действия «внешнего» электричества на процессы в самом растении.

В 70-80 годах исследователи А.П. Маслов, А.И. Бут, М.Н. Лившиц, М.М. Дерковский и многие другие добивались положительного эффекта за счет электроантисептирования плодов. Так увеличивался срок хранения продуктов при сохранении их первоначальных качеств (вкус, цвет, аромат, сочность, содержание витаминов) [2]. Электроантисептирование проводилось за счет обработки плодов озоном и ионизированным воздухом. Надлежащий подбор режимов озонирования и ионизации позволял получать высокое бактерицидное действие на патогенную микрофлору воздуха и поверхности пищевых продуктов, а также стабилизацию обменных процессов в самих продуктах. По итогам работ было получено более 40 авторских свидетельств на изобретения и 10 патентов [2]. Для опытно-промышленного электроантисептирования плодов и овощей НПО «Ритм» (г. Ленинград) был создан агрегат «АЭПО-1», который имел производительность по воздушно-озонной смеси до $15 \text{ м}^3/\text{ч}$, по концентрации озона до $230 \text{ мг}/\text{м}^3$ и легких отрицательных ионов до $5 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^7$ шт./ см^3 [2]. Результаты работы «АЭПО-1» по сопровождению хранения картофеля, лука, земляники и черешни показали замедление в тканях плодов окислительно-восстановительных процессов, снижение активности ферментов (каталазы и пероксилазы) и в 1,3-2,0 раза сокращение потребления плодом кислорода. Микробиологический контроль выявил уменьшение микроорганизмов в 70-100 раз в зависимости от времени года.

Современные исследования различных типов электрических воздействий на хранимую продукцию растениеводства отличает целенаправленное воздействие для достижения конкретной цели, например, сохранения того или иного вида растительной продукции – моркови [3], баклажанов [4], картофеля, лука, клубники, черешни и т.д. [5], или сохранения витамина «С» [5]. Как отмечает Д.С. Степаненко, экспериментальными результатами доказано значительное увеличение сохранности витамина «С» в исследуемых сортах дынь, при их обработке ионно-озонной воздушной смесью [5]. Конкретных указаний по времени, нормам и концентрациям автор не приводит и соотносит свои результаты со сравнительными критериями. Так, в работе концентрация ионов в $10^5 - 10^7$ ион/ см^3 названа чрезмерной, которая может подавлять биохимические процессы в биологических объектах, кроме нее есть «невысокая концентрация» (без указания количества ионов) которая интенсифицирует эти процессы. А для процессов хранения применяют воздушные среды с высокой концентрацией аэроионов (также без указания сравнительных характеристик). Количество озона и время обработки, а также другие параметры воздействия, например, обрабатывается ли дыня со всех сторон в одиночку или в гурте, – не указаны. Сам метод обработки сводится, главным образом, к облучению поверхности пищевых продуктов заряженными частицами, образующихся в результате ионизации воздуха [5]. Причиной эффективности метода автор считает, что при обработке продуктов ионизированным воздухом идет

замедление процессов жизнедеятельности внутри клетки благодаря воздействию аэроионов, и частичное обеззараживание поверхности продукции озоном. Применение для хранения ионизированного воздуха позволяет снизить скорость окислительно-восстановительных процессов, проходящих в плодах, и таким образом замедлить в них процессы метаболизма. Д.С. Степаненко отмечает, к сожалению, способ хранения с применением ионизированного воздуха изучен недостаточно [5].

Таким образом, применение электротехнологий при хранении продукции растениеводства разделяется на несколько направлений:

1. Применение озono-воздушных смесей. Использование свойств озона, как сильнейшего природного окислителя, позволяет в короткие сроки справиться с поверхностной обсемененностью хранимых плодов гораздо эффективней известных химических препаратов, что сокращает убыль от порчи и гниения продукции. Об этом свидетельствуют результаты многочисленных исследований на самых разнообразных продуктах растениеводства, предназначенных как для потребления человеком, так и скармливания животным и птице [6]. Использование озона позволяет снизить энергоемкость и ускорить процессы сушки зерна с одновременным обеззараживанием. Такие исследования давно и успешно проводятся, например, под руководством Н.В.Ксенза в Азово-Черноморском инженерном институте Донского ГАУ [7]. В работе КубГАУ [8] приводятся режимы озono-воздушной обработки для обеспечения минимальных потерь при хранении картофеля без ухудшения его качества.

2. Использование отрицательно заряженных ионов. Обработка только ионизированным воздухом растительного материала перед посадкой [9] или перед закладной продукции растениеводства на хранение [10] позволили получить авторам указанных работ результаты, которые свидетельствуют о потенциальных возможностях отрицательно ионизированного воздуха.

3. Прямое действие электрического тока. Одним из перспективных видов электротехнологии в растениеводстве можно отметить непосредственно действие на растения и продукцию растениеводства электрического тока, который может использоваться в качестве: индикатора о процессах, протекающих в растении [11], инструмента, ускоряющего приживаемость прививок [12], способа, повышающего устойчивость к заболеваниям при хранении моркови и картофеля [13] и т.д.

4. Применение различных вариантов электровоздействия. Развитие и доступность технических устройств в настоящее время позволили экспериментаторам провести опыты по различным видам электрического воздействия на продукцию растениеводства. Из наиболее успешных результатов выделяются воздействия: СВЧ излучением, ультразвуком, пульсирующим электрическими и магнитными полями, акустическим полем электрического разряда как внутри самого плода, так и в окружающей среде [14] и т.д.

Из сказанного следует, что:

- электротехнологические факторы – электрический ток, электрические и магнитные поля, ионные потоки, озон и др. – обладают большими

потенциальными возможностями по увеличению объема и сохранению высокого качества производимой продукции растениеводства;

- для получения наибольших результатов электротехнологических воздействий необходимо специальными исследованиями для каждого фактора выявить его оптимальные режимы и параметры.

Библиографический список

1. Галактионов, С.Г. Ботаники с гальванометром [Текст] / С.Г. Галактионов, В.М. Юрин. – М.: «Знание». – 1979. – С. 144.

2. Лившиц, М.Н. Аэроионификация: Практическое применение. \ [Текст] / М.Н. Лившиц. – М.: Стройиздат, 1990. – 168 с.

3. Сеитов, И.А. Обоснование и разработка способа подготовки моркови к хранению с использованием электрического поля коронного разряда: автореф. дис. ... канд. технич. наук: 05.20.02. [Текст] / Сеитов Ильяс Аппасович. – Челябинск, 1992. – 18 с.

4. Федоренко, Е.А. Повышение сохранности баклажанов электроозонированием: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.02. [Текст] / Федоренко Евгений Александрович. – Москва: 2010. – 19 с.: ил.; 21 см.

5. Степаненко, Д.С. Исследование сохранения витамина С в плодах дыни при длительном хранении с использованием обработки электроионизированным воздухом и упаковки в термоусадочную пленку [Текст] / Д.С. Степаненко // «Биологический вестник Мелитопольского ДПУ». Выпуск № 1 (10), том 4. / – Мелитополь, 2014. – С. 48-59.

6. Шевченко, А.А. Способы стерилизации продуктов растениеводства и кормосмесей [Текст] / Шевченко, А.А., Сапрунова, Е.А., Челебиев, С.Ю. // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – №98(04). с . 405-415.

7. Ксенз, Н.В. Способы снижения энергоемкости процесса сушки семян зерновых культур с использованием электрофизических методов [Текст] / Н.В. Ксенз, Н.И. Шабанов. // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – №2(14). – С. 48-51.

8. Федоренко, Е.А. Влияние озono-воздушной обработки на фитопатогенную микрофлору в овощехранилищах. [Текст] / Е.А. Федоренко, Д.А. Нормов. // Научно-информационный журнал «Гавриш». – 2009. – № 4. – С. 16-17.

9. Тайшин, В.А. Ионизация клубней картофеля перед посадкой отрицательными ионами кислорода. [Текст] / В.А. Тайшин. // Фундаментальные исследования. – 2006. – №1. – С. 14-16.

10. Степаненко, Д.С. Микробиологические аспекты хранения свежих плодов, обработанных электроионизированным воздухом. [Текст] / Д.С. Степаненко, Н.В. Тарусова, П.В. Гогунская. // «Биологический вестник Мелитопольского ДПУ». №1. – Мелитополь, 2012. – С. 143-152.

11. Родиков, С.А. Совершенствование методов электрического и оптического контроля качества яблок при созревании и хранении: автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н. [Текст]/ С.А.Родиков. – Мичуринск: 2010. – С. 36 с.

12. Баев, В. И. Улучшение приживаемости прививок плодовых деревьев при электростимулирующем воздействии [Текст] / В.И. Баев, В.А. Петрухин // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – №2. – С. 13-16.

13. Маслов, А.П. С помощью микротоков (Использование метода микротоковой стабилизации при хранении семенного картофеля) [Текст] / А.П.Маслов. // «Картофель и овощи». – 1992. – №5-6. – С. 36-37.

14. Опритов, В.А. Электричество в жизни животных и растений [Текст] / В.А. Опритов. // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №9. – С. 40-46.

УДК 631.171

*Белов А.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Белова В.Г., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Жирков Е.А., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

Одной из основных отраслей сельского хозяйства является растениеводство основную долю, которого занимают зерновые культуры. В производстве которых (зерновых), итогом всей, проделанной в течение года работы служит операция – уборка. Она является не только одной из ответственных операций, так как должна проходить в оптимальные сроки и с наименьшими потерями, но и одной из самых трудоемких, потому как в ходе ее, вместе с основной продукцией убирается и побочная – незерновая часть урожая (НЧУ) [1, с. 88].

В основном во время уборки с поля убирается весь биологический урожай (как основная, так и побочная продукция) это связано, прежде всего, с необходимостью освободить поле для выполнения последующих технологических операций. Механизация уборки НЧУ своеобразна и отличается от уборки основной культур. В основном это объясняется малой ее плотностью, у соломы она в 40 раз меньше, чем у зерна, отсутствием сыпучести и большей массы (примерно в 1,1-1,4 раза), чем у зерна. В связи с этим очевидно, что уборка НЧУ трудоемкий процесс, на нее приходится до 60-70% всех затрат от уборки зерновых. Участвовавшие, в последнее время, случаи сжигание пожнивных остатков обуславливают проблему, связанную с вопросами правильного их использования. Следует отметить, что при сжигании растительных остатков почва прогревается до 600 °С на глубину до 2-3 м, уничтожаются все микроорганизмы участвующих в формировании гумуса, что в конечном итоге негативно сказывается на ее плодородии и повышенная пожарная опасность возникающая при этом.

Значение слова «Утилизация», в толковом словаре русского языка С.И. Ожогова и Н.Ю. Шведовой, означает – употреблять с пользой (перерабатывая, используя каким-либо способом).

НЧУ (в основном это солому и полосу) широко используется для кормоприготовительной промышленности в качестве корма для

животноводства или как подстилочный материал. Однако для этого хозяйство, должно быть, обеспечено комплексом специфической с/х техники для выполнения операция подбора, прессования, транспортировки и т.д (Рисунок 1). Это особенно значимо, так как большинство хозяйств испытывают дефицит в технике, а та, что имеется, уже давно отработала свой ресурс. Также следует отметить то, что если расстояние перевозки НЧУ более 5 км то это уже экономически не целесообразно.



Рисунок 1 – Уборка соломы на нужды животноводства

Из-за близкого сходства, по своему составу соломы и мягкой древесины, из нее можно изготавливать теплоизоляционный материал, например в виде плит [6, с. 12].

Также, солома является хорошим материалом для изготовления топливных пеллет (рисунок 2). Их изготовление обходится примерно на 30-40% дешевле, чем аналогичных, но из других материалов [5, с. 83]. Однако, для организации производства топливных пеллет (или теплоизоляционных плит) хозяйству необходимо будет закупить дополнительное оборудование, что делает невозможным применения данного способа утилизации НЧУ при дефиците денежных средств.



Рисунок 2 – Топливные пеллеты из соломы

Наиболее перспективным способом утилизации НЧУ является ее использование в качестве удобрения [2, с. 107-108; 3, с. 58; 7, с. 82-83], в настоящее время в Рязанской области это осуществляют по двум технологиям.

В первой технологии используются комбайны, оборудованные соломоизмельчителями, которые измельчают НЧУ при уборке зерновых культур (Рисунок 3). Под воздействием воздушного потока измельчающего аппарата измельченная растительная масса распределяется по поверхности поля.



Рисунок 3 – Утилизация НЧУ на опытной агротехнологической станции ФГБОУ ВПО РГАТУ

По второй технологии солома обмолачивается комбайном и укладывается в валки, из которых затем подбирается, измельчается и распределяется по поверхности поля. Для подбора из валков применяются специальные машины, например прицепные измельчители-мульчировщики (Kverneland FX-230, МИС-280 и др). Также у нас в ВУЗе имеются разработанные устройства для работы в данной технологии (Рисунок 4) [8, с. 115-116].



Рисунок 4 – Устройство для утилизации НЧУ, разработанное учеными ФГБОУ ВПО РГАТУ

Заключительным этапом обеих технологий является заделка измельченной массы в почву.

Основное преимущество данного способа утилизации НЧУ заключается в том, что хозяйству не нужно задействовать комплекс машинно-тракторных агрегатов по сбору, прессованию, транспортировки и т.д. растительного

материала до мест его использования, так как он не покидает пределов поля [3, с. 58-59]. Также, следует отметить, что почва обогащается органическим веществом, которое выносится из нее при формировании урожаев и делает возможным сократить дозу внесения минеральных удобрений в 2 раза.

К недостаткам данного способа можно отнести не равномерное распределение измельченной растительной массы, что усложняет последующую работу почвообрабатывающих машин. Степень измельчения не всегда удовлетворяет агротехническим требованиям, а соломоизмельчитель, который устанавливается на комбайне, использует до 25% мощности двигателя, что сокращает срок его эксплуатации и делает невозможным использовать когда уборочная машина работает с загрузкой двигателя более 80% (например, на склонах или при большой засоренности посевов).

Таким образом, проанализировав способы утилизации НЧУ можно сделать вывод о том, что наиболее перспективным является применения растительных остатков в качестве удобрения. Данный прием экономически обоснован, а недостаток технических средств, для качественного его выполнения, обуславливает возможность разрабатывать новые машины, либо усовершенствовать уже существующие.

Библиографический список

1. Ангилеев, О.Г. Незерновая часть урожая [Текст] / О.Г. Ангилеев. – Ставрополь : Кн. изд-во, 1986. – 95 с.
2. Богданчиков, И.Ю. Применение устройства для утилизации незерновой части урожая в условиях рязанской области [Текст] / И.Ю. Богданчиков // Материалы IV Междунар. научн. практ. конф. «Молодежь и наука XXI века» 16-20 сентября 2014 года : Сб. научн. тр. Том II. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – С. 107-110.
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. К вопросу об использовании растительных остатков для повышения плодородия почвы [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвященная 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 88-90.
5. Маркова, А.И. К вопросу использования незерновой части урожая в качестве альтернативного источника энергии в условиях Рязанской области [Текст] / А.И. Маркова // Сб. научн. трудов Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. – С. 81-88.
6. Мишин, М.М. Совершенствование технологии уборки незерновой части урожая с разработкой режимов и параметров установки для изготовления

утеплительных плит : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.20.01 [Текст] / М.М. Мишин ; Мичуринск-наукоград ФГОУ ВПО МГАУ. – Мичуринск.: Изд-во ФГОУ ВПО МГАУ, 2004. – 24 с.

7. Результаты полевого эксперимента применения незерновой части урожая в качестве удобрения под озимые культуры [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышвр // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2014. – №1. – С. 80-84.

8. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – №1. – С. 114-117.

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

УДК 62 2:621.78:621.79

*Белокопытов В.Н., к.с.-х.н., доцент,
Самсонов В.А., к.т.н., доцент,
Скобеев И.Н., к.т.н., доцент,
Шляховой В.С., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА»
(г. Смоленск, РФ)*

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Долговечность и надёжная работа сельскохозяйственных машин, агрегатов и отдельных узлов во многом определяется прочностными показателями их деталей. Обширную и многообразную группу представляют детали, которые работают в условиях интенсивного поверхностного изнашивания: шейки коленчатых и распределительных валов, поршневые пальцы, полуоси, втулки, зубчатые колёса, кулачковые муфты, рабочие органы почвообрабатывающих агрегатов и другие. При этом прочность сердцевины таких деталей не только не оказывает влияния на износостойкость их рабочих поверхностей, но и должна сохранять необходимые вязкость и пластичность, исключающие их хрупкое разрушение. Для выполнения указанных требований применяют различные способы обработки: химико-термическую (цементация, азотирование, цианирование, диффузионная металлизация), поверхностное упрочнение пластическим деформированием, поверхностную закалку при нагреве токами высокой частоты (ТВЧ) и другие.

Каждая из перечисленных обработок имеет свои технологические особенности, области применения и требует для своей реализации соответствующее оборудование. Из перечисленных способов обработки деталей при своей высокой эффективности и не требующих при этом специального технологического оборудования, следует выделить упрочнение

пластическим деформированием и поверхностную закалку при нагреве токами высокой частоты (ТВЧ).

Обработка металлов пластическим деформированием основана на использовании пластических свойств металлов, то есть способности металлических заготовок принимать остаточные деформации без нарушения целостности металла. Такая обработка сопровождается упрочнением поверхности, что способствует повышению долговечности работы соединения. Детали становятся менее чувствительными к усталостному разрушению, повышаются их коррозионная стойкость и износостойкость, удаляются риски и микротрещины, оставшиеся от предыдущей обработки. Этим методом можно обрабатывать все металлы, склонные к пластическому деформированию, но наилучшие результаты получают на металлах с твёрдостью до 280 НВ [1].

Детали, представляющие собой тела вращения, обрабатывают в частности методом обкатки на обычном токарном станке. При этом деформирующий ролик высокой твёрдости, закреплённый в резцедержателе станка, обкатывает обрабатываемую поверхность при давлении на неё (рис. 1).

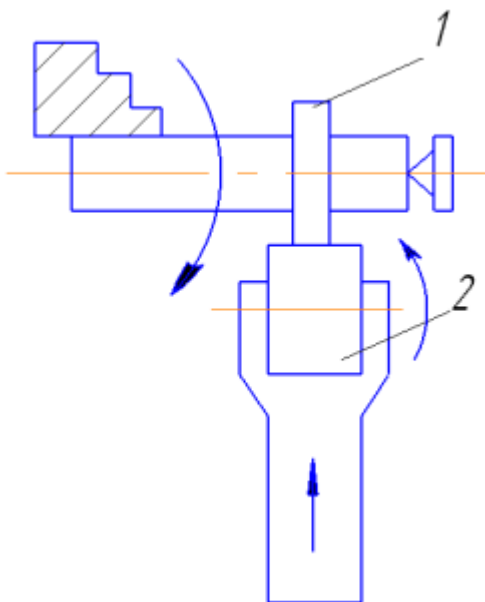


Рисунок 1 – Схема обкатывания поверхности роликом : 1-обрабатываемая поверхность; 2-ролик

Плоские поверхности эффективно упрочняются в процессе дробеструйной обработки [1].

Сущность закалки стальных деталей при нагреве их ТВЧ заключается в следующем. Если в переменное электромагнитное поле высокой частоты поместить проводник электрического тока, то в проводнике возникнут переменные, то есть вихревые токи, причём плотность протекающего переменного тока в поверхностных слоях значительно больше, чем в его сердцевине. Вследствие этого проводник (в нашем случае обрабатываемая деталь) прогревается на определённую глубину. При закалке, нагретой таким образом детали, толщина закаленного слоя примерно равна глубине прогрева до температуры закалки. Глубинные слои детали прогреваются ниже

температуры заковки и при охлаждении не упрочняется. При этом твёрдость поверхности получается на 3 – 6 единиц HRC больше, чем при заковке после нагрева в печи [2]. Это объясняется высокой скоростью охлаждения стали в интервале мартенситного превращения, исключающей возможность отпуска при заковке.

В настоящей работе исследовалась эффективность упрочнения поверхности стальных деталей в результате их термомеханической обработки. Термомеханической обработкой называют совокупность операций пластической деформации (наклёпа) и заковки, совмещённых в одном технологическом процессе, при котором наклёп благоприятно влияет на структурные изменения при заковке. Термомеханическую обработку целесообразно применять, в частности, для сплавов, компоненты которых при нагреве и охлаждении претерпевают полиморфные превращения. Эффект упрочнения таких сплавов значительно повышается, если перед термической обработкой их подвергнуть холодной пластической деформации. Повышение механических свойств поверхностных слоёв таких сплавов объясняется тем, что при наклёпе перед заковкой их структура представляет собой мелкоблочное строение, которое сохраняется и в пересыщенном твёрдом растворе.

Термомеханическую обработку эффективно применять, в частности, для углеродистых сталей, упрочнение которых происходит по механизму упрочнения сплавов с полиморфным превращением компонентов.

Целью настоящего исследования являлось определение изменения твёрдости поверхности стальной детали после заковки с нагревом ТВЧ в зависимости от степени предварительного наклёпа.

Исследование проводилось на цилиндрическом образце, изготовленном из углеродистой конструкционной стали 45 ГОСТ 1050-88 (рис. 2)

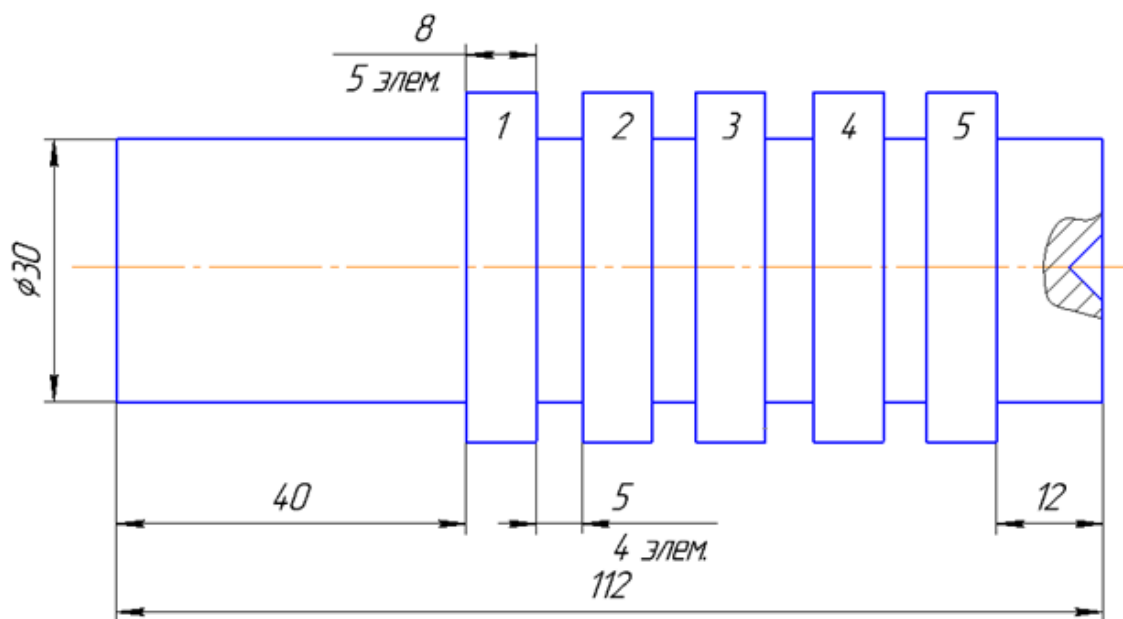


Рисунок 2 – Схема образца : 1, 2, 3, 4, 5 – исследуемые поверхности

Наклёп исследуемых поверхностей осуществляется обкаткой роликом по схеме, приведённой на рисунке 1, на токарном станке 1К62 с различной

интенсивностью пластического деформирования. Различная величина наклёпа осуществлялась изменением величины давления ролика на поверхности образца и контролировалась лимбом резцедержателя станка в упругой системе образец-ролик-станок.

После наклёпа различной интенсивности производилась закалка образца на установке ИЗВ-1-650 для поверхностной закалки ТВЧ цилиндрических и плоских поверхностей, охлаждение в водяной ванне. Образец после закалки прошёл низкий отпуск при температуре 200 °С в течение двух часов. После каждой из перечисленных операций осуществлялся замер твёрдости по шкале HRC на твёрдомере модели ТК-14-26 ГОСТ 23677-79* в 5-6 точках по окружности исследуемой поверхности. Результаты замеров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замеров твёрдости исследуемых поверхностей

Поверхность образца	Твёрдость поверхности HRC		
	После наклёпа	После закалки	После отпуска
1*	20-22	57-63	55-62
2	24-26	60-64	60-63
3	28-30	65-67	64-67
4	32-34	68-71	68-70
5	36-38	71-73	70-73

*поверхность 1 не подвергалась пластическому деформированию

Полученные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Пластическая деформация перед закалкой позволяет существенно (~ на 10 единиц HRC) повысить твёрдость поверхности закалённой детали.

2. Эффективность упрочнения при термомеханической обработке возрастает при увеличении степени наклёпа, примерно пропорционально увеличению твёрдости металла после данной операции.

3. Незначительное снижение твёрдости закалённого образца без наклёпа после отпуска (1-2 единицы HRC) с наклёпом практически отсутствует.

Таким образом термомеханическая обработка, не требующая сложного технологического оборудования, по эффективности результата превосходит различные методы химико-термической обработки, требующих длительного, сложного процесса, а также наличия специального технологического оборудования.

Работа выполнена на экспериментально-производственной базе ОАО «Пирамида» г. Смоленск, в рамках договора о техническом сотрудничестве между данным предприятием и ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА».

Библиографический список

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Текст] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, В.Ф. Карпенков и др. – М.: КолосС, 2007. – Книга 1 – 443 с.; Книга 2. – 310 с.

2. Зуев, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Зуев. – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 496 с.

УДК629.114

*Бистерфельд С.Н., РВВДКУ,
Васильченков В.Ф., д.т.н., профессор, РВВДКУ,
Фомин А.Ю., РВВДКУ
(г. Рязань, РФ)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ ГУСЕНИЦ НА ПОЛЕЗНУЮ ДЕФОРМАЦИЮ И РАЗРУШЕНИЕ ГРУНТА ПРИ ПОВОРОТЕ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ (ГМ)

Одним из серьезных недостатков гусеничного движителя является его сравнительно низкая энергетическая эффективность. В условиях постоянного совершенствования специальных высококомобильных транспортных средств, все более усиливающихся требований к ним по повышению подвижности вопрос о совершенствовании гусеничного движителя, повышении его сцепных свойств и снижении потерь энергии выдвигается на первый план. Возрастание массы современных военных гусеничных машин (ВГМ), ограниченные возможности наращивания мощности силовых установок делают все более актуальной задачу повышения тягово-сцепных свойств гусеничного движителя. Тягово-сцепные свойства движителя характеризуют способность передачи и реализации на грунте мощности силовой установки. Гусеничные движители современных ГМ способны поглощать 60% и более передаваемой мощности. Соответственно, для современных ВГМ ВДВ снижение затрат в движителе, например, на 10% позволит увеличить мощность, подводимую к грунту, более чем на 100кВт. Простой расчет показывает, что в то же время увеличение сцепных возможностей движителя – коэффициента сцепления ϕ на 10% позволит увеличить тяговое усилие почти на 40 кН.

В настоящей работе обосновывается методика теоретических и экспериментальных исследований влияния механических свойств грунта и особенностей конструкции гусеничного движителя на его КПД.

Принимается, что за основу эффективности взаимодействия гусеничного движителя ГМ следует принимать его КПД с учетом затрат мощности в ходовой части и верхних частях грунта, где путем уплотнения, сдвига или среза реализуется сила тяги. Соответственно детальной оценкой тягового свойства следует принимать сопротивление качению (экскавации и бульдозированию) и уплотнению грунта, скольжению (буксованию) со сдвигом грунта, а также в самой ходовой части.

Считаем, что приведенные в статье методики могут быть полезными и для сельскохозяйственных гусеничных машин.

Сопротивление P_f , в движении исследовано достаточно полно[1]. Менее исследованы вопросы влияния расстановки опорных катков и, собственно, влияния эпюры давлений, отношения расстояний между осями катков к шагу

L_{36} гусеницы, сдвигов слабых текучих почв (мокрая глина), ударов при переезде катков со звена на звено. Эти процессы сильно влияют на эпюру нормальных и касательных нагрузок и соответственно на условия формирования силы тяги.

Предметом исследования являются потери энергии в местах непосредственного взаимодействия рабочих органов гусениц под опорной поверхности, а также на деформацию и разрушение грунта ниже опорной поверхности.

При работе грунтозацепов гусениц проявляют себя следующие процессы:

- 1) уплотнение;
- 2) сдвиг;
- 3) смятие и срез отдельных грунтовых комплексов;
- 4) возникновение сил трения как между элементами гусеницы и грунта, так и между частицами самого грунта;
- 5) сопротивление пластической вязкости;
- 6) образование полей напряжения не только под каждым деформирующим элементом гусеницы (рисунок 1), но и далее в глубину, вплоть до «упора» – твердого основания.

Качественное и, особенно, количественное выражения закономерностей этих явлений, их взаимная связь и зависимость от воздействующих на грунт опорных поверхностей гусениц, как показывает анализ выполненных по существу работ, представляют весьма трудную и до сих пор не решенную до конца задачу [1,3].

В исследовании определялась эффективность взаимодействия движителя с грунтом через оценку влияния указанных факторов на КПД гусеничного обвода. При существующей методике тяговый КПД определялся:

$$\eta_T = \frac{N_{гус}}{N_{вк}}, \quad (1)$$

где $N_{гус}$ – мощность, проецируемая на опорную поверхность, при этом $\eta_T = \eta_{\Gamma} \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_f$, соответственно при учете потерь в шарнирах ($1 - M_{\Gamma}/M_K$), на сопротивление $k_{бгр}$ в виде $(1 - P_f/P_{вк})$, на скольжение (буксование) – $(1 - S = V_T - V_d/V_{\Gamma})$.

Нами учитывались потери энергии $N_{гр}$ в грунте на деформацию сдвига и среза грунта, так что $\eta_{общ} = \frac{N_{гр}}{N_{вк}}$, где $N_{гр}$ – мощность, реализуемая на грунте, $N_{вк}$ – мощность на ведущем колесе.

На рисунке 1 приведена упруго-пластичная модель взаимодействия ходовой части ГМ с упруго-вязким грунтом между опорной поверхностью гусениц и грунтом, а ниже – через упругую $C_{гр}$ и вязкостную $k_{бгр}$ составляющие качества грунта. Впервые предложена модель затрат энергии движения до твердого основания – «упора». Последнее характерно особенно для снежного покрова (рисунок 1).

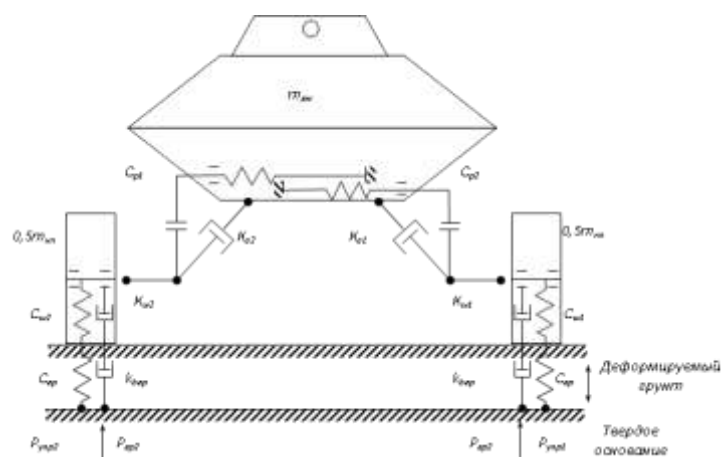


Рисунок 1 – Модель упруго-пластичного взаимодействия ГМ с грунтом

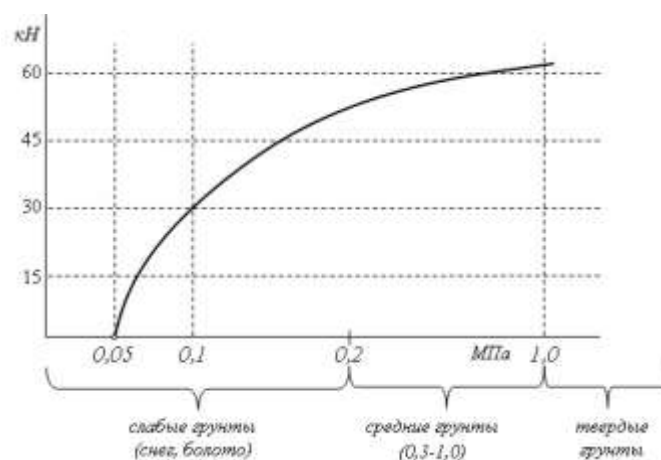


Рисунок 2 – Несущая способность грунта для ГМ

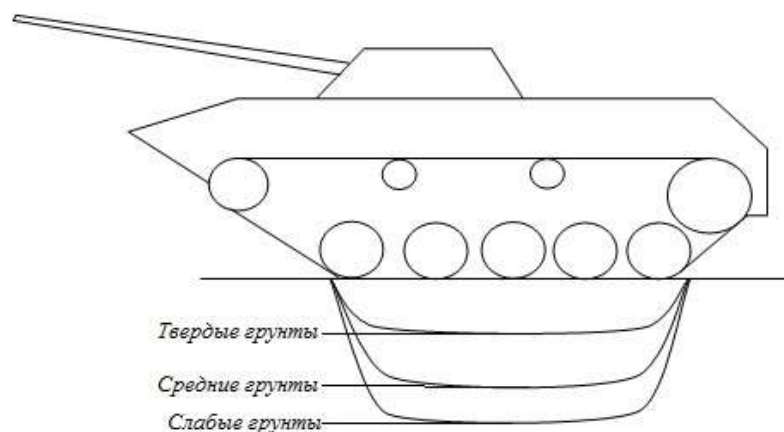


Рисунок 3 – Изотопы напряжений в грунте под опорной поверхностью ГМ вплоть до упорной части

Экспериментальные данные были получены для следующих пяти видов грунта: плотного, песка мокрого и сухого, мокрой глины или илистой почвы, влажного луга, болота, снежной целины. Наиболее полные исследования проводились на плотном грунте, песке и глине. На плотном грунте определялись внутренние потери в движителе ввиду малого сопротивления движению P_f .

На остальных почвах проверялось влияние тех параметров, которые на песке показали наибольшее влияние на величину P_{ϕ} .

Для каждого грунта определялись объемный вес, влажность, сопротивление сжатию, сдвигу и срезу.

Объемная сила тяжести, влажность грунта, сопротивление сжатию и сдвигу определялись по известным формулам, соответственно [2]

$$\gamma_{вес} = \frac{G_{гр}}{V}, W_{вл} = \frac{G_{гр} - G_0}{G_0} \cdot 100\%, q_{см} = \frac{\Phi_{зв}}{bt}, \quad (2)$$

где $G_{гр}$, G_0 – сила тяжести грунта, $\Phi_{зв}$ – сила натяжения в гусеничном обводе, b и t – ширина и длина (шаг) трака.

В результате исследования авторами была разработана конструкция гусеничного движителя к ВГМ ВДВ для условий Арктики (рисунок 4), в которую были внесены изменения, в частности, оптимизация ширины гусеницы (в том числе с помощью упругих, адаптирующихся к типу грунта, уширителей гусеницы), длины шага звена $L_{зв}$, способы соединения звеньев, высоты и профиля грунтозацепов.

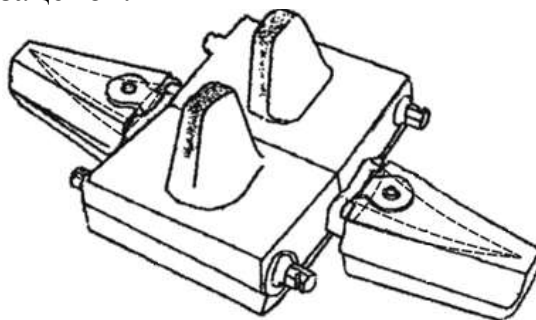
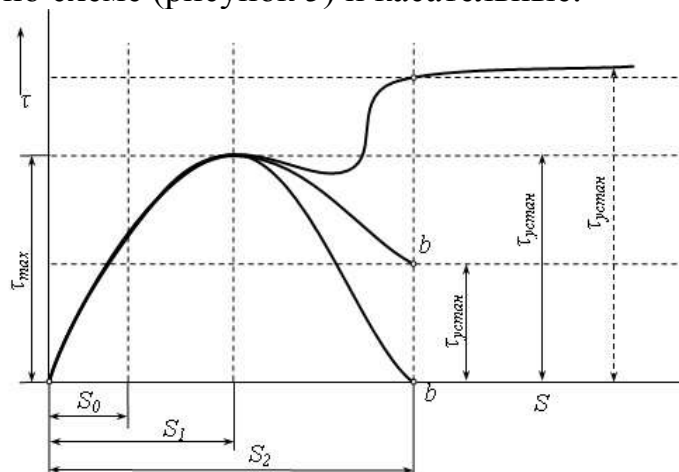


Рисунок 4 – Резино-металлический гусеничный движитель ВГМ с упругой вставкой для Арктики

На основании наших многолетних исследований с измерением напряжений не только на глубине так называемого «кирпича», но и далее до «материкового» основания – «упора», измерялись напряжения не только нормальные, но согласно схеме (рисунок 5) и касательные.



S – деформация грунта

Рисунок 5. – Образец зависимости напряжения сдвига в почве от S -деформации грунта

В целом, КПД ходовой части определялся:

$$\eta_{хч} = 1 - S \frac{P_T}{P_{хч} + P_T}, \quad (3)$$

где S – коэффициент скольжения; P_T и $P_{хч}$ – силы тяги на крюке и, соответственно, на гусенице.

Сила сцепления определялась по известному выражению [2]:

$$P_{\phi r} = 2n \left[\frac{1}{S} \int_0^{SL} P_{зг} ds \right], \quad (4)$$

где n – число катков борта, L – база (м), $P_{зг}$ – сила рабочего натяжения в опорной части гусеницы.

Ей соответствуют касательные напряжения τ , согласно уравнению Мора–Кулона:

$$\tau = c + P_{зr} \operatorname{tg} \rho, \quad (5)$$

где c – коэффициент связности (МПа), $P_{зr}$ – нормальные давления (МПа), ρ – угол внутреннего трения (град).

Для несвязных грунтов $c \rightarrow 0$.

Приведенный коэффициент сопротивления движению определялся:

$$f_{xz} = f_T + f_z + \Delta f_m + \Delta f_z. \quad (6)$$

В отличие от общепринятых значений коэффициентов сопротивления движению, в большей мере учитывающих непосредственную затрату энергии на проделывание колеи, в настоящей модели формирования f_{xz} , учитывались и потери на сообщение движения путем реализации силы тяги.

В результате исследования была построена диаграмма напряжений в грунте в зависимости от величины деформации Δl . Из диаграммы следует, что величина c есть тангенс угла наклона лучей, проходящих через начало координат и соответствующие точки кривой, что соответствует рисунку 6.

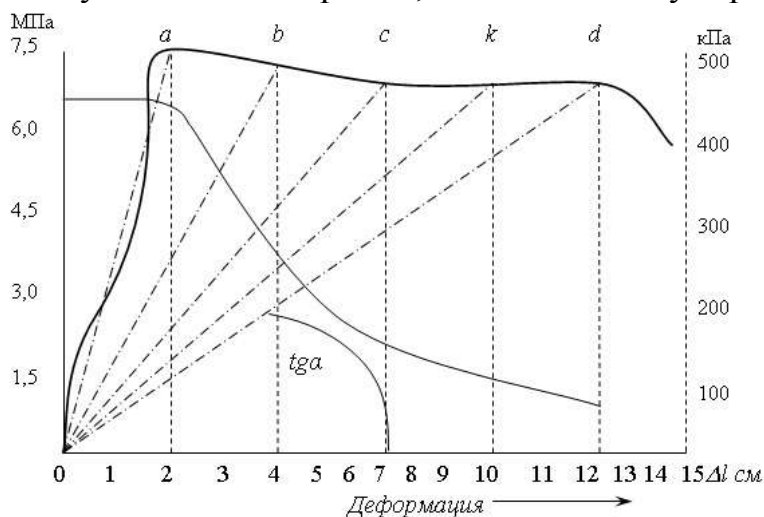


Рисунок 6. – Зависимость напряжений почвы от деформации

Выводы:

1. Как видно из рисунка 6, до определенного предела напряжения грунта растут с увеличением деформаций приблизительно по закону прямой, следовательно, на этом участке величина c будет постоянной. Затем начинается

«течение» грунта при почти постоянных напряжениях. Величина c при этом будет уменьшаться с увеличением деформации. Практически, однако, эта величина никогда не будет равна нулю.

2. Мощность, расходуемая гусеничной машиной в процессе ее сцепления с грунтом, характеризуется величиной остаточных деформаций, производимых в грунте.

Очевидно, что чем меньше будет объем этих деформаций и сопротивление деформации грунта, тем больше будет величина коэффициента полезного действия гусеницы.

Приведенные факторы, обуславливающие вид и размер деформации, объясняют в какой мере отрицательные факторы могут быть устранены при проектировании сцепления гусениц, связанных с ведущими колесами, при взаимодействии с грунтом.

3. Вид деформации грунта гусеницами, приведенными от ведущих колес, может быть выяснен на основе кинематического анализа сцепления ведущих органов гусениц с грунтом.

Библиографический список

1 Львов, Е.Д. Тракторы, их конструкция и расчет [Текст] / Е.Д. Львов. – М.-Л.: Госнаучтехиздат, 1931. – 655 с.

2 Васильченков, В.Ф. Военная автомобильная техника. Теория эксплуатационных свойств. Учебник [Текст] / В.Ф. Васильченков. – М.: Воениздат, 2004. – 479 с.

УДК 631.356.4

*Бойко А.И., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Борычев С.Н., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Успенский И.А., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Макаров В.А., д.т.н., профессор, ФГБНУ ВНИМС
(г. Рязань, РФ)*

УБОРКА КАРТОФЕЛЯ ПО ИНТЕРАКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Картофель в России является одной из основных продовольственных культур. По данным на 2014 г., в одной только Рязанской области собрано картофеля свыше 361,6 тыс. тонн. [3]. В то же время, средняя урожайность картофеля в период с 2007 г. по 2014 г. не превышала 12 ц/га., а это значительно ниже, чем в развитых странах Западной Европы и США.

Необходимо повысить эффективность сельскохозяйственного производства. Однако этого нельзя добиться только путем посадки семенного материала с высоким потенциалом урожайности. Требуется применять тщательным образом подобранные и научно обоснованные механизированные технологии возделывания и уборки картофеля.

Высокая стоимость картофеля обусловлена и тем, что свыше 40...45% от всех трудозатрат приходится именно на его уборку [1]. Удешевление возможно

лишь за счет применения новых технологий и новой сельскохозяйственной техники, отвечающей всем агротехническим требованиям.

На сегодняшний день в картофелеводческих хозяйствах Рязанской области имеется разномастный и в основном, сильно изношенный парк сельскохозяйственной техники. Помимо технической стороны, нельзя не учитывать климатические особенности Рязанского региона, например: в 2010 г. уборка картофеля была осложнена пересушенной почвой после чрезвычайно засушливого и богатого на пожары лета, тогда как в 2013 г. вся уборочная страда сопровождалась почти непрекращающимися дождями. Это привело к тому, что более 60% урожая осталось в поле, и было потеряно.

В столь жестких рамках очень сложно вырастить и собрать в срок качественный и недорогой картофель.

Назрела необходимость создать интерактивную комплексную систему [2], которая поможет сельскохозяйственному производителю в постоянно меняющихся условиях спрогнозировать и выбрать наиболее удобную технологию уборки картофеля. Учитывающую имеющуюся у него или доступную в его районе сельскохозяйственную технику.

Предлагаемая система обеспечит сельскохозяйственному производителю следующие преимущества:

- даст оперативную оценку его возможностей;
- создаст резерв времени на подготовку необходимой техники в требуемом количестве;
- заблаговременно спрогнозирует потребность в трудовых ресурсах необходимой квалификации;
- предложит оптимальные сроки уборки;
- определит дополнительные площади для складирования и хранения урожая.

За основу интерактивной комплексной системы предлагается взять вероятностную модель принятия решения. В качестве исходных параметров должны использоваться критерии простые и доступные специалисту низкой квалификации. Например: сорт картофеля, предполагаемый период его уборки (начало и окончание), влажность почвы (по толщине подреза клубненосного пласта), вид и состав почвы, ширина междурядий, температура воздуха и почвы, предназначение и требуемое качество картофеля, длительность хранения, трудовые ресурсы, наличие подъездных путей к полю с твердым покрытием, парк исправной и свободной техники (уборочные и транспортные средства), наличие картофелехранилищ, оборудования для сортировки и очистки картофеля. После ввода указанных параметров программа предлагает основной и несколько дополнительных вариантов технологий уборки. Сельскохозяйственный производитель принимает на основе результатов работы интерактивной комплексной системы взвешенное решение о выборе технологии уборки и начинает руководствоваться приложенными к ней предписаниями. Затем в срок и с минимальными затратами проводит уборку, закладку на хранение или реализацию картофеля.

Библиографический список

1. Бoryчев, С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов [Текст] / С.Н.Бoryчев // автореферат дисс. на соискание уч. ст. доктора техн. наук /Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Костычева. Рязань: 2008.
2. Бойко, А.И. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля [Текст] / А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н.Бoryчев//Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы/ материалы 65-й международной научно-практич. конф. 20-21 мая 2014г. (часть II) – Рязань, РГАТУ, 2014.-С.141-142.
3. Агропромышленный комплекс Рязанской области. Показатели развития [Электронный ресурс] - URL: <http://www.ryazagro.ru/activities/spheres/statist/>

УДК 691.115

*Бойко А.И., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Кондауров Д.А., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Куколев А.А., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

НОВАТОРСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Сегодня не только в России, но и на территории бывшего Советского Союза сохраняется нехватка качественного и доступного жилья. Применяющиеся сегодня строительные технологии не позволяют строить капитальные строения для средней полосы России дешевле 20 тысяч рублей за квадратный метр [2]. Удешевить жилье не помогло даже применение низкокачественных строительных материалов, которыми не гнушаются некоторые застройщики. Поэтому назрела острая необходимость в разработке и внедрении новой технологии строительства на основе экологически чистых, дешевых и долговечных компонентов. По нашему мнению, необходимо адаптировать технологию производства уже хорошо себя зарекомендовавшего себя строительного материала – опилкоцемента к индивидуальному малоэтажному строительству.

Давайте разберемся, что это такое – опилкоцемент? Опилкоцемент – это строительный материал на основе минеральных вяжущих веществ и древесных опилок. Благодаря опилкам этот строительный материал приобретает уникальные свойства: низкий удельный вес, экологичность и прочность. По совокупности своих качеств, опилкоцемент не имеет убедительных конкурентов на рынке стройматериалов. Ниже приведем внушительный перечень преимуществ опилкоцемента:

- низкая стоимость и широкая доступность исходных материалов. Это позволяет производить его как в промышленном масштабе, так и на мелких частных предприятиях и, даже, в домашних условиях;

- универсальность применения. Можно изготавливать материал с требуемыми свойствами (регулируется качеством вяжущего материала, сортом и концентрацией древесных опилок), например: как теплоизоляционный материал (при средней плотности 300-700 кг/м³ и прочности на сжатие 0,4-3 МПа), и как конструкционно-теплоизоляционный – (при средней плотности 700-1200 кг/м³ и прочности на сжатие до 10 МПа);

- прочность. Практически все применяемые сегодня материалы уступают опилкоцементу по показателям прочности на растяжение и изгиб;

- отличная звукоизоляция. Применение опилок в материале значительно повышает звукоизоляционные свойства, улучшая комфортабельность данного строения;

- хорошая огнестойкость. При соблюдении технологии производства предел огнестойкости обычной смеси (50 % опилок) равняется двум с половиной часам;

- экологичность. Применение наполнителя растительного происхождения делает материал по-настоящему экологически чистым и создаёт здоровый микроклимат в помещении.

Почему опилкоцемент еще не известен широкому кругу строителей? По нашим оценкам, это обусловлено высокими трудозатраты при его изготовлении и укладке в стену, поскольку так и не создано специализированных технологий и соответствующего оборудования. На данный момент главными инструментами при приготовлении опилкоцемента являются лопата и бадья, помимо этого, для монолитной заливки стен необходимо изготовить и установить опалубку, в которую готовый опилкоцемент засыпают с помощью ведер. Данная "ручная" технология неприема, еще и потому, что качественное перемешивание компонентов опилкоцемента, а именно: опилок, песка, цемента и глины требует специального оборудования. Требуется механизировать не менее трех основных операций, таких как: подготовка песка и опилок (удаляются все посторонние предметы, примеси и камни), перемешивание опилкоцемента, - транспортировка и укладка в опалубку.

Мы провели поиск оборудования для сменной производительности в 5-10 м³ опилкоцемента. Для производства опилкоцемента нам потребуется: вибросито, растворосмеситель активного типа и подъёмно-транспортное устройство. Для решения поставленных задач, отечественная и зарубежная промышленность предлагает следующие виды оборудования: вибросита (см. рис. 1...2), бетоносмесители активного типа (см. рис. 3...4), подъёмно-транспортные машины (см. рис. 5...6). Технические характеристики перечисленного оборудования представлены ниже (см. табл.1...3).



Рисунок 1 – Вибросито СО-139



Рисунок 2 – Вибросито EUROMIX 900

Таблица 1 – Технические характеристики вибросит для сыпучих материалов

Название	Вибросито СО-139	Вибросито EUROMIX 900
Габариты	1240x700x1060	1855×1400×1300
Производительность	1,0 ... 4,0 м ³ /час	до 10 т/час
Цена	22 300 руб.	178 132 руб.



Рисунок 3 – Растворосмеситель РН-200А



Рисунок 4 – Растворосмеситель RN-300 Zitrek

Таблица 2 – Технические характеристики растворосмесителей

Название	Растворосмеситель РН-200А	Растворосмеситель RN-300 Zitrek
Загрузка, л	200	300
Мощность, кВт	1,5	2,2
Масса, кг	215	270
Габариты, мм	1505x780x1060	1800x900x1380
Цена, руб	61200	71200



Рисунок 5 – Мини-погрузчик CASE SV250



Рисунок 6 – Мини-погрузчик SunWard SWL3210

Таблица 3 – Технические характеристики фронтальных мини-погрузчиков

Название	CASE SV250	SunWard SWL3210
Ёмкость ковша	0,4 - 0,8 м ³	0,53 м ³
Грузоподъёмность	1135 кг	1000 кг
Макс. высота выгрузки	3100 мм	3123 мм
Цена	2 761 495 руб.	1 800 000 руб.

Приобретение автокрана-манипулятора в связи с его высокой стоимостью порядка 5-6 млн. рублей, даже и не рассматривается.

По представленному на рис. 1...6 оборудованию можно сделать выводы, что мини-погрузчики не пригодны для подъема опилкоцемента при возведении стен, вследствие недостаточной высоты выгрузки; из оставшегося перечня, наиболее полно отвечает требованиям вибросита EUROMIX 900 имеющее достаточно большую площадь просеивания, растворосмесители имеют полезный объем менее 220-200 литров, что недостаточно.

Основным недостатком, по которому придется отказаться и от вибросита EUROMIX 900, это его значительная масса и стоимость.

Чтобы устранить перечисленные недостатки, было разработано следующее оборудование: вибросито (см.рис. 7), двухвальный растворосмеситель с автономной энергоустановкой (см.рис. 8) и передвижной кран грузоподъемностью 500 кг (см.рис. 9).



Рисунок 7 – Вибросито.



Рисунок 8 – Двухвальный растворосмеситель активного типа.



Рисунок 9 – Передвижной кран.

Следует подчеркнуть, что характеристики передвижного крана специально подобраны таким образом, чтобы его грузоподъемность была равна загрузке/выгрузке одного замеса из растворосмесителя.

Технические характеристики передвижного крана: скорость передвижения: 2,5 км/ч; грузоподъемность: 500кг; высота подъема: до 5,5 м; радиус разворота: 3 м.

Экспериментальные машины в настоящее время проходят эксплуатационные испытания с целью повышения удобства пользования и снижению трудозатрат, а также выявления конструктивных недостатков.

В настоящее время мы разработали и экспериментально проверяем новую технологию в индивидуальном строительстве, которая сократит в несколько раз трудозатраты, а как следствие, удешевит и сделает доступнее новое комфортабельное и экологически чистое жилье.

Библиографический список

1. ДОМОСТРОЙ.ТВ Стеновые материалы. Опилкобетон [Электронный ресурс]. – URL: – <http://domostroi.tv/stenovye-materialy/opilkobeton/>
2. Центральное агентство недвижимости/ загородная недвижимость: [Электронный ресурс]. – URL: – <http://dom.961-961.ru/>
3. Опилкобетон: монолит или кладка готовых блоков-4 [Электронный ресурс] / ФорумХаус™. – URL: <https://www.forumhouse.ru/threads/126729/>
4. Бойко, А.И. Опилкоцемент – экологичный строительный материал [Текст] / А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н. Борычев / Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы/ материалы 65-й международной научно-практич. конф. 20-21 мая 2014г. (часть II) – Рязань : РГАТУ, 2014. – С. 68-69.

ДЕШЁВЫЕ СТЕНОВЫЕ БЛОКИ ПО ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В строительной отрасли применение стеновых блоков стало привычным явлением. Их характеризуют: низкая себестоимость, небольшой вес, высокие теплоизоляционные свойства и самое главное – они экономят время при возведении стен. При укладке блоков не используются сложные подъёмные механизмы. При возведении стен из блоков в форме идеального параллелепипеда отпадает необходимость в использовании высококвалифицированных рабочих. В настоящее время блоки изготавливают из пенобетона, керамзитобетона и монолитного бетона. Однако, все они либо относительно дороги, либо легко разрушаются, либо имеют низкие тепло и звукоизоляционные свойства. Чтобы избавить блоки от перечисленных недостатков, мы предлагаем их изготавливать из опилкоцемента.

Опилкоцемент - неоправданно забытый материал, который находится в забвении уже более пятидесяти лет. Он должен стать очень востребованным, в связи с со сложным экономическим положением в стране [2].

Опилкоцемент является разновидностью лёгкого бетона и состоит из опилок и цемента. Опыт применения опилкоцемента, как строительного материала имелся в 60-х годах XX века. Он характеризуется широким спектром положительных характеристик, таких как: высокая огнестойкость, малая стоимость, низкая теплопроводность, прочность, паропроницаемость, лёгкая обрабатываемость и высокий коэффициент шумоизоляции. Кроме этого, опилкоцемент является экологичным материалом, в основу которого входят опилки и древесная стружка хвойных пород деревьев [3].

Область применения данного материала довольно широка. Свойства опилкоцемента зависят от того, в каких пропорциях он приготовлен. Например, из материала невысоких марок (М5-10) делают утепление ремонтируемых или вновь возводимых зданий. Из материала более высоких марок (М15-20) возводят несущие стены для жилых и нежилых сооружений. Стены из опилкоцемента имеют гораздо меньший вес в сравнении с кирпичными, а еще, такие стены делают меньшей толщины, чем из кирпича, что ещё больше снижает вес конструкции. В результате фундамент можно делать не такой мощный, а значит более дешёвый, чем в варианте из кирпича. Прочность и теплопроводность материала легко корректируются содержанием в растворе опилок, цемента и песка.

Современные строители [1] применяют следующие пропорции для приготовления опилкоцемента:

- для М5 необходимо 0,2 т сухих опилок, 0,05 т песка и цемента и 0,2 т глины или извести. Получаемая плотность – около 500 кг/м. куб.

- для М15 - 0,2 т опилок, 0,35 т песка, 0,15 т цемента и 0,1 т глины или извести. Получаемая плотность – около 800 кг/м. куб.

Для получения качественной продукции технология изготовления опилкоцементных блоков должна вместить в себя следующие операции:

- просеивание древесных компонентов через сита 10х10 мм;
- пропитка древесных компонентов в солях, которые удаляют сахаристые вещества и придают древесине негорючие свойства;
- замешивание смеси в бетономешалке активного типа;
- выкладка в формы и трамбовка;
- заполненные формы оставить на 3-5 дней. Затем форму разобрать и оставить блок на 4-5 дней, после чего уложить на окончательную просушку, которая длится приблизительно 1,5-2 месяца.

Чтобы изготовить геометрически правильный блок нужно современное высокопроизводительное оборудование. Мы провели анализ оборудования для производства стеновых блоков, существующего на российском рынке. В результате были отобраны следующие модели: станок «БлокМАСТЕР – 1.5» (см. рис. 1) и «Вибростанок КОМАНЧ» (см. рис. 2). Их технические характеристики приведены в таблице.



Рисунок 1 – Станок «БлокМАСТЕР – 1.5»



Рисунок 2 – Вибростанок «КОМАНЧ»

Таблица 1 – Примерные технические характеристики станков для производства стеновых блоков

Параметр	Величина
	БлокМАСТЕР – 1.5
Размер выпускаемых блоков	390х190х188мм и 390х120х188
Производительность шт/час	30-90
Количество блоков, получаемых одновременно	1
	Вибростанок КОМАНЧ
Размер выпускаемых блоков	390х190х188мм
Производительность шт/час	до 120

Оборудование, представленное на рис. 2 имеет сложную конструкцию, однако, его позиционируют, как высокопроизводительное оборудование. Еще одним существенным недостатком данной конструкции, является потребность в дополнительных трудозатратах на транспортировку строительной смеси к форме, её укладку в форму. Затем, после процесса формования требуется выполнение еще двух операций: извлечение готового блока и укладка его на сушку. Таким образом, помимо высоких, по нашим меркам, трудозатрат, данное оборудование совершенно непригодно для работы с высокопластичным и влажным опилкоцементом. Поскольку в этом случае, будет необходима выдержка блока в форме станка на протяжении до 5 дней.

Мы предлагаем разработать новую технологию производства блоков из опилкоцемента, которая позволит формировать блоки из опилкоцемента с соблюдением правильной геометрической формы, и с низкими трудозатратами. Новая технология предусматривает изготовление в неразборной опалубке партии блоков. Производительность новой технологии может составить 150-200 блоков час.

По предварительным оценкам, стоимость кубического метра товарных блоков из опилкоцемента по новой технологии не должна превысить 2000 руб. в ценах 2014 года.

Библиографический список

1. ДОМОСТРОЙ.ТВ Стеновые материалы. Опилкобетон [Электронный ресурс] /URL: – <http://domostroi.tv/stenovye-materialy/opilkobeton/>
2. Опилкобетон: монолит или кладка готовых блоков-4 [Электронный ресурс] / ФорумХаус™. – URL: <https://www.forumhouse.ru/threads/126729/>
3. Бойко, А.И. Опилкоцемент – экологичный строительный материал [Текст] / А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы/ материалы 65-й международной научно-практич. конф. 20-21 мая 2014 г. (часть II). – Рязань, РГАТУ, 2014. – С. 68-69.

УДК 691.115

*Бойко А.И. к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Молотов С.С., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

МОНОЛИТНЫЙ ОПИЛКОЦЕМЕНТ

Опилкоцемент был разработан в СССР еще в 60-е годы XX века. Огромное его преимущество в том, что это экологически чистый строительный материал. В основе опилкоцемента применяются древесные опилки, а также

песок и цемент. Примерный состав опилкоцемента: 3 части песка, 8-9 частей опилок и 1 часть цемента, можно также добавлять жидкое стекло и строительный клей ПВА. Все это перемешивается и заливается водой до мокрого, но ненасыщенного состояния. Далее все закладывается в опалубку и трамбуется.

Еще, опилкоцемент характеризуется достаточно небольшой плотностью (менее 800кг/м³) и низкой себестоимостью, порядка 1800 рублей за 1 м³ готовой стены. Стоимость же других строительных материалов обойдется в 2,5-3 раза выше. В стены, изготовленные из опилкоцемента можно с легкостью забивать гвозди, прикреплять электрические розетки, выключатели и т.д. Даже состояние человека в домах из опилкоцемента лучше, чем в домах из железобетона. Например, на Урале некоторым домам из опилкоцемента уже более 60 лет и они находятся в отличном состоянии.

Капитальные строения из опилкоцемента обладают следующими неоспоримыми преимуществами:

- экологически чистые;
- в них легко и свободно дышится;
- огнестойкие и не поддерживающие горения;
- долговечные;
- энергосберегающие;
- дешевы, что так необходимо в настоящее время.

Сегодня в строительстве опилкоцемент почти не используется. Основной причиной, почему такой прекрасный строительный материал стал неоправданно забыт – из-за дороговизны оборудования для производства готовой смеси. Конечно, можно компоненты перемешать и вручную, но это очень медленно и трудоемко. А дешевые и распространенные растворосмесители гравитационного действия непригодны из-за значительной разности удельных плотностей компонентов.

Еще одним препятствием для распространения монолитного опилкоцемента является и то, что готовую смесь необходимо транспортировать на некоторое расстояние, а перед укладкой ее в опалубку стены, поднять на требуемую высоту. По нашим подсчетам, чтобы уложить в опалубку один куб.м готового опилкоцемента одному работнику потребуется около трех часов непрерывной работы.

Целью нашей работы является создание новой технологии производства строений из монолитного опилкоцемента. Новая технология позволит при незначительных материальных затратах на приобретение или изготовление нового оборудования в несколько раз снизить трудозатраты. В свою очередь, обеспечив низкую себестоимость строительства из опилкоцемента.

Согласно проведенным нами исследованиям, отмечено три этапа в технологии ведения строительства, где необходимо снижение трудозатрат:

1. Подготовка компонентов для приготовления опилкоцемента;
2. Механизация процесса перемешивания и приготовления;
3. Транспортировка и подъем всего объема готового опилкоцемента к месту его укладки в опалубку.

Мы провели поиск оборудования для сменной производительности в 5-10 м³ опилкоцемента. Для производства опилкоцемента нам потребуется: вибросито, растворосмеситель активного типа и подъемно-транспортное устройство. Для решения поставленных задач, отечественная и зарубежная промышленность предлагает следующие виды оборудования: вибросита (см. рис. 1...2), бетоносмесители активного типа (см. рис. 3...4), подъемно-транспортные машины (см. рис. 5...6). Технические характеристики перечисленного оборудования представлены ниже (см. табл.1...3).



Рисунок 1 – Вибросито СО-139



Рисунок 2 – Вибросито EUROMIX 900

Таблица 1 – Технические характеристики вибросит для сыпучих материалов

Название	Вибросито СО-139	Вибросито EUROMIX 900
Габариты	1240х700х1060	1855×1400×1300
Производительность	1,0 .. 4,0 м3/час	до 10 т/час
Цена	22 300 руб.	178 132 руб.



Рисунок 3 – Растворосмеситель РН-200А



Рисунок 4 – Растворосмеситель RN-300 Zitrek

Таблица 2 – Технические характеристики растворосмесителей

Название	Растворосмеситель РН-200А	Растворосмеситель RN-300 Zitrek
Загрузка, л	200	300
Мощность, кВт	1,5	2,2

Масса, кг	215
Габариты, мм	1505x780x1060
Цена, руб	61200

270
1800x900x1380
71200



Рисунок 5 – Мини-погрузчик CASE SV250 Рисунок 6 – Мини-погрузчик SunWard SWL3210

Таблица 3 – Технические характеристики фронтальных погрузчиков

Название	Мини-погрузчик CASE SV250	Мини-погрузчик SunWard SWL3210
Ёмкость ковша	0,4 - 0,8 м3	0,53 м3
Грузоподъёмность	1135 кг	1000 кг
Макс. высота выгрузки	3100 мм	3123 мм
Цена	2 761 495 руб	1 800 000 руб

Приобретение автокрана-манипулятора в связи с его высокой стоимостью порядка 5-6 млн. рублей, даже и не рассматривается.

По представленному на рис. 1...6 оборудованию можно сделать выводы, что мини-погрузчики не пригодны для подъема опилкоцемента при возведении стен, вследствие недостаточной высоты выгрузки; из оставшегося перечня, наиболее полно отвечает требованиям вибросита EUROMIX 900 имеющее достаточно большую площадь просеивания, растворосмесители имеют полезный объем менее 220-200 литров, что недостаточно.

Основным недостатком, по которому придется отказаться и от вибросита EUROMIX 900, это его значительная масса и стоимость.

Чтобы устранить перечисленные недостатки, было разработано следующее оборудование: вибросито (см.рис. 7), двухвальный растворосмеситель с автономной энергоустановкой (см.рис. 8) и передвижной кран грузоподъемностью 500 кг (см.рис. 9).



Рисунок 7 – Вибросито.



Рисунок 8. Двухвальный растворосмеситель активного типа.



Рисунок 9 – Передвижной кран.

Следует подчеркнуть, что характеристики передвижного крана специально подобраны таким образом, чтобы его грузоподъемность была равна загрузке/выгрузке одного замеса из растворосмесителя.

Технические характеристики передвижного крана: скорость передвижения: 2,5 км/ч; грузоподъемность: 500кг; высота подъема: до 5,5 м; радиус разворота: 3 м.

Ожидаемый экономический эффект от применения механизированной технологии производства и укладки опилкоцемента должен составить, по предварительным оценкам, 3-5 тысяч рублей за смену.

Библиографический список

1. ДОМОСТРОЙ.ТВ Стеновые материалы. Опилкобетон [Электронный ресурс] /URL: – <http://domostroi.tv/stenovye-materialy/opilkobeton/>
2. Опилкобетон: монолит или кладка готовых блоков-4 [Электронный ресурс] / ФорумХаус™. – URL: <https://www.forumhouse.ru/threads/126729/>
3. Бойко, А.И. Опилкоцемент – экологичный строительный материал [Текст] / А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н. Борычев // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы/ материалы 65-й международной научно-практич. конф. 20-21 мая 2014г. (часть II) – Рязань, РГАТУ, 2014. – С.68-69.

КИНЕМАТИКА ПРИЦЕПНОГО ШАТУНА

В кривошипно-шатунных механизмах V-образных дизельных двигателей внутреннего сгорания, работающих при повышенных нагрузках целесообразно применять конструкцию с прицепным шатуном. По сравнению с одинарными шатунами они имеют следующие преимущества:

- пониженную удельную нагрузку на шатунные шейки;
- большой ресурс шатунных подшипников;
- менее требовательны к высоким классам и допускам моторных масел;
- конструкции с прицепным шатуном проще в производстве и обладают надежной жесткостью.

К недостаткам можно отнести сложность конструкции кривошипно-шатунного механизма двигателя с прицепным шатуном.

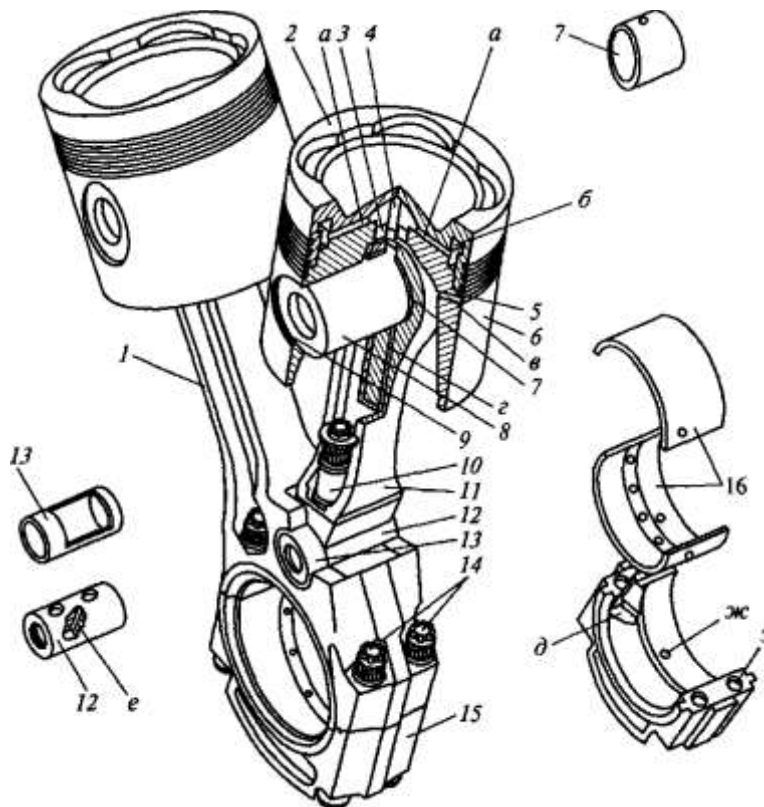
Однако, несмотря на указанные недостатки, конструкция кривошипно-шатунного механизма с прицепным шатуном имеет очень широкое применение. Например, двигатели следующих типов: В-2, Д40, Д49, Д70 и Д80 (Харьковского завода), GE 7FDL (у него и вместо поршневой головки цилиндрическая пята).

Примером такой конструкции с прицепным шатуном может служить шатунный узел дизеля Д49, показанный на рис. 1. Он состоит из главного 1 и вспомогательного прицепного 11 шатунов. Главный шатун имеет верхнюю головку и двутавровый стержень обычной конструкции. Нижняя его головка снабжена тонкостенными вкладышами, залитыми свинцовистой бронзой, и выполнена с косым разъемом относительно стержня главного шатуна; иначе ее нельзя скомпоновать, как только под углом примерно 70° к оси стержня главного шатуна 1 (см. рис. 1). На теле главного шатуна 1 имеется крепление для прицепного шатуна 11. Прицепной шатун 11 имеет двутавровое сечение стержня; обе головки его неразъемные и поскольку условия их работы аналогичны, то они снабжены бронзовыми подшипниковыми втулками 7 и 13. Сочленение прицепного шатуна с главным осуществляется при помощи болта 10 прицепного шатуна.

В конструкциях V-образных двигателей с прицепным шатуном последний располагают относительно стержня главного шатуна справа по вращению вала, чтобы уменьшить боковое давление на стенки цилиндра. Если при этом угол между осями отверстий в проушинах крепления прицепного шатуна и стержня главного шатуна больше угла развала между осями цилиндров, то ход поршня прицепного шатуна будет больше хода поршня главного шатуна.

Объясняется это тем, что нижняя головка прицепного шатуна описывает не окружность, как головка главного шатуна, а эллипс, большая ось которого

совпадает с направлением оси цилиндра, поэтому у поршня прицепного шатуна $5 > 2r$, где 5 — величина хода поршня, а r — радиус кривошипа. Например, у дизеля Д49 оси цилиндров расположены под углом 60° , а оси отверстий в проушинах пальца нижней (большой) головки прицепного шатуна и стержня главного шатуна — под углом 67° , вследствие чего разница в величине хода поршней составляет в нем 6,7 мм.



1 - главный шатун; 2 - поршень; 3 - пружина; 4 - стакан; 5 - маслосъемное кольцо с экспандером; 6 - тронк; 7 - втулка верхней головки шатуна; 8 - палец; 9 - стопорное кольцо; 10 - болт прицепного шатуна; 11 - прицепной шатун; 12 - палец прицепного шатуна; 13 - втулка-подшипник; 14 - шатунные болты; 15 - крышка; 16 - вкладыши; о, в, г, д, е - каналы; б - полость охлаждения; ж - отверстие под штифт; з - зубчатый стык.

Рисунок 1 – Шатунно-поршневая группа дизелей типа Д49.

При работе шатун совершает плоское движение (сумма вращательного и переносного движений) и подвергается переменной по величине и направлению нагрузке от сил давления газов и сил инерции. Действующие на шатун силы вызывают в нем сложные деформации: сжатие, растяжение, продольный и поперечный изгиб. Тогда для выполнения силового расчета шатуна, необходимо провести его кинематическое исследование.

Выполним кинематическое исследование механизма, представленного на рис. 1. Исходными данными являются: длины кривошипа и шатунов:

$l_{OA}=0,06м$; $l_{AB}=0,46м$; $l_{BD}=0,37м$; $l_{DC}=0,36м$; $l_{AD}=0,11м$; $l_{AS2}=0,15м$; $l_{DS2}=0,12м$. Частота вращения кривошипа: $n=450с^{-1}$.

Вычертим кинематическую схему механизма с прицепным шатуном в масштабе (см. рис.2). Для этого потребуется выбрать масштаб построения:

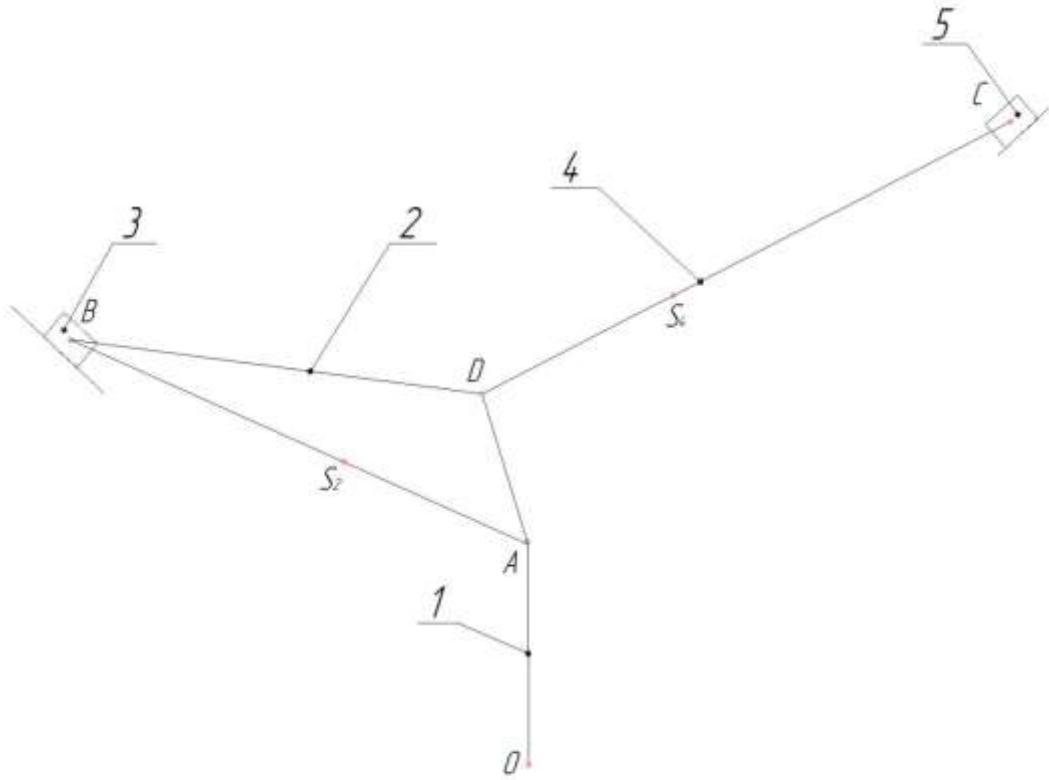
$$\mu_l = \frac{l_{OA}}{OA} = \frac{0,06}{35} = 0,0017 \text{ м/мм},$$

где: OA - длина кривошипа на чертеже, $OA=35$ мм.

Определим длины всех остальных звеньев механизма:

$$AB = \frac{l_{AB}}{\mu_L} = \frac{0,46}{0,0017} = 270,6 \text{ мм}.$$

Тогда: $AD=64,7 \text{ мм}; \quad BD=217,6 \text{ мм}; \quad DC=211,8 \text{ мм}; \quad AS_2=88,2 \text{ мм};$
 $DS_4=70,6 \text{ мм}.$



1- кривошип; 2 и 4- шатуны; 3 и 5- поршни

Рисунок 2 – Кинематическая схема двигателя с прицепным шатуном.

Для положения механизма, представленного на рис. 2 будем строить план скоростей. Для этого потребуется определить скорость точки А:

$$V_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = \frac{2\pi n}{60} \cdot l_{OA} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 450}{60} \cdot 0,095 = 4,5 \text{ м/с}.$$

Выберем масштаб плана скоростей:

$$\mu_v = \frac{V_A}{p_v a} = \frac{4,5}{50} = 0,09 \text{ м/ммс},$$

где $p_v a$ – отрезок, отображающий скорость т. А мм.

Для определения скорости т. В запишем выражение:

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}.$$

Последнее выражение решим методом планов: проводим вектор P_Va на плане скоростей (см. рис. 3), перпендикулярно кривошипу OA (см. рис. 2). Затем из точки a (см. рис. 3) отрезка P_Va проводим прямую, перпендикулярную шатуну AB (см. рис. 2), затем из полюса P_V (см. рис. 3) проводим вторую прямую, параллельную осевой левого цилиндра. Полученные две прямые пересеклись в точке b .

Отрезки P_Vb и ab при умножении их длины на масштаб позволят определить величины скоростей соответственно V_B и V_{BA} .

Практический интерес представляет поиск скоростей точек C и D механизма (см. рис. 2).

Скорость точки D найдем из выражения:

$$\vec{V}_D = \vec{V}_A + \vec{V}_{DA}.$$

Здесь, V_{DA} определим из пропорции:

$$\frac{V_{DA}}{V_{BA}} = \frac{AD}{AB};$$

Откуда:

$$V_{DA} = \frac{AD}{AB} \cdot V_{BA} = \frac{64,7}{270,6} \cdot 10,56 = 2,53 \text{ м/с}$$

Переведем V_{DA} в отрезок отображающий ее на плане скоростей:

$$ad = \frac{V_{DA}}{\mu_V} = \frac{2,53}{0,09} = 28,1 \text{ мм}$$

Отрезок ad отложим из точки a плана скоростей (см. рис. 3) перпендикулярно звену AD в направлении V_{S2A} .

Соединив точки P_V и d , найдем скорость точки D :

$$V_D = 40 \cdot 0,09 = 3,6 \text{ м/с}$$

Скорость т. C находим аналогично скорости точки B , с той лишь разницей, что прямую, отображающую направление скорости V_{CD} проводим из точки D , перпендикулярно оси шатуна CD (см. рис.2).

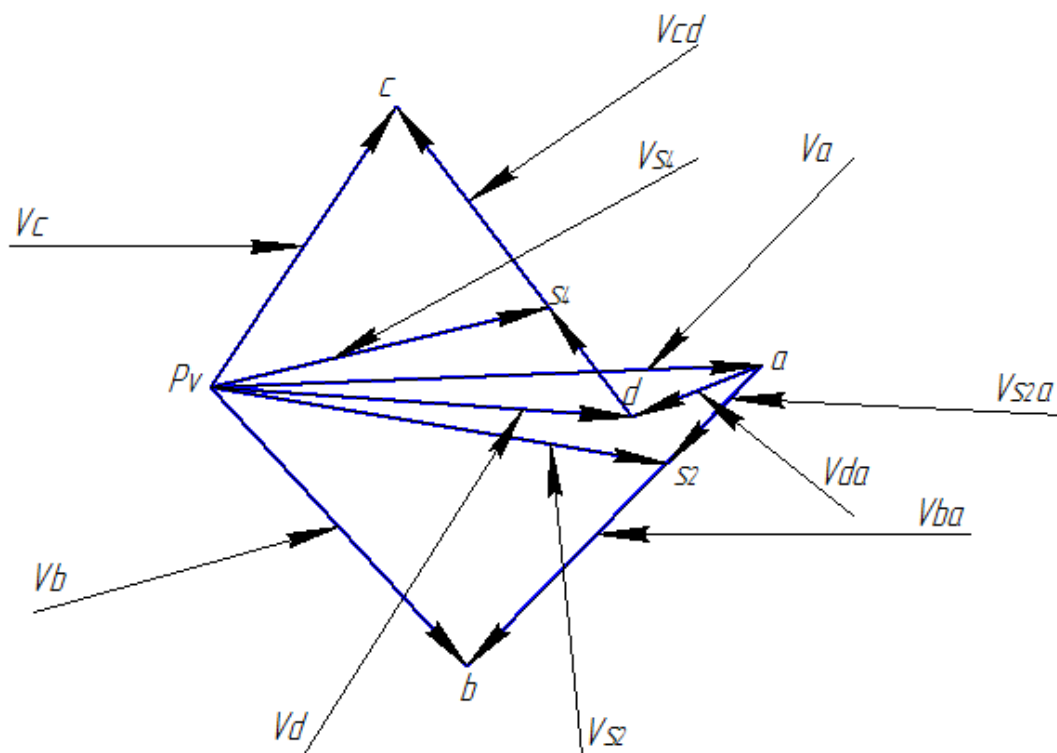


Рисунок 3 – План скоростей двигателя с прицепным шатуном.

Результаты вычислений скоростей точек механизма в рассматриваемом положении механизма на рис.2 сведены в табл.

Таблица 1 – Скорости точек механизма, м/с

V_B	V_{BA}	V_{S2A}	V_{S2}	V_C	V_{CD}	V_{S4D}	V_{S4}	V_D	V_{DA}
1,45	10,56	3,43	7,25	7,45	3,11	1,03	7,87	3,6	2,53

Библиографический список

1. Курс лекций по теории механизмов и машин для студентов 2-го курса : учебно-метод. Пособие [Текст] / А.И. Бойко, С.Н. Бoryчев. – Рязань: РГATУ, 2011. – 208 с.
2. Теория механизмов и машин: учебное пособие для направлений "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" и "Технология транспортных процессов" [Текст] / А.М. Кравченко, С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, Е.В. Луниh. – Рязань : РГATУ, 2012. - 192 с.
3. Теория механизмов и машин: учебное пособие для студентов вузов, обуч. по техн. спец. [Текст] / Г.А. Тимофеев. - 2-е изд.; перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2010. – 351 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА МНОГОСЛОЙНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ МЕТОДОМ ПАРОФАЗНОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ В ВАКУУМЕ

В современных условиях рыночных отношений дальнейшее развитие агропромышленного комплекса неразрывно связано с совершенствованием его материально-технической базы, внедрением перспективных технологий, целенаправленным перевооружением ремонтного производства для быстрого и качественного ремонта техники.

Одна из наиболее серьезных проблем состоит в необходимости обеспечивать постоянное соответствие между свойствами материалов и все более жесткими условиями их работы. Чаще всего наиболее слабым элементом в системе «материал - рабочая среда», определяющим допустимые условия эксплуатации и ресурс всей системы, является поверхность материала. Из этого ясно, насколько актуальной является задача разработки методов и технологии нанесения покрытий на поверхность конструкционных материалов.

Разработка научных основ по направленному изменению физико-химических свойств исходных поверхностей изделий посредством нанесения покрытий относится к приоритетным направлениям во многих развитых странах.

Восстановление деталей – большой резерв повышения экономической эффективности ремонтного производства. Среди деталей, восстановление которых экономически целесообразно, особое место занимают детали, ограничивающие ресурс двигателя. Качество их восстановления чаще всего определяют показатели надежности сборочной единицы, агрегата или машины в целом. Высокие требования к качественным параметрам и значительная стоимость делают проблему восстановления этих деталей особо актуальной. Ресурс отремонтированных двигателей определяют и подшипники скольжения, работающие в сопряжении с коленчатым валом, которые изготавливаются из дорогостоящих цветных металлов по сложной технологии. Правильно организованное производство, в соответствии с современными требованиями по восстановлению изношенных деталей и узлов, позволит сократить потребность в запасных частях, увеличить послеремонтный ресурс техники [1].

Для серийных и перспективных автотракторных двигателей требуется разработка антифрикционных сплавов более прочных, обладающих достаточным сопротивлением к схватыванию, температурно- и износостойкостью, хорошей смазывающей способностью и коррозионностойкостью [2]. Требуемое сочетание свойств может быть

достигнуто применением соответствующего технологического процесса получения композиционного антифрикционного сплава, в котором реализуется возможность программирования свойств создаваемого материала на основе свойств исходных компонентов, их доли и структуры [3].

В качестве основного рабочего слоя вкладыша предлагается использовать композиционный никележелезооловянистый (Ni-Fe-Sn) сплав, получаемый на поверхности подшипникового слоя вкладыша из алюминиево-оловянистого (Al-Sn) сплава методом низкотемпературной химической парофазной металлизации из карбониллов никеля и железа [4].

В сравнении с известными способами получения антифрикционных покрытий (литье, порошковая металлургия, электролитический) осаждением из паровой фазы в вакууме имеет ряд преимуществ: высокая скорость нанесения покрытия, хорошая адгезия к подложке, возможность регулирования скорости нанесения покрытия и толщины слоя (нанесение равномерных слоев, не выходящих за пределы допусков на размеры), получение покрытий на сложнопрофильных деталях, возможность автоматизации процесса, экологичность. Другие способы получения покрытий в вакууме (катодное распыление, ионное плакирование) в сравнении с карбонильным методом являются термически энергоемкими, низкопроизводительными и сложными в управлении.

Химический метод получения парозофазных покрытий основан на способности металлоорганических соединений при нагреве диссоциировать на металл с образованием металлического покрытия и газ (монооксид углерода) [5]. В качестве исходных металлоорганических веществ наиболее эффективно использовать моноядерные карбонилы металлов. Наиболее подходящими в данном варианте по доступности и способности термодиссоциировать с выделением Ni и Fe являются тетракарбонил никеля (ТКН) $\text{Ni}(\text{CO})_4$ и пентакарбонил железа (ПКЖ) $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Эти вещества представляют собой жидкости, имеющие высокие значения упругости паров при сравнительно низких температурах. Разложение карбониллов можно осуществить под воздействием температуры, в плазме газового разряда, под воздействием электронного луча и излучения оптического квантового генератора. Образующийся при разложении монооксид углерода (СО), собирается в газгольдер, компремируется и вторично используется для синтеза карбониллов. Парофазный метод металлизации позволяет моделировать процесс роста и образования покрытия и получать покрытия с заданными физико-механическими свойствами, внутренней структурой, рельефом поверхности, химическим составом и другими свойствами, предопределяющими требуемые рабочие функции вкладыша подшипника скольжения.

Исследование процессов получения антифрикционных покрытий методом терморазложения паров ТКН и ПКЖ проводилось на экспериментальной установке. В качестве подложки при изучении процесса металлизации были подготовлены биметаллические образцы ($20 \times 10 \times 2,5$ мм) с рабочей поверхностью из алюминиево-оловянистого сплава марок АО20-1 (основа Al; Sn-20%; Cu-1%) и АОС-1 (основа Al; Sn-6%; Cu-1%). В ходе

исследований проводилось изучение влияния величины концентрации и скорости подачи паров ТКН и ПКЖ, температурных условий ведения процесса, влияние величины остаточного давления на формирование антифрикционного покрытия.

В результате проведенных исследований выведен наиболее оптимальный порядок получения антифрикционного покрытия методом парофазного разложения карбониллов, состоящий из следующих этапов [4]. Биметаллический образец помещают в вакуумную камеру (реактор) на графитовый нагреватель. Систему вакуумируют до остаточного давления 5-15 Па и постепенно, со скоростью 303 К/мин нагревают образец до температуры 453-473К, и из испарителя с ТКН осуществляют подачу паров в вакуумную камеру со скоростью 0,6 л/ч в течение 1 минуты. На рабочей поверхности образца пары ТКН разлагаются с образованием пористой никелевой пленки толщиной 0,5-1мкм. Затем, продолжают нагрев образца до температуры 508-558К и из смесителя карбониллов подают рабочую смесь паров ТКН и ПКЖ в вакуумную камеру со скоростью 2,5-2,9 л/ч до образования на поверхности образца антифрикционного покрытия заданной толщины, которая составляет 10-20% от толщины подшипникового сплава на основе алюминия.

Согласно предложенному способу формирование покрытия происходит непосредственно на подшипниковом слое из Al-Sn сплава до получения антифрикционной структуры, имеющей четко выраженное вертикально-столбчатое строение и состоящей из механической смеси, образованной Ni-Fe сплавом с оловом, выделившимся из Al-Sn сплава, причем объемную долю первого в покрытии получают равной (70-95%). Соотношение паров ТКН и ПКЖ в рабочей смеси при совместной термической диссоциации принимают равным 2,4-2,6:1 с тем, чтобы состав полученного Ni-Fe сплава в покрытии соответствовал химическому соединению FeNi_3 и γ -твердому раствору на его основе.

Никелевая пленка толщиной 0,5-1мкм, осаждаемая термической диссоциацией паров ТКН, является исходной поверхностью для получения антифрикционного слоя, при этом пористая структура пленки обеспечивает равномерное распределение олова между растущими Ni-Fe кристаллами в процессе формирования этого слоя. При совместном разложении паров ТКН и ПКЖ нижняя граница температурного интервала (508К) определяется температурой начала выделения олова из Al-Sn сплава, а верхняя граница (558К) определяется нарушением пропорции между скоростью выделения олова из Al-Sn сплава и скоростью осаждения Ni-Fe сплава из газовой фазы.

Триботехнические испытания показали, что покрытия, полученные предложенным способом, имеют более низкий коэффициент трения и меньший по времени период приработки, хорошо противостоят схватыванию и задирам. Относительная износостойкость соединения вкладыш подшипника скольжения-шейка коленчатого вала повышается в 1,24-1,27 раза при использовании вкладышей с полученными антифрикционными покрытиями.

Применение способа возможно, как при производстве новых подшипников скольжения, так и при восстановлении бывших в эксплуатации.

Библиографический список

1. Борисов, Г.А. Технология введения упрочняющих добавок газофазным методом из карбониллов никеля и железа в антифрикционное покрытие подшипников скольжения автотракторных ДВС [Текст] / Г.А. Борисов и др. // Технология металлов. – № 5. – 2013.– С.32-34.
2. Борисов, Г.А. Применение современных неметаллических композиционных материалов для автотракторной и сельскохозяйственной техники [Текст] / Г.А. Борисов, И.Н. Колодяжная // Вестник РГАТУ. – Рязань, РГАТУ, 2012. – №3. – С.44-45.
3. Старунский, А.В. Технологические напряжения, возникающие в многослойном вкладыше подшипника скольжения коленчатого вала автотракторных ДВС [Текст] / А.В. Старунский и др. // Технология металлов. – № 5. – 2013.– С.41-44.
4. Пат. РФ №2177568. Способ получения антифрикционного покрытия на вкладышах подшипников скольжения / Старунский А.В., Борисов Г.А., Сыркин В.Г., Уэльский А.А., Гребенников А.В. – Оpubл. 27.12.2001; Бюл. № 36.- 12с.
5. Сыркин, В.Г. CVD-метод. Химическая парофазная металлизация [Текст] / В.Г. Сыркин. – М.: Наука, 2000. - 496с.

УДК 631.2

*Борычев С.Н., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ (г. Рязань, РФ),
Колошеин Д.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ (г. Рязань, РФ),
Мартынов А.А., ФГБОУ ВПО РГАТУ (г. Рязань, РФ),
Нефедов Б.А., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА (г. Москва, РФ)*

ПРИМЕНЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В Рязанской области очень много простейших хранилищ, предназначенных, как правило, для временного или длительного зимнего хранения картофеля. Устройство таких хранилищ не требует больших расходов, что является существенным плюсом. Но существуют и большие минусы:

- невозможность выгрузки и загрузки продукции по сортам;
- поддержание оптимальной температуры хранения картофеля является очень трудоемким процессом.

Вентиляционное оборудование простейших хранилищ (буртов и траншей) в большинстве случаев состоит из горизонтальной решетчатой деревянной трубы квадратного или треугольного сечения, которая размещена по дну бурта, а нижние концы, которых примыкают к горизонтальной трубе. Наружный воздух поступает внутрь бурта через крайние выступающие трубы, где с помощью горизонтальной трубы распределяется по всей массе картофеля.

В настоящее время с целью снизить потери при хранении в буртах все больше получает распространение в таких хранилищах активной вентиляции. В таком случае хранение картофеля в буртах осуществляется на основании трех основных этапов предполагающих использование вентиляции.

Но более крупные компании стремятся либо провести реконструкцию уже имеющихся простейших хранилищ на более качественные и надежные с использованием современных технологий хранения и увеличением вместимости или реализовать проект строительства картофелехранилища с нуля, в соответствии с ГОСТ 28372-93 [1].

В ближайшие три года в Рязанской области планируется строительство новых хранилищ, расширение и модернизацию действующих помещений планируют около 10 предприятий. Дальнейшему развитию логистических центров по хранению и предпродажной подготовке картофеля будет способствовать государственная поддержка, которая предусмотрена с 2015 года в Государственной программе развития сельского хозяйства [2].

Недостатками картофелехранилищ оставшихся в наследство от СССР является невозможность хранения продукции требующих определенных режимов хранения, группой разработчиков была разработана полезная модель № заявки 2015102468, которая относится к средствам для длительного сохранения картофеля. Техническое решение повышения сохранности продукции обеспечивается за счет регулирования температурного режима хранения и созданием воздушной смеси, проходящей через насыпь картофеля.

Для равномерного распределения воздушной смеси через насыпь продукции на бетонном полу картофелехранилища устанавливаются через одинаковые расстояния воздухопроводы. С целью оперативной установки воздухопроводов, их изготавливают в виде фронтальной трехгранной призмы, с сечением равностороннего треугольника, с последующим использованием на любую сторону хранилища. Конструкция силовой установки кондиционирования воздуха состоит из вентиляторов и тэнов, воздушная смесь подается в воздухопроводы, которые изготовлены из деревянных брусьев, далее через зазоры между брусьями воздушная смесь проходит через насыпь продукции, на рисунке 1 показаны соответствующие зазоры.

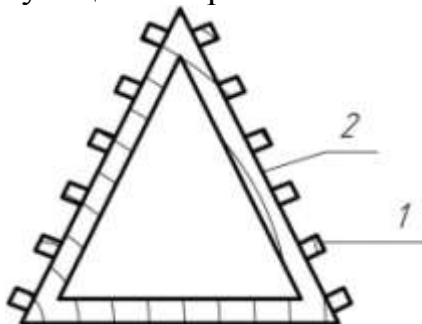


Рисунок 1 – Конструкция воздухопровода изготовленного из деревянных брусьев

Воздушная смесь через зазоры 2 между брусками 1 подается в насыпь картофеля. Воздушная смесь циркулирует между клубнями картофеля, при этом возможна регулировка температуры и влажности клубней картофеля, что приводит к хорошим условиям хранения картофеля. Деревянные брусья закреплены с зазором, при котором мелкий картофель не попадает в воздуховод. При этом воздух, который подаётся вентилятором по вентиляционному каналу, а затем в воздуховод, просачивается по всему вороху картофеля. Изменением температуры и влажности воздуха, а также изменением воздушного потока возможна регулировка условий хранения картофеля при загрузке картофелехранилища, а также при хранении в зимнее и весеннее время.

Усовершенствованная технология хранения картофеля, была успешно применена в период с 01.09.14 по 01.04.15 года в компании ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области. Эксперимент проводился с учетом физико-механических и биологических свойств сортов картофеля. На рисунке 2 представлена панель оператора картофелехранилища на период эксперимента.

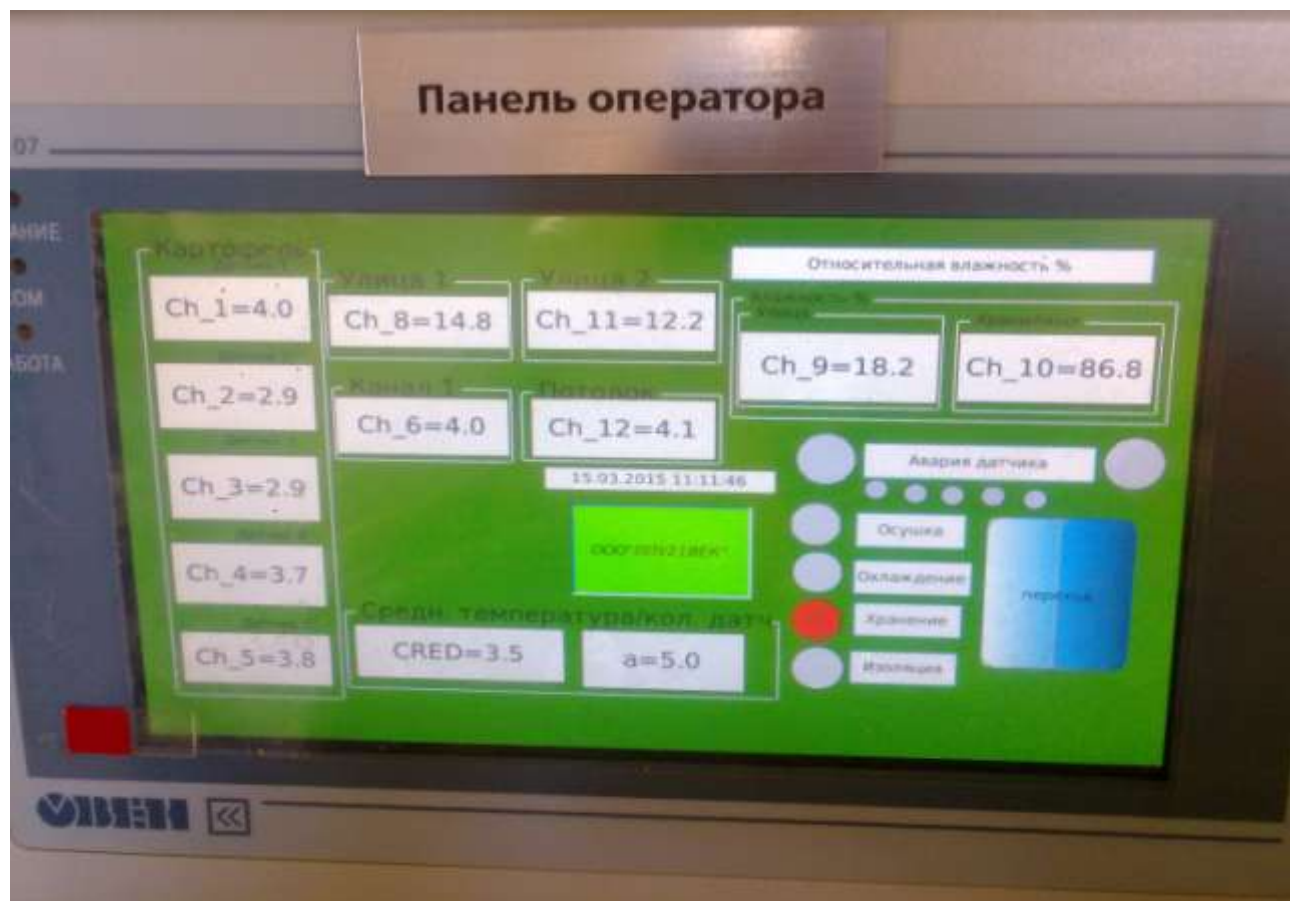


Рисунок 2 – Панель оператора картофелехранилища на 15.03.2015

Полученные результаты эксперимента позволяют сделать выводы что при хранении картофеля сортов Ред Скарлетт и Удача убыль по сортам сократилась на 25 и 21 процент соответственно, а потребление электроэнергии снизилось на 10 процентов.

Эксперимент был завершен не много раньше запланированного срока, так как в условиях санкций введенных против Российской Федерации, и последующего эмбарго против стран Евросоюза и США, продажа картофеля для собственных нужд на внутреннем рынке началась на много раньше положенного срока, но на основе полученных результатов можно сделать вывод, что усовершенствованная технология хранения картофеля была успешно применена в условиях Рязанской области.

В будущем планируется применить данную технологию еще раз в данном хозяйстве, но с другими сортами картофеля, с учетом физико-механических и биологических свойств сортов, также в планах использование известной полезной модели в других сельскохозяйственных предприятиях Рязанской области, с целью увеличения лежкости отечественной продукции и постепенного снижения импорта замещения Российского рынка картофеля от зарубежного.

Таким образом, сохранение картофеля в надлежащем виде после периода хранения, определяет очень высокие потребности населения не только Рязанской области, но и всей страны в целом, ведь не зря картофель называют вторым хлебом.

Библиографический список

1. ГОСТ 28372-93 “Картофель свежий продовольственный. Руководство по хранению” – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 [Электронный ресурс]. – URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/30/30289/>.

2. В Рязанской области строятся новые картофеле и овощехранилища [Электронный ресурс]. – URL: http://7info.ru/news/ryazan-economy/v_ryazanskoj_oblasti_strojatsja_novye_kartofele_i_ovoschehranilischa/.

УДК 631.356.44

*Бышов Д.Н., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Ковешников Р.Ю., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Липин В.Д., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Нестерович Э.О., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Сержантов Н.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Якутин Н.Н., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДКАПЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ КТН-2В

Многие знают, что картофель является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, возделываемых в нашей стране. Его клубни – не только продукт питания для людей, ценный корм для животных, но и техническое сырье для промышленности. Однако, далеко не всем известно, с каким количеством трудностей сталкивается человек при производстве

картофеля. Наибольшее число трудностей возникает при его уборке, которая является самым ресурсозатратным технологическим процессом (до 75% всех трудозатрат и до 60% энергозатрат) [1, 2].

Известно, что серийные картофелеуборочные машины не во всех почвенно-климатических условиях работают достаточно эффективно. Связано это с тем, что отсутствует возможность изменения положения лемеха для различных типов почв. А при работе на тяжелых, переувлажненных почвах происходит ее налипание на пассивные лемеха, в результате чего клубненосная масса сгруживается на лемехе перед прутковым элеватором. Все это приводит к необходимости снижения рабочей скорости движения уборочной машины, вследствие чего уменьшается ее производительность, и увеличиваются производственные затраты.

Для решения данных проблем мы предлагаем модернизировать картофелеуборочные машины, в частности, их подкапывающие рабочие органы (лемеха).

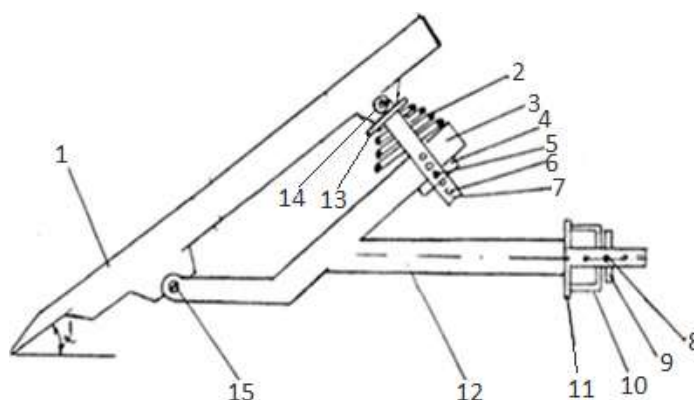
Технологический процесс подкапывания клубненосного пласта представляет собой процесс взаимодействия рабочего органа (лемеха) картофелеуборочной машины с обрабатываемым материалом. Следовательно, характер этого процесса зависит от геометрической формы лемеха. Значит, его действие на почву в первом приближении можно представить как воздействие клиньев различной формы. Согласно В.П. Горячкину, в пространстве трех измерений наиболее простым элементарным клином является плоский двухгранный клин. Клин имеет рабочую и опорную грани. Ребро грани, перпендикулярное к направлению движения, подрезает почвенный пласт в горизонтальной плоскости, а рабочая грань, то есть лемех, поднимает его на себя. Чем больше угол α наклона лемеха к горизонту, тем значительнее крошение пласта. Поэтому угол α , расположенный в продольно-вертикальной плоскости, называют углом крошения. Характер деформации почвы под воздействием одного и того же элементарного клина, например с углом α , может быть весьма разнообразным в зависимости от ее свойств и состояния. В зависимости от механического состава, влажности и задерненности почва может быть сыпучей, пластичной, хрупкой или упругой [3].

Поэтому конструкция подкапывающего органа картофелеуборочных машин должна позволять изменять угол α наклона лемеха к горизонту при подкапывании картофеля на различных типах почв.

Для крошения клубненосного пласта при подрезании его лемехом, меньшего залипания почвой и исключения сгруживания клубненосной массы перед прутковым элеватором, а также снижения тягового сопротивления уборочной машины при работе на различных типах почв, за счет изменения угла наклона лемеха к горизонту, каждый лемех должен быть подпружиненным относительно кронштейна в вертикальной плоскости посредством конической пружины сжатия, удерживающей подкапывающий лемех в крайнем верхнем положении.

Для повышения эффективности работы картофелеуборочных машин нами предлагается подкапывающее устройство (рисунок 1). Плоский выкапывающий

лемех устанавливается с возможностью изменения угла наклона в зависимости от типа и состояния почвы, и выполняется активным, то есть с возможностью изменения угла его наклона к горизонту при работе в зависимости от связности почвы [4].



1 – лемех, 2 – коническая пружина сжатия, 3 – кронштейн, 4 – гайка, 5 – шплинт, 6 – регулировочные отверстия, 7 – кронштейн, 8 – шплинт, 9 – гайка, 10 – рама, 11 – упорная шайба, 12 – кронштейн, 13 – упорная шайба, 14 – болтовое соединение, 15 – болтовое соединение.

Рисунок 1 – Подкапывающее устройство

Подкапывающее устройство содержит лемех 1, который в нижней части закреплен на лапке кронштейна 12, установленного в поперечном отверстии рамы 10. Каждый лемех 1 в нижней части закреплен на лапках кронштейнов 12 шарнирно с помощью болтового соединения 15, а в верхней части лемех 1 закреплен шарнирно с помощью болтового соединения 14 и кронштейна 7. На кронштейне 7 между плоским лемехом 1 и кронштейном 3 установлена коническая пружина 2. Кронштейн 12 установлен в поперечном отверстии рамы 10 и удерживается с одной стороны упорной шайбой 11, а с другой стороны гайкой 9 и шплинтом 8. Кронштейн 7 установлен в поперечном отверстии кронштейна 3 и удерживается с одной стороны упорной шайбой 13 и пружиной 2, а с другой стороны гайкой 4 и шплинтом 5. За счет регулировочных отверстий 6, расположенных в кронштейне 7 и гайки 4, имеется возможность изменять жесткость конической пружины в зависимости от типа и состояния почвы, на которой используется уборочная машина.

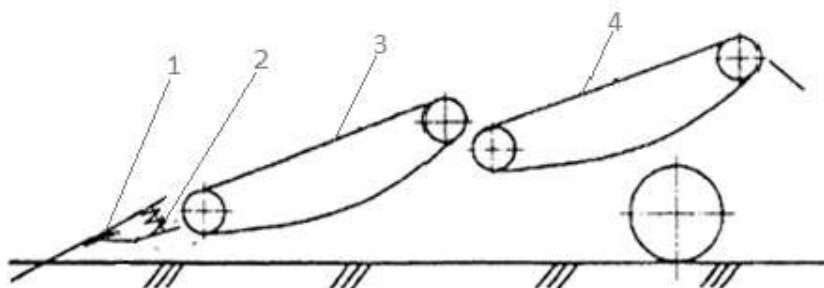
При работе картофелеуборочных машин на подкапывающие лемеха в зависимости от типа состояния почвы действуют переменные силы, которые заставляют плоский лемех изменить угол наклона. Подрезаемый подпружиненным плоским лемехом клубненосный пласт при работе заявляемого выкапывающего устройства испытывает изменяющиеся воздействия и дробится, так как изменяется в процессе работы угол наклона лемеха. Этим достигается крошение клубненосного пласта, а изменение угла наклона лемеха позволяет уменьшить залипание почвой и исключение сгуживания почвы и растительной массы перед прутковым элеватором, а также снижения тягового сопротивления машины.

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 [5]:

- невысокая стоимость;
- возможность работать на всех видах почв;
- возможность работать на полях с длиной гона менее 200 м.

Поэтому в качестве основных объектов для исследований и научно обоснованной модернизации нами приняты наиболее распространенные в Рязанской области уборочные машины – картофелекопатели КТН-2В.

Схема модернизированной машины представлена на рисунке 2.



1 – подпружиненный плоский лемех, 2 – коническая пружина сжатия, 3 – основной прутковый элеватор, 4 – каскадный прутковый элеватор

Рисунок 2 – Схема модернизированного копателя КТН-2В

Модернизированный картофелекопатель работает следующим образом (рисунки 1 и 2). Коническая пружина 2, отрегулирована на необходимое усилие, которое определяется в зависимости от типа и состояния почвы. При работе картофелекопателя на заглубленный лемех 1, установленный на определенную глубину подкапывания клубневого пласта, вследствие неравномерности сопротивления почвы, действуют переменные силы, которые передаются через опорную шайбу 13 кронштейн 7 на пружину 2 и заставляют кронштейн 7 с лемехом 1 изменять угол наклона лемеха к горизонту α . Угол наклона лемеха к горизонту α устанавливается в зависимости от типа, состояния и связности почвы. Жесткость конической пружины 2 регулируется гайкой 4 и устанавливается такой, при которой угол наклона лемеха к горизонту α устанавливается таким, при котором соблюдается скольжение почвы по рабочей поверхности лемеха.

Вследствие неравномерного сопротивления почвы, на лемех 1 действуют переменные силы, которые заставляют лемех изменять свое положение, то есть угол α наклона лемеха к горизонту. Пласт почвы при этом испытывает воздействие лемеха и крошится. Этим достигается крошение клубневого пласта и улучшается транспортирование пласта через лемех 1 к прутковому элеватору 3. Путем установки необходимого угла α наклона лемеха 1 к горизонту, зависящего от типа и состояния почвы предотвращается сгуживание клубневого пласта перед прутковым элеватором 3.

Таким образом, применение разработанного подкапывающего устройства в конструкции картофелекопателя КТН-2В, улучшает крошение клубненосного пласта и уменьшает его сгруживание перед прутковым элеватором, что приводит к повышению производительности.

Библиографический список

1. Бышов, Н.В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин : дис. ... докт. техн. наук [Текст] / Н.В. Бышов; РГСХА. – Рязань, 2000.
2. Успенский, И.А. Основы снижения энергозатрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля) : Монография [Текст] / И.А. Успенский и др. – Рязань, 2010. – 276 с.
3. Горячкин, В.П. Собрание сочинений [Текст] / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968. – Т. 2, 4.
4. Пат. РФ № 2013125266/13. Картофелекопатель / Бышов Н.В., Тришкин И.Б., Бышов Д.Н., Липин В.Д., Нестерович Э.О., Липина Т.В. – Оpubл. 10.10.2013; Бюл. № 28.
5. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теория, расчет) : Монография [Текст] / С.Н. Бoryчев; М-во с/х Рос. Федерации, РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2006. – 201 с.

УДК 629.113.001.25

*Васильченков В.Ф., д.т.н., профессор, РВВДКУ,
Елистратов В.В., к.т.н., доцент, РВВДКУ,
Фомин А.Ю., РВВДКУ
(г. Рязань, РФ)*

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА – КОЛОННЫ МАШИН НА ДОРОГАХ

Одним из наиболее опасных режимов движения транспортных средств (ТС) является движение с высокой скоростью в условиях насыщенного транспортного потока. При снижении скоростей транспортный поток уплотняется, двигатели работают на высоких частотах вращения коленчатых валов, - проявляет себя загазованность. Таким образом повышение скорости ТС не только способствует повышению пропускной способности дорог, но и понижает экологическую опасность.

Анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с ТС показывает, что их главной причиной (34%) является превышение безопасной скорости движения, сопровождающееся применением экстренного торможения с последующей потерей устойчивости, наездом на впереди идущие ТС или препятствие.

Почти третья часть (28%) ДТП совершена из-за наезда на препятствие или на впереди идущее ТС в результате того, что водитель неправильно выбрал

дистанцию или превысил допустимую скорость движения в транспортном потоке (ТП).

Известно, что величина безопасной скорости движения определяется, главным образом, тормозными свойствами, управляемостью и устойчивостью машин. Однако обеспечение высокой скорости и безопасности движения зачастую ограничено психофизиологическими возможностями водителей. Утомляемость водителя, находящаяся в прямой зависимости от условий движения, в том числе времени непрерывного нахождения за рулём, состояния маршрута и его протяженности, выступает как осложняющий фактор, непосредственно влияющий на безопасность движения. В условиях необходимости увеличения средних скоростей движения ТС и интенсификации движения на всех видах основных дорожных магистралей страны всё в большей мере слабым звеном в системе «водитель-машина-дорога» (В-М-Д) проявляет себя водитель, особенно с недостаточными навыками управления автомобилем. Таким образом, определение путей повышения безопасности движения автомобиля невозможно без учета психофизиологических свойств водителя.

При этом для прогнозирования надежности работы следует учитывать характеристики и навыки, так называемого, «статистически среднего» водителя. Известно, что большое количество сенсорных входов водителя позволяет получать информацию различными способами. Это, прежде всего, поиск, восприятие и декодирование информации о состоянии ТС, условиях и режиме движения и динамике их изменения. Основная информация (до 90%), получаемая водителем, - визуальная.

Однако, аппарат мышления водителя, которому полностью подчинено зрение, имеет свойство снижать уровень поступающих сигналов обратной связи при увеличении на него нагрузки. В то же время скорость реакции водителя на зрительную информацию относительно высока по сравнению с другими анализаторами. Поэтому для своевременной реакции на изменение дорожной ситуации необходимы дополнительные источники получаемой информации. Их могут заменить автоматические (или автоматизированные) системы управления (АСУ), улучшающие активную безопасность автомобиля. В то же время нередко водитель подвержен негативному воздействию информационного дисбаланса, который возникает в системе.

То есть, водитель либо испытывает информационный «голод» в отношении предоставленного ему объема информации, либо не успевает отработать чрезмерно интенсивный поток информации. В результате этого происходит ограничение скорости, возникают предпосылки ДТП. Информационный дисбаланс должен быть смягчен или ликвидирован полностью за счёт применения средств автоматизации управления ТС.

Одним из способов решения этой проблемы является применение информационно-управляющих систем движения как транспортным потоком в целом, так и отдельным транспортным средством в роли инструмента активной безопасности.

Основная её задача заключается в оказании помощи в принятии правильного управленческого решения для его реализации или водителем, или автоматическим устройством, или совместно. Оптимальным с точки зрения безопасности является применение автоматизированных систем, которые используют комплексный принцип работы. Этот принцип подразумевает поэтапную работу системы. На первом этапе работы система должна указать водителю на необходимость совершения того или иного управляющего действия. На втором этапе система должна срабатывать автоматически, если предписанная рекомендация была не выполнена или водитель произвел неправильное управляющее действие. На первом этапе работает, так называемая, система предупреждения столкновения автомобилей (СПСА), на втором – система предотвращения столкновений автомобилей (СпрСА).

В целом, информационно-управляющая система (ИУС) должна не подменять, а призвана помочь водителю, подстраховать его. Вопросы согласования работы водителя и ИУС решаются комплексным методом с участием в том числе специалистов по эргономике и инженерной психологии [1,2].

Как видно, наиболее распространённый и действенный в настоящее время факт ограничения скоростей движения для выполнения требований безопасности находится в противоречии с требованиями подвижности транспортного потока.

Соответственно, информационно-управляющая система автомобилем, включающая систему предотвращения столкновений, является одним из перспективных направлений улучшения управляемости и устойчивости ТС при движении в плотном транспортном потоке, её использование позволит повысить средние скорости движения ТП при снижении вероятности ДТП. Это, кроме того, обеспечит увеличение пропускной способности дорог и интенсивности движения в сочетании со снижением вредного воздействия дорожных заторов с сопутствующей загазованностью на окружающую среду.

Библиографический список

1. Васильченков, В.Ф. Автомобильная эргономика как научная и учебная дисциплина об управлении в системе водитель – автомобиль – дорога и как методология исследования : Монография [Текст] / В.Ф. Васильченков. – Рязань: РВАИ, 2005. – 160 с.

2. Васильченков, В.Ф. Военная инженерная психология как составная часть автомобильной эргономики : Монография [Текст] / В.Ф. Васильченков. – Рязань: РВАИ, 2005. – 203 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НА ДОРОГАХ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА МАШИН КАК САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ

Современные спутниковые навигационные системы позволяют решить часть проблем безопасности движения машин, особенно в транспортных потоках – колоннах.

Как показал наш опыт, проведение натурных исследований по существу вопроса весьма актуально, особенно с точки зрения обеспечения безопасности движения; тем более при интенсивных торможениях машины-лидера. Поэтому наиболее перспективными являются исследования, проводимые на основе математического моделирования движения ТП, в частности, в системе «водитель-машина» (В-М), с i -числом машин с дальнейшей экспериментальной проверкой полученных результатов (рисунок 1).

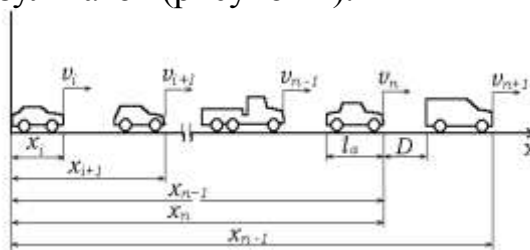


Рисунок 1 – Схема транспортного потока – колонны машин

Нами предложена АСУ продольным движением индивидуальных транспортных средств (ТС), следующих за лидером в ТП, при изменении скорости лидера. Выявлены основные параметры и требования, которым должна соответствовать эта система. Предложена математическая модель (ММ) системы, отвечающая основным требованиям теории автоматического управления (ТАУ) и теории управления наземным транспортным средством (НТС). Установлено, что искомая модель в значительной мере должна соответствовать модели поведения водителей в ТП. В результате предложена математическая модель, в которой взаимодействуют не только НТС, как технические объекты с характерными динамическими свойствами, но и водители с их ограниченными возможностями.

Были предложены описания математической модели транспортного потока, в качестве параметров которого приняты известные: плотность и интенсивность движения; пропускная способность дорог; скорости машин (абсолютная и относительная) [3,4]; ускорения и замедления; дистанции между автомобилями и дистанции безопасности для различных режимов движения. Исследовались способы восприятия этих параметров (абсолютной и

относительной скорости, замедления - ускорения) водителями, исходя из того, что в колонне, прежде всего, взаимодействуют водители.

Для оценки устойчивости АСУ движением использовался известный в теории автоматического управления (ТАУ) метод фазовых траекторий [4]. При этом на абсциссе плоскости фазовых траекторий приводились мгновенные значения параметров абсолютной и относительной скоростей машин, дистанций, соответствующих временным промежуткам между движущимися машинами. На ординатах представлялись их производные по времени (рисунок 2).

Делался вывод, что если i -ая машина находилась в поле действия АСУ ТП, тогда соответствующая точка на фазовой траектории представляла необходимое значение дистанции, промежутка времени между двумя машинами (т.н. временного интервала) или их относительной скорости, а, значит, соответственно ускорения или замедления движения.

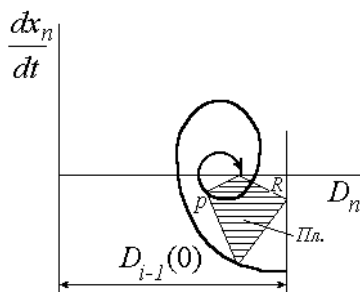


Рисунок 2 – Фазовые траектории на плоскости $(x_n - x_{n-1}) = f(V_n - V_{n-1}) = f(V_{отн})$, иллюстрирующие случай, когда базовое ТС с конкретными значениями вычисленных параметров находится в зоне управления АСУ ТП

На плоскости фазовых траекторий определялся район, представляющий ряд характерных дорожных ситуаций, находящихся под контролем АСУ транспортным потоком.

Было установлено, что в модели неустановившегося транспортного потока скорость лидирующей, а соответственно и базовой машин представляет собой сумму постоянного и переменного компонентов, складывающихся по периодическому закону. В ММ частота переменного компонента при этом значительно изменялась, а его значения определялись динамическими качествами автомобилей

$$V_{n+1} = V_{const} + V_{var} = V_{const} + V_{a \sin(\omega t + \psi)} \quad (1)$$

Предложены передаточные функции модели транспортного потока. При этом использовались схемы фазовых траекторий для различных величин входных сигналов от 0,3 до 1,0 рад/с. (рисунок 4)

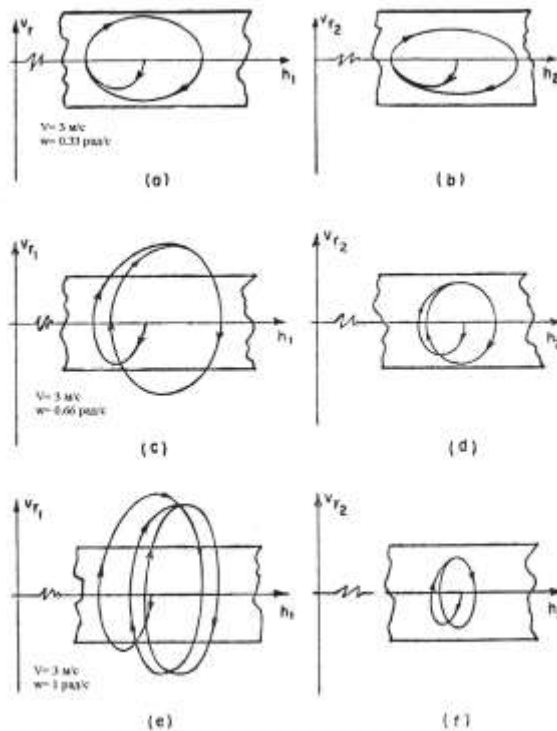


Рисунок 3 – Фазовые траектории на плоскости $(X_n - X_{n-1}) = f(V_n - V_{n-1})$, иллюстрирующие изменения названных параметров от частоты входного сигнала для n -го и $(n-1)$ -го транспортных средств

Методом анализа передаточных функций было выявлено насколько уменьшается относительная скорость между двумя (лидером и базовым машинами) и последующими ТС при торможении лидера в зависимости от условий движения; определена желаемая степень затухания продольных возмущений, действующих в транспортном потоке-колонне при торможении или разгоне лидера (2, 3),

$$\frac{V_n}{V_{n+1}} = \frac{1}{T_{ap} + 1}; \quad (2)$$

$$\frac{J_{\tau n}}{V_{n+1}} = \frac{\kappa_2 \rho}{T_{ap} + 1}. \quad (3)$$

Исходя из того, что для обеспечения асимптотического характера стабильности в АСУ ТП требуется, чтобы его передаточная функция, определяемая отношением скорости ведомого и ведущего ТС, была меньше 1,0, были определены параметры их движения и параметры ТП, определяющие устойчивость АСУ. В том числе были определены коэффициенты усиления акселератора (ТС с ускорением движения) и десселератора (ТС с замедлением движения) в прямой (открытой) и обратной ветвях структурной схемы АСУ колонной. Было выявлено, что схема может иметь как линейные, так и нелинейные составляющие (рисунок 3).

Соответственно,

$$W_{np.cв}(p)W(p) = \frac{k_2 t_4 t_2 p^2 + k_4 p + k_3}{t_m p + 1 \cdot t_2 p + 1 \cdot t_a p + 1};$$

$$\frac{V_2(p)}{V_1(p)} = \frac{\frac{k_4 k_5}{t_a} t_b p + 1}{t_2 p^2 + \left[1 + \frac{k_2 k_4}{t_a} + \frac{t_2 k_4 k_5}{t_a} \right] p + \frac{k_4 k_5}{t_a}}. \quad (4)$$

Были установлены предельные величины действующих ускорений 2-3 мс⁻². Замедления при коэффициентах сцепления колес с дорогой 0,5-0,6 не превышали 5 мс⁻² с незначительными отклонениями в обе стороны. Наиболее комфортными были определены значения 1,0-1,5 мс⁻². Исходя из этого, формировался транспортный поток, и для его параметров строилась плоскость фазовых траекторий. В результате оценивалась устойчивость АСУ ТП.

На основе данного теоретического исследования был спланирован и проведен натурный эксперимент на базе ТП – колонны, состоящей из 5 НТС, различающихся динамическими качествами, и водителями, различающимися опытностью. Сходимость результатов теоретического и экспериментального исследований составила Р=0,90, то есть составила уровень, позволяющий сделать вывод об адекватности математической модели реальному потоку ТС.

Это дало возможность распространить полученные выводы и для ТП, состоящего из значительно большего i-го числа автомобилей (рисунок 1).

Библиографический список

1. Котовский, В.И. Некоторые вопросы теории движения машин в колонне [Текст] / В.И. Котовский, И.А. Болдырев. – Труды НИИ – 21. Сб. №3, 1968. – С. 123-134.
2. Васильченков, В.Ф. Автомобильная эргономика как учебная и научная дисциплина об управлении в системе водитель – автомобиль – дорога : Монография . [Текст] / В.Ф. Васильченков. – Рязань : ВАИ, 2005. – 203 с.
3. Васильченков, В.Ф. Инженерно-психологическое исследование системы водитель-автомобиль в характерных армейских условиях : Отчет о НИОКР [Текст] / В.Ф. Васильченков. – Уссурийск : УВВАКУ, 1975.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СОСТОЯНИЯ ГРУНТА НА ФОРМИРОВАНИЕ СИЛЫ ТЯГИ ПРИ ПОВОРОТЕ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ (ГМ)

При выборе методики исследований обращалось внимание на определение сопротивления сдвигу грунта одиночных звеньев и гусеницы в целом, влияние на КПД гусеницы формы опорной поверхности звеньев, геометрию грунтозацепов, характер приложения внешних сил, подмятия и даже налипания грунтов, экскавационный и бульдозерный эффекты, различные относительные перемещения звеньев опорной части гусеницы, наличие угловых перемещений и т.п., но прежде всего механику грунтов.

Проблема актуализировалась большим числом (более 20) параметров, определяющих физические и механические свойства грунтов, отсутствием четких математических зависимостей между свойствами ГМ и свойствами грунтов в целом[1].

В соответствии со схемой поворота ГМ (рисунок 1) силы тяги на забегающей и отстающей гусеницах равны

$$P_2 = \frac{\mu GL}{4B} + \frac{fG}{2}, \quad (1)$$

$$P_1 = -\frac{\mu GL}{4B} + \frac{fG}{2}, \quad (2)$$

Значения коэффициентов сопротивления движению и повороту f и μ зависят от механических свойств и состояния грунтов и в конечном итоге формируют динамику поворота ГМ [2].

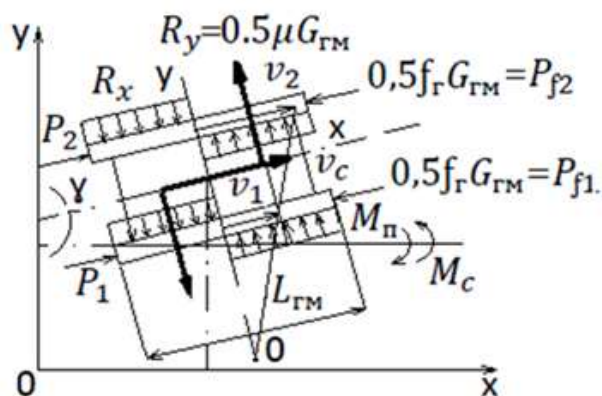


Рисунок 1 – Схема поворота ГМ в плоскости неподвижных X, Y и подвижных x, y координат

Некоторое представление о характере процессов происходящих в почве под воздействием грунтозацепных устройств, и о механических свойствах почв

могут дать приводимые ниже экспериментальные данные, полученные на базе учебного центра «Сельцы» РВВДКУ.

Деформацию грунта под воздействием грунтозацепов можно считать в известной степени подобной деформациям [1], показанным на рисунке 2.

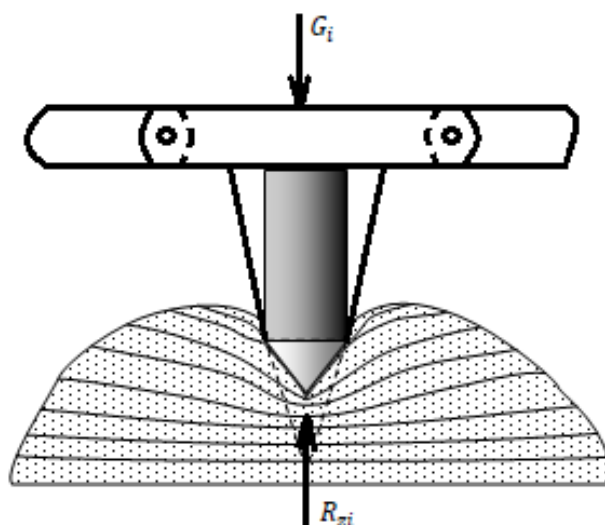


Рисунок 2 – Деформация сжатия грунта клиновидным гребнем трака

Распределение нормальных σ_z и касательных σ_x напряжений в почве под влиянием местной нагрузки представлено на рисунке 3.

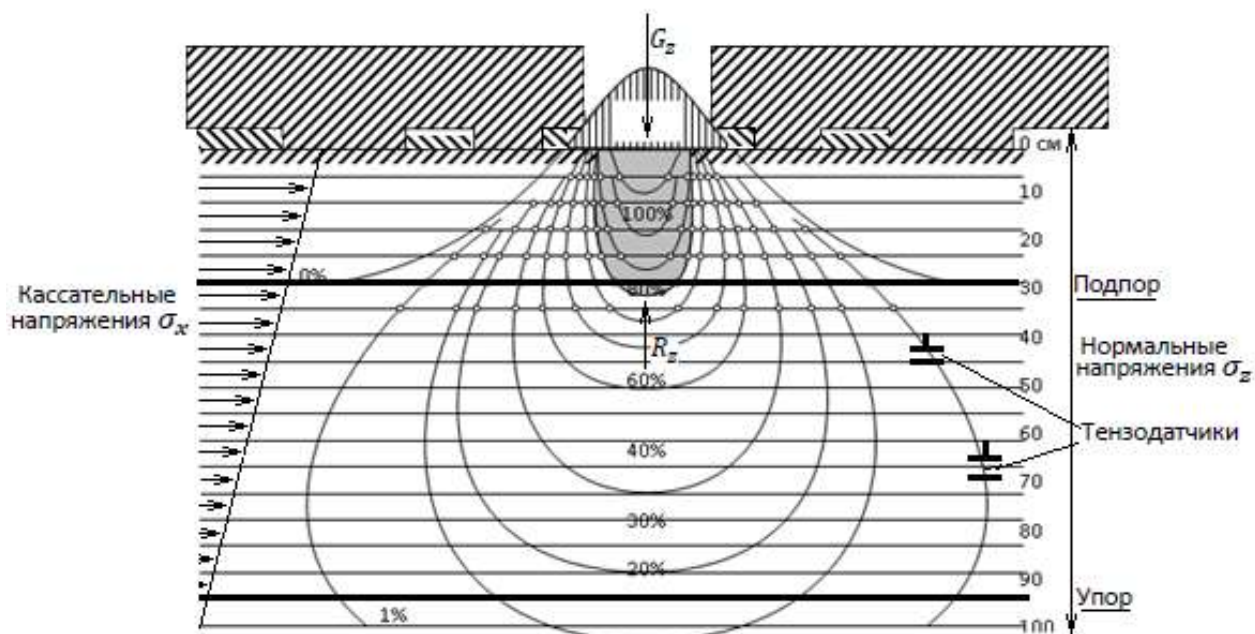


Рисунок 3 – Распределение нормальных σ_z и касательных σ_x напряжений в почве под действием силы тяжести, приходящейся на катки

Как видно, нормальные напряжения грунт испытывает в пределах до 10% на глубине почвы в 1,0 м.

Это дало возможность предположить, что касательные напряжения сдвига, смятия, среза при формировании силы тяги распространяются не только на глубину известных «грунтовых кирпичей», но и на т. н. «подпор». Таким

образом величина силы тяги зависит не только от силы сцепления, но и от деформации грунтового «подпора». Этим, по-видимому, объясняется большая сила тяги на мягком грунте и твердом «подпоре», образованном мерзлом грунтом, выявленная в условиях Арктики учеными из НИИЦ ВАТ (г. Бронницы).

Данные по физико-механическим свойствам грунтов, на которых нами проводились испытания, получены с помощью оборудования и консультаций в РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева:

1) Песок: глубина слоя – 0,2-0,8м, объемная сила $\gamma=15-17.3 \text{ кН/м}^3$, влажность $W=2.0-50.0\%$ (последнее значение принималось после дождя), размер частиц: 0,003-0,005м (7%), менее 0,005м до 0,0025мм (18%), 0,0025-0,001м – 75%.

2) Глина: глубина слоя – 0,3-0,6м, под ним супесчанник, $\gamma=19 \text{ кН/м}^3$, влажность $W=10-30.0\%$, дополнительная составляющая – песок (11%), глинистые частицы (32%), пылевидные частицы (50%), текучесть 30%.

3) Снежная целина: глубина – 0,4-1 м, $t^0 = -10 - -15^\circ\text{C}$, $\gamma=4-6 \text{ кН/м}^3$, слоистая, верхний слой смерзшийся.

Путем динамометрирования определялись коэффициенты сцепления ϕ ($\phi=f+D$), сопротивления движению f , буксования δ , рассчитывались силы сцепления $P_\phi = \phi G_{ГМ}$, сопротивления движению $P_f = f G_{ГМ}$, удельная сила тяги – динамический фактор D .

При проведении опытов (таблица 1) были определены следующие механические свойства грунта:

- 1) сопротивление вдавливанию в нее клиновидного грунтозацепа, Н/м^3 ;
- 2) сопротивление сжатию кубиков, Н/м^3 ;
- 3) сопротивление срезу образцов, Н/м^2 ;
- 4) сопротивление на разрыв, Н/м^2 .

Таблица 1 – Механические свойства грунта

Вид почвы	Влажность, %	Величины сопротивления, Н			
		При вдавливании гребня	При сжатии образца	Срез	Разрыв
многолетняя дернина	30,0	1500	25,0	2,0	0,2
	5	90	80,0	0,128	-
овсяное поле (жнивье)	20	7,4	-	-	-
	20	7,0	15,0	0,8	-
	22	9,0	-	-	0,15

Следует отметить, что достаточно полных экспериментальных данных, выражающих зависимость коэффициента трения грунта от влажности, в настоящее время не имеется, по крайней мере в интересах задач, решаемых в настоящем исследовании для высококомобильных гусеничных машин.

Как видно в таблице 1, коэффициент трения для сухого грунта меньше, чем для влажного. Согласно другим данным [3] наибольшие значения коэффициента трения имеют место при влажности почвы около 40 %.

Для сравнительного исследования особенностей нормальных и касательных деформаций грунта под действием сил тяжести и поворачивающего момента использовались почвы [1], характерные для сельскохозяйственных угодий (таблицы 1, 2), обладающие развитой корневой системой.

Таблица 2 – Глубина распространения напряжений в почве в результате воздействия грунтозацепов траков гусеничных машин (применительно к рисунку 2)

Характер грунта	см
1. Клеверище и залежь	90-100
2. Овсяное поле	80-90
3. Ржаное жнивье	70-80
4. Торфяно-луговой грунт	60-70
5. Песок слабо утрамбованный	20
6. Песок сильно утрамбованный	30

Зависимость величин коэффициента внутреннего трения от влажности грунта по данным, полученным на учебных полях учебного центра «Сельцы» РВВДКУ, по методике [1,3], приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициенты трения стали о грунт

Характер грунтовой поверхности	Состав почвы						Коэффициент трения
	Крупный песок	Мелкий песок	Глина	Органические вещества	Гигроскопическая вода	Влажность, %	
Супесок	81,645	12,470	3,564	1,719	0,602	7,35	0,341
Суглинок	48,775	33,440	14,975	2,057	0,753	10,80	0,357
Песчаный глинисто- известковый грунт	7,220	65,475	23,649	2,619	1,037	10,92	0,523
Песчаный глинисто- мергелевый грунт	61,353	21,915	14,495	1,281	0,915	13,61	0,504
Богатый гумусом известковый грунт	21,950	43,450	20,699	10,716	3,194	33,87	0,777
Известковый грунт	35,320	36,350	28,330	-	-	6,42	0,778
Чернозем	-	-	-	75,385	13,604	57,52	0,873

Полученные результаты экспериментальных исследований позволили определить характеристики сопротивления грунтов c , q , $M_{ск}$, M_{np} на различных глубинах h для несвязных и пластичных грунтов.

Напряжение сжатия грунта определялось через величину деформации следующей формулой:

$$\sigma_{hv} = c\Delta l, (3)$$

где Δl – величина деформации грунта в см, c – величина, характеризующая сопротивление грунта в Н/см².

Исходя из этого при заданной Δl и полученным посредством тензодатчиков значениям σ_{np} определялась величина c – коэффициента связности.

Более конкретный вид имеет формула В.В. Кацыгина:

$$\tau = M_{ск}q \left(1 + ctg \frac{M_{np}h}{k_{\tau}}\right) tg \frac{h}{k_{\tau}}, (4)$$

где q – давление (МПа), $M_{ск}$ – коэффициент трения скольжения, M_{np} – приведенный коэффициент трения в почве, h – деформация (см).

Для несвязных и пластичных грунтов касательные напряжения определялись

$$\tau = \tau_{max} \left(1 - e^{-\frac{S}{S_0}}\right). (5)$$

Для связных (грунты, структура которых изменяется в процессе смещения звена (трака) гусеницы, при $\frac{\tau_{ycm}}{\tau_{max}} < 1,0$ (рисунок 2), формула приобретает вид:

$$\tau = \tau_{max} \left[A i^{-a} \frac{S}{S_1} + \frac{\tau_{ycm}}{\tau_{max}} \right] \left(1 - i^{-\frac{S}{S_1}}\right), (6)$$

где значения A приведены в работе [2], S, S_1 – смещения.

Силу сцепления P_{ϕ} принято представлять как сумму горизонтальных реакций грунта на все звенья гусеницы:

$$P_{\phi} = 2 \sum_{i=1}^n P_{x3\phi}. (7)$$

Отнеся $P_{x3\phi}$ к единице длины опорной поверхности L_{on} , находим коэффициент сцепления и силу сцепления

$$\phi = \frac{2'}{G_{зм} 0} \int_0^L \frac{P_{x3\phi}}{t} dx; P_{\phi} = \phi G_{ГМ}, (8)$$

определяющие предельные значения сил тяги P_1, P_2 , формирующих поворачивающий момент.

Определение силы тяги P_T , равной или меньшей силы сцепления P_{ϕ} , как и определение силы сопротивления движению P_f составляет главную задачу настоящих теоретического и экспериментального исследований.

Выводы:

В ходе испытаний поворотов ГМ выявилось существенное влияние на динамику поворота не только механических свойств грунтов, но и их состояния (рисунок 2, таблица 2). В частности, выявлена степень влияния корневых

систем в почвах. Так как ВГМ в военное время будут двигаться в большей мере не по дорогам, а по необорудованным маршрутам на местности, то исследуемые факторы будут оказывать значительное влияние на их маневренность.

С точки зрения теории и практики вопроса, на наш взгляд, наиболее подходящей для объяснения влияния типа и состояния грунта на маневрирование ГМ является формула В.В. Кацыгина (4).

Библиографический список

1. Львов, Е.Д. Тракторы, их конструкция и расчет [Текст] / Е.Д. Львов. – М.-Л. : Госнаучтехиздат, 1931. – 655 с.
2. Васильченков, В.Ф. Военная автомобильная техника. Теория эксплуатационных свойств : Учебник [Текст] / В.Ф. Васильченков. – М.: Воениздат, 2004. – 479 с.
3. Баркан, Д.Д. Динамика оснований и фундаментов [Текст] / Д.Д. Баркан. – М.: Госстройиздат, 1959. – 281 с.

УДК 621.357.77

*Вырикова Т.В., ФГБОУ ВПО РГТУ,
Санникова М.Л., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГТУ
(г. Рязань, РФ)*

УПРОЧНЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ И ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ МЕТОДОМ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ

Одним из прогрессивных методов упрочнения деталей и инструментов является магнитная обработка. Электромагнитное поле успешно применяют в современной технике и технологии для управления свойствами твердого тела. Магнитную обработку широко применяют в машиностроении для обработки лезвийного режущего инструмента и динамически нагруженных деталей машин для увеличения их стойкости и надежности работы.[3, стр. 12]

Долговечность работы зубчатых пар, как правило, определяет экономичность работы механизма. Поэтому применение магнитно-импульсной обработки для повышения долговечности работы зубчатых колес и шестерен должно рассматриваться наиболее основательно. Кроме того, существующие технологии требуют исследования исходных параметров изношенных деталей, такие как технологическая наследственность, полученная после предыдущей эксплуатации, и химический состав материала, что является трудновыполнимой задачей в условиях малых ремонтных предприятий. [4]

Импульсная магнитная обработка представляет собой комплексное воздействие на материал магнитострикционных процессов и механических деформаций, тепловых и электромагнитных вихревых потоков, локализованных в местах концентраций магнитного потока, а также систему процессов, направленно ориентирующих «спин-характеристики» внешних электронов

атомов металлов пограничной зоны контакта зерен (перегруженного участка кристаллита).

Суть этой теории заключается в следующем: при перемещении детали в полости соленоида вследствие неоднородной кристаллической структуры в ней возникают вихревые токи, которые обуславливают магнитное поле и локальные микровихри. Они, в свою очередь, нагревают участки вокруг кристаллитов напряженных блоков и неоднородностей структуры металла. Градиент теплового потока при магнитно-импульсной обработке тем выше, чем менее однородна микроструктура металла.

В местах концентрации остаточных или усталостных напряжений, связанных с технологией производства обработки или эксплуатации детали, теплота, наведенная при магнитно-импульсной обработке вихревыми токами, частично уменьшает избыточную энергию составляющих кристаллитов и зерен структуры образца особенно в зоне контакта напряженных участков. Кроме того, вихревое магнитное поле обуславливает более равномерное ее охлаждение. Одновременно с тепловыми процессами за счет импульсного магнитного поля в металле происходит полярная ориентация спинов электронов атомов, расположенных в области контакта кристаллитов и зерен сплавов, вследствие чего улучшаются механические свойства материала.

При этом деталь в магнитном поле подвергается «винтовому сжатию». Возникающие электродинамические силы частично уплотняют кристаллиты металла, вследствие чего снижаются концентрации напряжений. В стали уменьшается избыточная энергия, снижается концентрация напряжений, вследствие чего улучшаются механические свойства [2, стр.187]. Например, при взаимодействии трущихся поверхностей в поверхностном слое снижаются растягивающие напряжения, увеличиваются удерживающие смазочный материал напряжения, возрастает дисперсность блоков мозаики поверхностного слоя металла, повышается закрепление в пограничном слое легирующих элементов. При этом повышается теплопроводность материала, увеличивается скорость отвода тепловых потоков при жидкостном охлаждении, возрастает поляризация органических компонентов смазочного материала, увеличивается адгезия смазочного материала на металлической поверхности и ускоряется отвод теплоты из узлов трения.[5]

Известны установки для магнитно-импульсной обработки типа «Импульс-3», «БУР-85», «Магнит-Победа»

Установку «Магнит-Победа» дополнили двумя магнитопроводами и полюсными наконечниками- концентраторами поля.

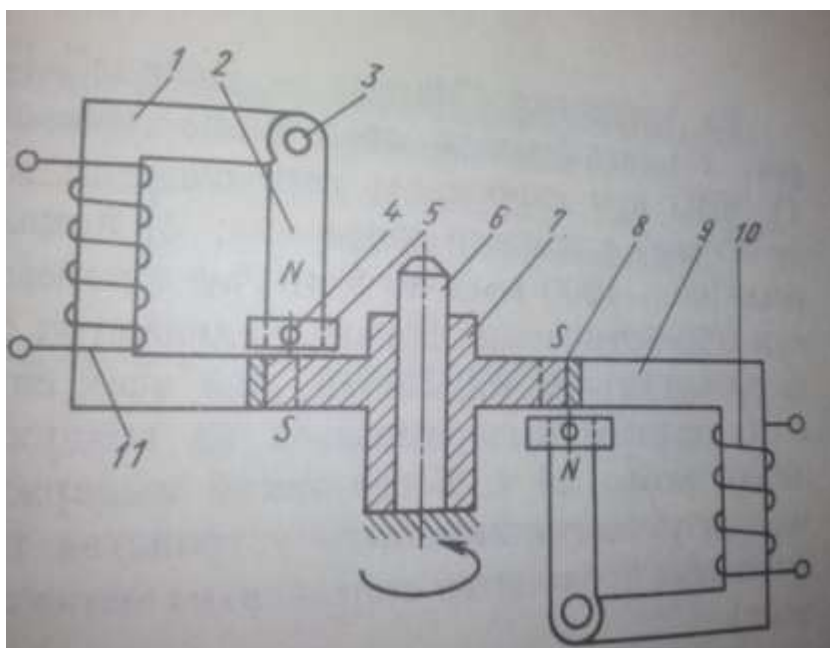


Рисунок 1 – Схема приспособления для магнитно-импульсной обработки зубчатых колес

Устройство для профильной магнитной обработки зубчатых колес содержит закрепленную оправку 6, на которую надевают обрабатываемое зубчатое колесо 7, во впадины между зубьями зубчатого колеса вставляют полюсные наконечники 5, которые прикреплены к магнитопроводу 9. Полюсные наконечники выполнены из высокопроницаемого ферромагнитного сплава на основе никеля. На магнитопровод надет соленоид 10 и прикреплен второй магнитопровод Г-образной формы.

К магнитопроводу 9 примыкает откидной магнитопровод 2, поворачивающийся вокруг оси 3. На магнитопровод 2 надет перемещающийся полюсный наконечник 5 с фиксатором 4. Поверхность зубьев и торцов зубчатых венцов перед обработкой в устройстве покрывают феррожидкостью.

Через соленоид 11 пропускают импульсами ток. Образующееся магнитно-импульсное вращающееся поле охватывает поверхности зубьев колеса. Магнитный поток через магнитопровод 9, полюсный наконечник 5, слой ферромагнитной жидкости поступает в зубчатое колесо 7 и через воздушный зазор замыкается на магнитопроводы 1 и 2.

Таким образом, магнитная обработка двух диаметрально противоположных впадин между зубьями проводится одновременно. После обработки всех впадин зубьев обрабатывают торцы зубчатых венцов. Для этого откидной магнитопровод 2 опускают на торец зубчатого колеса, поворачивая его вокруг оси 3. На магнитопровод 2 надевают полюсный наконечник. На торец зубчатого колеса наносят ферромагнитную жидкость, наконечник 5 фиксируется в определенном положении фиксатором 4. Через соленоид пропускают постоянный ток, образующий магнитный поток северной полярности, который проходит через магнитопровод, полюсный наконечник, слой феррожидкости в тело зубчатого колеса и через слой феррожидкости в

полюсный наконечник 5. Таким образом, зубчатое колесо обрабатывается магнитным полем в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Затем обработанные таким способом зубчатые колеса извлекаются из устройства и выдерживаются на неметаллическом стеллаже в течение 20..24 ч.

После этого зубчатые колеса собираются в специальном приспособлении, где размагничиваются как по окружности колес, так и перпендикулярно к их торцам.

Проводились сравнительные испытания работоспособности необработанных и магнитоупрочненных колесных пар(колесо-шестерня) из сталей 40Х, 30ХН3А, 38Х2МЮА. Зубья колес и шестерен обрабатывались отдельно по венцу магнитным полем напряженностью 460 кА/м при длительности импульса 0,5 с.

На установке «Магнит-Победа» и приспособлении (рис. 1)испытывали три схемы обработки зубчатых пар:

1) магнитно импульсную обработку при свободном перемещении колес или шестерен (диаметром до 70 мм) в полости соленоида; 2) локальную обработку колес (диаметром 700...1000 мм); 3)профильную обработку колес большого диаметра с применением ферромагнитных жидкостей.

Червяки диаметром до 100 мм обрабатывались в полости соленоида установки «Магнит-Победа», а колеса червячных передач магнитоупрочнялись по описанной выше схеме.

Опыты показали, что за счет повторного намагничивания стойкость колесной пары к усталостному выкрашиванию возросла в 1,4...2 раза, абразивный износ снижался в 1,4...1,6 раза, а долговечность повышалась в 1,3...1,8 раза. [1, стр.70]

Таким образом, использование технологии магнитно-импульсной обработки позволяет повышать стойкость и надежность работы деталей машин. А при малых капитальных затратах на внедрение в производство, простоте технологии и высокой экономической эффективности предполагает ее применение в различных областях промышленности.

Библиографический список

1. Малыгин, Б.В. Магнитное упрочнение инструментов и деталей машин [Текст] / Б.В. Малыгин – Москва: Издательство «Машиностроение»,1989.

2. Мрочек, Ж.А. Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин [Текст] / Ж.А Мрочек, Л.М. Кожуро, И.П. Филонов – Минск: Технопринт, 2000.

3. Маслов, А.Р. Перспективные высокие технологии: справочник [Текст] / А.Р. Маслов – Инженерный журнал. – 2008. – № 1. – С.10-24.

4. Бышов, Н.В. Нанесение износостойких покрытий комбинированными способами обработки в условиях малых ремонтных предприятий [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Е.А. Пучин, М.Н. Горохова – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2012.-331 с.

5. Семчук, Г.И. Возможности магнитной обработки [Электронный ресурс] / Г.И. Семчук. –URL: <http://материаловед.рф/>.

УДК 636.03:633.2.03

*Герасимова О.А., к.т.н.,
ФГБОУ ВПО Великолукская ГСХА,
(г. Великие Луки, РФ)*

АПРОБАЦИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЗАЩИЩЕННОСТЬ КРС В УСЛОВИЯХ ПАСТБИЩ

В настоящее время назрела необходимость перехода к качественно новому, инновационному типу развития сельхозпроизводства. Утверждение, конечно, актуально и по отношению к АПК Северо-Западного региона.

Инновация предполагает решение комплекса взаимосвязанных вопросов – от исходного до конечного, причем любой из них должен апробироваться на возможность использования нетрадиционных технологий и энергоисточников, а также на экологичность.

Каждое производство, а сельскохозяйственное, как связанное с непосредственным созданием продуктов питания, в первую очередь, должно проверяться на соответствие требованиям экологической безопасности. В сельском хозяйстве достигнут достаточный технический потенциал, способный обеспечить высокий уровень механизации содержания КРС в культурной зоне. Однако остаётся много нерешенных проблем при их пастбищном содержании, и в особенности экологического свойства. Одной из таких проблем является необходимость получения продукции высокого качества, что включает и понятие высокой экологической чистоты.

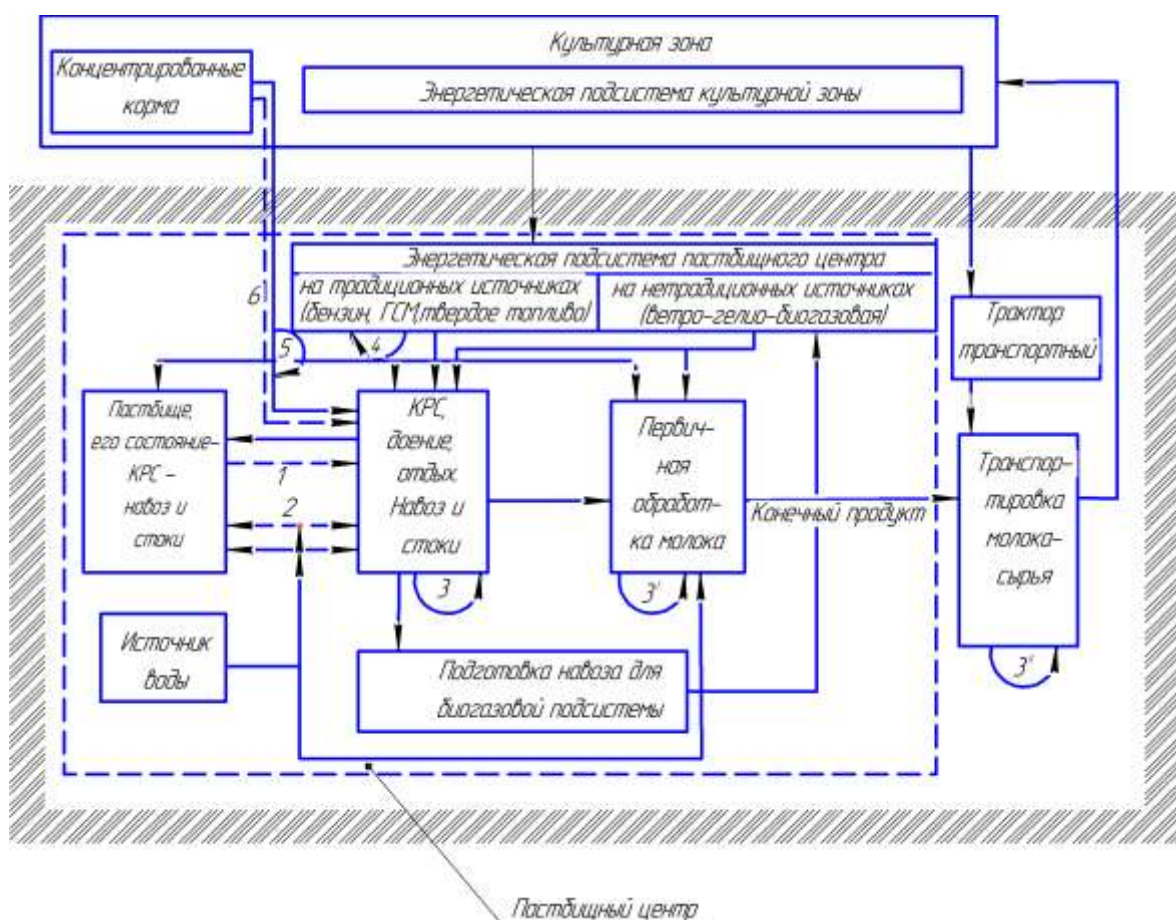
В свою очередь уровень влияния возможно установить при учете затрат энергии на восстановление утрачиваемых в процессе производства показателей. Особо уделяется внимание энергетической подсистеме (рис. 1).

При определении мероприятий по энергоснабжению пастбищного животноводства и поддержанию экологичного уровня производимого молока-сырья и окружающей среды, необходимо учитывать многообразие факторов на его воздействие и роли человеческого фактора в позитивном развитии агроэкосистемы, составной частью которой является пастбищное животноводство, как обширной системы с участием различных подсистем.

Однако вместе с поставляемыми на пастбище материальными и энергетическими ресурсами перемещаются и экологические загрязнения, как факторы экологического возмущения. Некоторые из факторов не поддаются, или поддаются при больших затратах, ограничению со стороны человека.

В процессе пастбищного кормления загрязнение среды происходит в связи с отходами жизнедеятельности животных, а загрязнение их организма происходит в процессе потребления вместе с кормом и водой загрязнений, а также вредных микроорганизмов, в т.ч. содержащихся в воздухе. Это оказывает негативное воздействие на продукцию животноводства, состояние животных.

Исключить или уменьшить отрицательное воздействие на окружающую среду и организм животного возможно следующими мерами: разбивкой пастбищного участка на зоны потребления корма таким образом, чтобы повторное использование было произведено через значительный промежуток времени, когда органические выделения животного на почве пройдут стадию разложения для чего вся площадь после использования должна быть скошена для интенсификации роста травостоя и пройдена бороной для измельчения и распределения по всей поверхности навозных выделений.



1,2 – перемещения животных и их последствия; 3,4 – возможные отрицательные последствия экологического свойства; 5,6 – доставка корма и отрицательные последствия в виде возможных загрязнений, возникающие на объекте

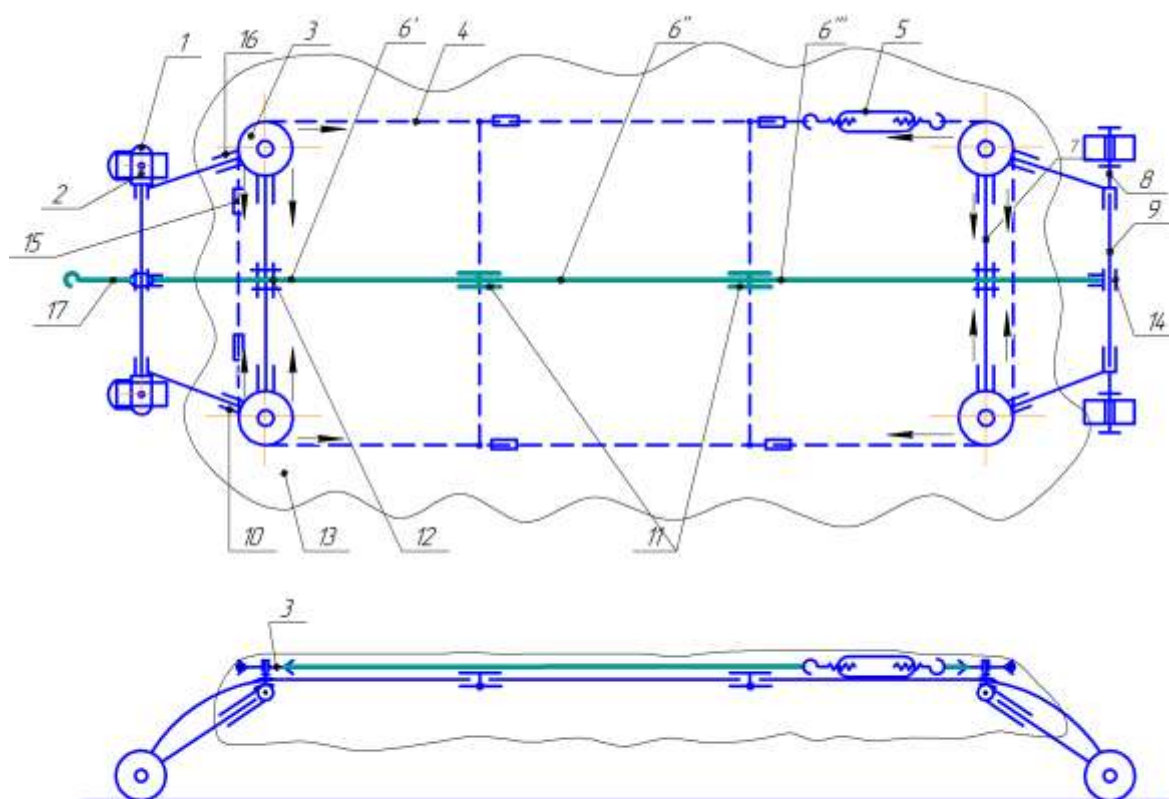
Рисунок 1 – Энергетическая подсистема пастбищного центра

Снижение микроорганизмов в воздухе в некоторой степени произойдет при использовании солнцезащитного устройства (навеса) [1].

Передвижных средств защиты (навесов) для использования в пастбищном животноводстве, насколько известно, в реальности не существует. Проведенный патентный поиск позволил выявить множество вариантов, предлагаемых технических решений таких сооружений. Однако, по нашему мнению, каждый из них далек от требований пастбищного животноводства: все конструкции стационарны, рассчитаны на защиту небольшого количества животных, отличаются высокими трудозатратами при сборке и разборке, высокой металлоемкостью.

Одним из характерных аналогов может служить тентовый навес на 100 коров (код:801-д-56.89). Предназначен для подкормки животных и защиты от солнца и осадков в летнем лагере. Устройство стационарно, с жестким покрытием, применены для изготовления дерево и металл. Содержание беспривязное.

Нами разработан передвижной навес, предназначенный для защиты животных на пастбище от солнечной радиации и осадков в летне-пастбищный период. Навес представляет собой сборную передвижную трубчатую конструкцию из пластмассовых и металлических труб (рисунок 2), включающую катки 1 или полозья для перемещения навеса, которые монтируются на осях монтажных боковых сторон трапеции левой 2 и правой 8. Монтажные боковые стороны трапеции имеют с противоположной стороны оси монтажные гнезда, куда вставляются малые поперечины 9.



Условные обозначения

— трубы металлические
 --- канат стяжной проволочный

1 – поворотные катки для перемещения навеса; 2 – левая монтажная боковина; 3 – поворотные шкивы; 4 – стяжной канат; 5 – двухсторонняя резьбовая стяжка-галреп; 6 – полуремешка жесткости; 7 – поперечины большие; 8 – правая монтажная боковина; 9 – малые поперечины; 10 – устройства монтажные правые; 11 – муфта; 12 – трубчатые сварные монтажные крестовины; 13 – кровля; 14 – Т-образные трубчатые устройства; 15 – пружинные зажимы; 16 – устройства монтажные левые; 17 – тяговый трос, 18 – катки

Рисунок 2 – Передвижной навес для животных

На малые поперечины нанизываются Т-образные трубчатые устройства 14, в монтажное гнездо которого вставляется изогнутой стороной полуремешка

жесткости 6. По углам навеса устанавливаются устройства монтажные с осью шкива правые 10 и левые 16.

Устройство используется при сборке и эксплуатации следующим образом. В качестве кровли применяется сетка полиэтиленовая цветная темных тонов с ячейками. Навес представляет собой конструкцию из двух симметричных трапецеидальных сборных единиц, повернутых друг к другу большими основаниями и плоскость трапеции находится к горизонтальной плоскости под углом $38...40^\circ$, а по углам больших оснований установлены монтажные устройства в виде сварных конструкций с осями, перпендикулярными к горизонтальной плоскости, на которые установлены поворотные шкивы стяжного стального каната.

К осям приварены направленными друг к другу монтажные гнезда, в отверстия которых вставлены малые поперечины в виде малых оснований трапеций, и по центру которых нанизано Т-образное трубчатое сварное устройство с монтажным гнездом. К месту расположения Т-образного монтажного устройства крепится тяговый канат.

Площадь одного навеса рассчитывается в зависимости от необходимого количества животных, высота навеса принимается $2...2,5$ м.

По сравнению с первоначальным вариантом конструкция навеса после апробации в условиях пастбищ претерпела изменения, в частности, к малым основаниям трапеций были закреплены кормушки для соли-лизунца, что сделало сооружение еще более полезным для животных.

Методика исследования – определение пылевой загрязненности (запыленности) окружающего производства в зоне использования средств механизации, в том числе в замкнутых пространствах складских помещений оценивается многократным измерением запыленности с помощью пылеуловителя.

Защитные функции навеса – от солнечной радиации – измерением разности температур внутренней (под навесом) и наружной;

- увлажненности кожного покрова во время осадка – сбором влаги покрывалом из хлопчатобумажной ткани на спинной части животного в процессе его нахождения под навесом и вне его и взвешивания увлажненного и неувлажненного покрывала;

- стремление животного к укрытию от солнечной радиации, мух, оводов при отсутствии навеса по фактическому времени пребывания в укрытии или в воде.

В лаборатории ВГСХА был собран макет передвижного навеса для животных для использования на пастбище. Апробация происходила в СПК «Красное Знамя» Новоскольниковского района Псковской области (рис. 3).

Исследователи опасались, что животные будут избегать непривычного для них сооружения. Однако с первых минут они начали проявлять любопытство и смелость, а также входили под навес, расталкивая друг - друга. Как поняли ученые, животных привлекала возможность укрыться в тени, но малая площадь опытной конструкции не позволяла получить обширное затенение.



Рисунок 3 – Апробация навеса на пастбище СПК «Красное Знамя» Новосокольнического района

Результаты исследований. Производственные испытания передвижного защитного навеса показали преимущество комфортного содержания животных на пастбище по сравнению с существующим содержанием:

- температура под навесом в жаркий период снижается на 8...10°C;
- случаи солнечных ударов исключились;
- поведение животных под навесом в связи с исключением воздействия кровососущих вредителей – спокойное; кроме того, снизилась тяга животных укрыться в водных и лесных массивах;
- защищенность от дождевых осадков была удовлетворительной;
- удельная экономическая эффективность внедрённых результатов составила 2480 руб./кг, фактический годовой экономический эффект 392088,0 руб.;
- за время работы поломок передвижного навеса не происходило.

Библиографический список

1. Пат. РФ № 2525922. Передвижной навес для животных [Текст] / В.А. Шилин, О.А. Герасимова. – Оpubл. 20.08.2014, Бюл. № 23.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕЛКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

На заготовочных и доготовочных предприятиях общественного питания, при производстве рубленых полуфабрикатов, для мелкого измельчения мяса, рыбы и мясных продуктов применяют мясорубки.

Классификация мясорубок осуществляется по производительности, при этом выделяют три группы[1, с. 224]:

1. Бытовые мясорубки производительностью до 30 кг/ч.

2. Мясорубки для доготовочных предприятий с производительностью от 30 до 1000 кг/ч. К данному виду оборудования относятся машины МИМС-40, МИМ-82, МС-150, УММ-11-1, а также новые модели МИМ-60, МИМ-100, МИМ-300 и МИМ-600[1,2].

3. Мясорубки для заготовочных предприятий (волчки) производительностью свыше 1000 кг/ч. Распространение получили мясорубки-волчки МП-1-160, ЫП-2-160, К6-ФВЗП-200, К7-ФВП-114[1,2].

Основными требованиями, предъявляемыми к механическому оборудованию предприятий общественного питания, являются обеспечение получения продукции высокого качества при минимальном количестве потерь и отходов, обеспечение максимальной производительности при минимальном расходе электрической энергии, рабочие органы и другие механизмы, контактирующие с продуктом должны быть изготовлены из материалов, разрешённых Минздравсоцразвития России. К особым требованиям для мясорубок относится то, что измельчение должно осуществляться без остатка, с минимальным количеством отделяемого сока, размер частиц фарша не должен превышать размера диаметра последней ножевой решётки [1,2].

Все существующие мясорубки имеют принципиально одинаковую конструкцию главных рабочих органов, состоящую из цилиндрической рабочей камеры, внутри которой установлен шнек, а на выходе из камеры установлен ножевой блок для измельчения. На внутренней поверхности камеры имеются рёбра для препятствования проворачивания сырья при подаче шнеком. Шнек изготовлен с переменным шагом для создания необходимого давления, обеспечивающего проход сырья через ножевой блок и оптимальные условия резания. Ножевой блок представляет собой комплект, состоящий из неподвижной подрезной решётки и набора, в зависимости от требуемой степени измельчения, вращающихся ножей и неподвижных ножевых решёток с различным диаметром отверстий.

Проводя анализ работы данного механизма можно выделить ряд основных недостатков влияющих на эффективность и качество выполняемых операций.

При измельчении в мясорубке мясо транспортируется шнеком от загрузочной воронки к ножевому блоку. Ножевой блок, с одной стороны, осуществляет свою главную функцию - измельчение мясного сырья, а, с другой стороны, создает препятствие для прохождения потока этого сырья. Наиболее удачные конструкции ножевых блоков имеют минимальную площадь перегородок решеток и специальную конфигурацию ножей, уменьшающую сопротивление потоку мясного сырья. Таким образом, только уменьшая сопротивление всех элементов ножевого блока мясорубки потоку фарша можно обеспечить максимальную производительность волчка.

В ножевом блоке давление, создаваемое шнеком, постепенно снижается до давления окружающей среды. Уменьшение давления в ножевом блоке пропорционально сопротивлению потоку сырья. Приемная решетка, как и промежуточная решетка с большими отверстиями, создают малое сопротивление этому потоку. Выходная решетка имеет наименьшую суммарную площадь отверстий, оказывает максимальное сопротивление потоку, и, следовательно, принимает на себя основное давление [2].

Мясное сырье движется через решетки под действием силы давления, являющейся результирующей двух сил (рис. 1): силы давления шнека, направленной перпендикулярно поверхности решетки, и силы давления вращающихся ножей, направленной параллельно поверхности решетки. Поэтому поток фарша направлен не строго перпендикулярно к поверхности решетки, а под некоторым углом к ней. Следовательно, наименьшее сопротивление потоку сырья и наибольшую пропускную способность будет иметь решетка с наклонными отверстиями, где геометрическая ось отверстия совпадает с направлением потока сырья. На практике возможно лишь приблизительно достичь соответствия геометрической оси отверстий решетки и направления движения потока фарша, так как невозможно добиться одинаковой скорости вращения режущих ножей при работе волчка с различным сырьем и в разных режимах, а также необходимо учитывать большое разнообразие геометрических форм используемых ножей и типов производимых волчков.

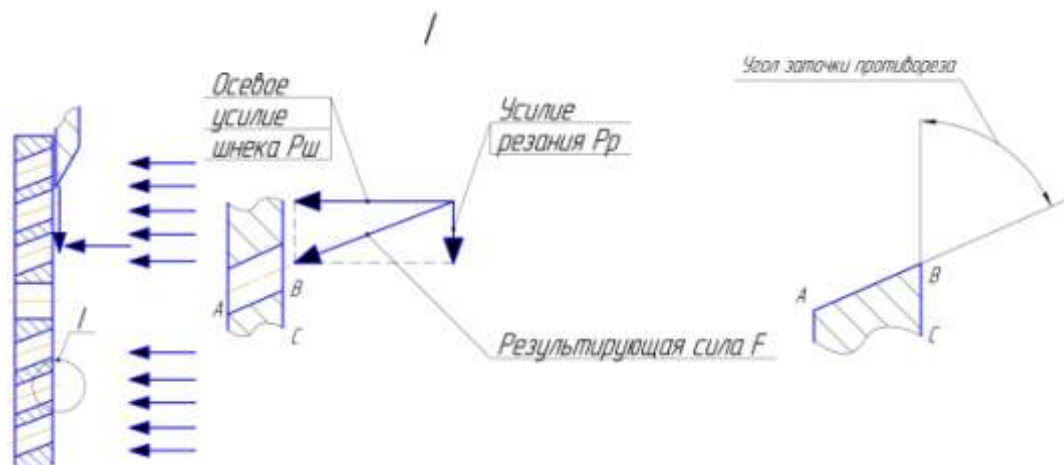


Рисунок 1 – Схема действия сил действующих на мясное сырьё

Кроме увеличения пропускной способности мясорубки, применение решеток с наклонными отверстиями при прочих равных условиях позволяет резко улучшить условия измельчения мясного сырья за счет уменьшения угла режущей кромки менее 90° (у обычной решетки угол режущей кромки равен 90°).

В процессе измельчения работают две режущие кромки (система решетка-нож), для улучшения условий измельчения мясного сырья необходимо использовать ножи специального профиля, с углом режущей кромки меньше 90° . Кроме того, повышению эффективности работы мясорубки способствует использование ножей с подающими лопатками, так как возникающая при этом дополнительная сила давления увеличивает давление потока фарша. То есть можно регулировать давление потока мясного сырья и производительность мясорубки, используя ножи специального профиля.

Использование ножей и решеток с углом режущей кромки менее 90° сокращает затраты энергии на 17...22%.

Качество измельчения мяса определяется не только геометрической формой применяемого режущего инструмента. Очень важно добиться абсолютно ровной поверхности решеток и ножей. Измельчение мяса может осуществляться наилучшим образом только тогда, когда режущие кромки ножей прилегают к плоскости решетки по всему радиусу равномерно. Необходимо обязательно проводить периодическую шлифовку используемых ножей и решеток.

Так как на выходную решетку приходится наибольшее давление, постоянно присутствует опасность ее прогиба. При этом, как показано на рисунке 2, моментально исчезает плоскопараллельность режущих кромок ножа и решетки. Это резко снижает качество измельчения мяса и приводит к неравномерному износу ножей и решеток, что в свою очередь негативно сказывается на работе оборудования и качестве готовой продукции. Для того чтобы избежать прогиба выходной решетки, в ножевом блоке рекомендуем применять опорное кольцо с крестовиной, которое препятствует деформации решетки. Схема установки кольца представлена на рисунке 2.

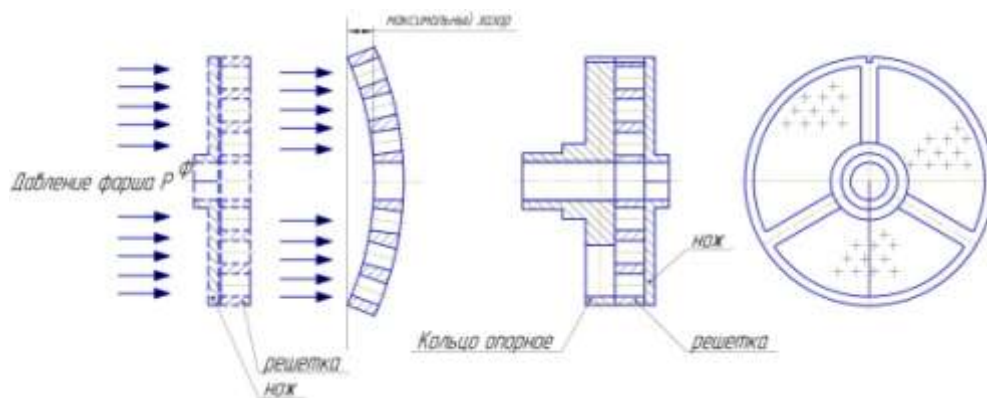


Рисунок 2 – Схема установки опорного кольца

Компоненты ножевых блоков обычно изготавливают из низколегированной инструментальной стали (ножевая сталь) или из высоколегированной инструментальной стали (INOX). При несоблюдении требований по обслуживанию и очистке оборудования и режущего инструмента низколегированная сталь может подвергаться коррозии. Нержавеющая сталь не корродирует, однако, она имеет другой существенный недостаток. Если ножевой блок подвержен большому износу, а нержавеющая сталь отличается высоким содержанием никеля, то это может привести к попаданию этого элемента в фарш. Такие продукты могут вызывать у людей, употребляющих их в пищу, аллергические реакции или даже отравления. Поэтому лучше применять более чувствительную к коррозии ножевую сталь.

Для сохранения низкого уровня износа рекомендуется использовать те ножевые блоки, износостойкость которых гарантируется их изготовителем и подтверждена практикой. Более того, необходимо следить за тем, чтобы накидная гайка была незатянута на холостом ходу и затягивалась лишь при работе мясорубки согласно инструкции фирмы изготовителя оборудования.

Хвостовик рабочего шнека используется в обычном ножевом блоке без дополнительных точек опоры. Но, учитывая, что при измельчении крупных кусков мясного сырья на шнек воздействует значительные переменновременные силы давления, направленные перпендикулярно оси вращения шнека, можно сделать вывод, что через хвостовик эти силы передаются на ножевой блок, то есть на элементы ножевого блока также воздействуют большие силы давления, направленные перпендикулярно оси вращения. Это приводит к повышенному износу узла в целом. Возможны случаи, когда в области посадочного отверстия будут отламываться кусочки металла, которые попадут потом в фарш. Этот фактор риска увеличивается с увеличением сложности перерабатываемого сырья. Поэтому необходимо, чтобы действующие на шнек перпендикулярные силы давления, уменьшались при помощи специального шнекового подшипника. К такому подшипнику предъявляются два основных требования:

- действующие силы должны гаситься как можно ближе к шнеку;

- при изготовлении подшипника должны использоваться соответствующие материалы, которые с одной стороны экологически безопасны, с другой - износостойки, долговечны и обладают антизадириными свойствами.

Подшипник необходимо герметично изолировать от фарша. Предпочтительно использовать такой подшипник в приемной решетке (рис.3). Тогда за счёт создания дополнительной точки опоры шнека уменьшаются перпендикулярные силы давления на шнек, что позволяет избежать износа на посадочных местах ножей и ведёт к значительному увеличению их срока службы.

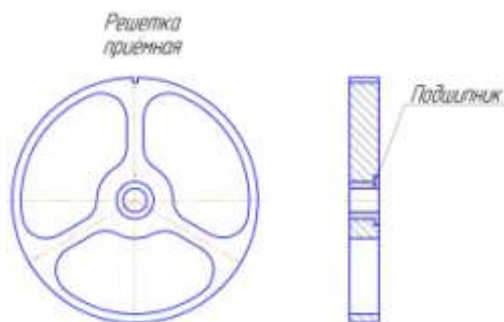


Рисунок 3 – Схема установки подшипника

Таким образом, используя предлагаемые конструктивные решения в конструкции мясорубок можно без значительных дополнительных затрат повысить производительность, качество производимой продукции, эксплуатационные показатели, при одновременном снижении затраты электрической энергии.

Библиографический список

1. Елихина, В.Д. Оборудование предприятий общественного питания. Часть 1. Механическое оборудование [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений: в 3 ч. / В.Д. Елихина, М.И. Ботов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 416с. – Ч.1.
2. Корнюшко, Л.М. Механическое оборудование предприятий общественного питания [Текст] / Л.М. Корнюшко. СПб: ГИОРД, 2006. – 288с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ ДЛИНЫ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ОТВЕРСТИЯ КОЛЬЦЕВОГО ОТДЕЛИТЕЛЯ ГРАНУЛ

Одним из способов получения водостойких гранул для рыб является применение процесса отрезания гранул от монолитов, выходящих из отверстий матрицы. Для этих целей в конструкциях прессов с кольцевой матрицей предлагается использовать подвижные перфорированные отделители, установленные на наружной поверхности матрицы и имеющие отверстия с режущей кромкой, которые при повороте отделителя относительно матрицы отрезают гранулы от спрессованных монолитов.

При выходе монолитов из канала матрицы происходит увеличение их диаметров за счет внутренних напряжений прессования.

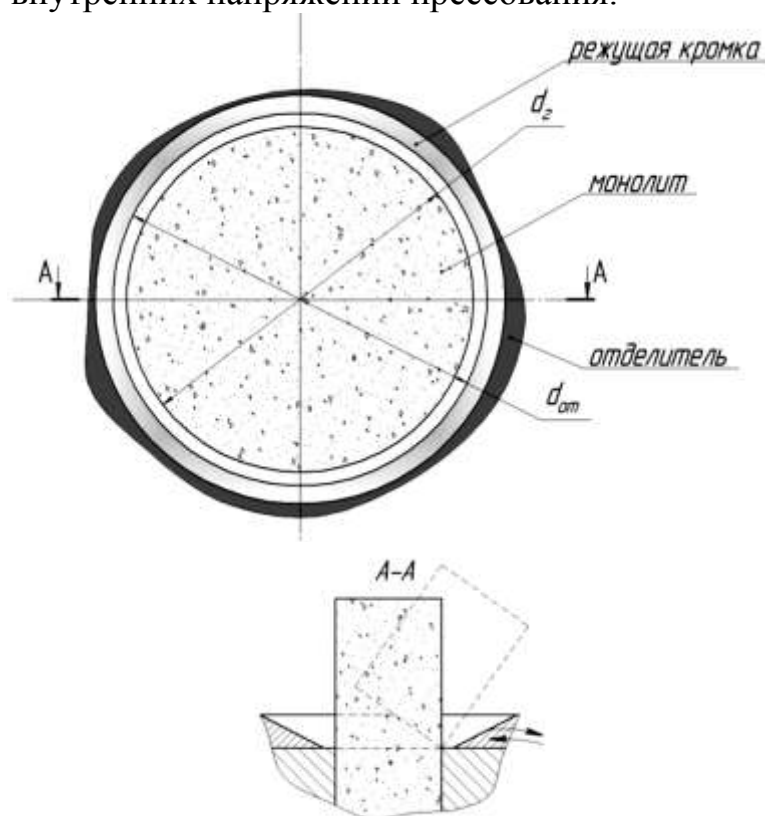


Рисунок 1 – Схема расположения отделителя относительно монолита

Расширившиеся монолиты должны свободно проходить через отверстия отделителя (рис.1), поэтому диаметр отверстий определяют с учетом расширения монолита по выражению:

$$d_{om} = kd_2, \quad (1)$$

где k – коэффициент учитывающий расширение монолита;

d_z – диаметр монолита, (гранулы).

Основной энергетической характеристикой данного процесса является критическое усилие $P_{кр}$, т.е. усилие, прилагаемое к отделителю, под действием которого материал спрессованного монолита разделяется на части. При отделении гранулы от монолита первоначально имеет место его предварительное сжатие на величину $h_{сж}$, до возникновения на режущей кромке разрушающего контактного напряжения σ_p , которое определяется значением усилия $P_{кр}$, необходимым для преодоления различных сопротивлений, возникающих при разделении монолита, сопровождаемого образованием опережающей трещины.

Одним из основных сопротивлений, возникающих при отделении гранулы от монолита, является сопротивление резанию $P_{рез}$, которое определяется по выражению:

$$P_{рез} = \sigma_p \cdot F_{кр}, \quad (1)$$

где $F_{кр}$ – площадь режущей кромки отверстия, находящаяся в контакте с монолитом.

Площадь режущей кромки отверстия, находящаяся в контакте с монолитом, можно найти как:

$$F = l \cdot \delta, \quad (2)$$

где l – рабочая длина режущей кромки, находящаяся в контакте с монолитом;

δ – острота режущей кромки.

Для определения рабочей длины режущей кромки рассмотрим схему (рис. 2).

При перемещении отделителя для срезания гранулы он совершает путь Δ равный:

$$\Delta = \frac{d_{от}}{2} - \frac{d_z}{2} + h_{сж} = \frac{kd_z}{2} - \frac{d_z}{2} + h_{сж} = \frac{d_z}{2}(k-1) + h_{сж}. \quad (3)$$

Длина режущей кромки отверстия при перемещении и сжатии монолита будет равна длине дуги ADB (без учета деформации монолита) и определится по формуле:

$$l_{ADB} = \frac{kd_z}{2} \cdot \alpha, \quad (4)$$

где α – угол, на который опирается дуга ADB .

Из треугольника O_1A_1A $\cos \frac{\alpha}{2}$ равен

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{|AA_1|}{\frac{kd_z}{2}} = \frac{2|AA_1|}{kd_z}. \quad (5)$$

Для определения ординаты точки A в системе координат YO_1X_1 воспользуемся уравнением окружности с центром в точке O_1 и радиусом $\frac{kd_z}{2}$, учитывая тот факт, что точка A также принадлежит окружности с центром в точке O (часть окружности изображена пунктиром) с радиусом $\frac{d_z}{2}$ системе координат YOX .

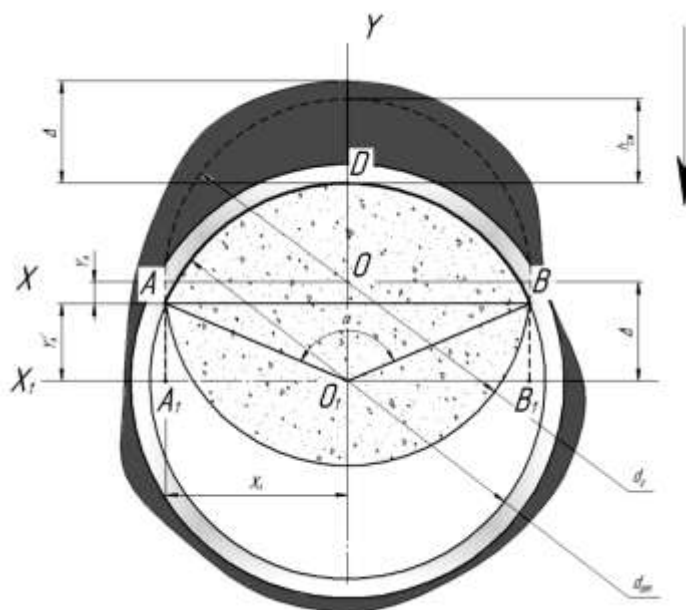


Рисунок 2 – Схема для определения рабочей длины режущей кромки

Тогда для указанных окружностей можно составить следующую систему уравнений

$$\begin{cases} X_A^2 + Y_A^2 = \frac{d_z^2}{4} \\ X_A^2 + Y_A'^2 = \frac{kd_z^2}{4} \end{cases} \quad (6)$$

Так как $Y_A = \Delta - Y_A'$ система уравнений (6) запишется в следующем виде:

$$\begin{cases} X_A^2 + (\Delta - Y_A')^2 = \frac{d_z^2}{4} \\ X_A^2 + Y_A'^2 = \frac{kd_z^2}{4} \end{cases} \quad (7)$$

Умножая второе уравнение системы (7) на (-1) и складывая его с первым уравнением, получим:

$$\begin{cases} X_A^2 + \Delta - Y_A^2 = \frac{d_z^2}{4} \\ -X_A^2 - Y_A^2 = -\frac{k^2 d_z^2}{4} \end{cases} \quad (8)$$

$$(\Delta - Y_A^2) - Y_A^2 = \frac{d_z^2}{4}(1 - k^2), \text{ или}$$

$$\Delta^2 - 2\Delta Y_A^2 = \frac{d_z^2}{4}(1 - k^2), \quad (9)$$

откуда

$$Y_A^2 = \frac{\Delta^2 - \frac{d_z^2}{4}(1 - k^2)}{2\Delta}, \text{ или } Y_A = \frac{4\Delta^2 - d_z^2(1 - k^2)}{8\Delta}. \quad (10)$$

Тогда

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{Y_A^2}{\frac{kd_z}{2}} = \frac{4\Delta^2 - d_z^2(1 - k^2)}{8\Delta} \cdot \frac{2}{kd_z} = \frac{4\Delta^2 - 2d_z^2(1 - k^2)}{4\Delta kd_z} \quad (11)$$

С учетом уравнения (3) выражение (11) принимает вид

$$\begin{aligned} \cos \frac{\alpha}{2} &= \frac{4\left(\frac{d_z}{2} \sqrt{1 - k^2} + h_{сж}\right) - 2d_z^2(1 - k^2)}{4\left(\frac{d_z}{2} \sqrt{1 - k^2} + h_{сж}\right)kd_z} \text{ или} \\ \cos \frac{\alpha}{2} &= 1 - \frac{d_z^2(1 - k^2)}{2d_z^2 \sqrt{1 - k^2} + 4h_{сж}}, \quad (12) \end{aligned}$$

откуда

$$\alpha = 2 \arccos \frac{\alpha}{2} = 2 \arccos \left[1 - \frac{d_z^2(1 - k^2)}{2d_z^2 \sqrt{1 - k^2} + 4h_{сж}} \right] \quad (13)$$

Окончательно рабочая длина режущей кромки отверстия будет равна

$$\begin{aligned} l = l_{ADB} &= \frac{kd_z}{2} \cdot 2 \arccos \frac{\alpha}{2} = \frac{kd_z}{2} 2 \arccos \left[1 - \frac{d_z^2(1 - k^2)}{2d_z^2 \sqrt{1 - k^2} + 4h_{сж}} \right], \text{ или} \\ l &= kd_z \cdot \arccos \left[1 - \frac{d_z^2(1 - k^2)}{2d_z^2 \sqrt{1 - k^2} + 4h_{сж}} \right] \quad (14) \end{aligned}$$

Тогда сопротивление резанию при отделении гранулы от монолита будет равно

$$P_{рез} = \sigma_p \cdot \delta \cdot k d_z \cdot \arccos \left[1 - \frac{d_z^2 \sqrt{1 - k^2}}{2d_z^2 \sqrt{1 - k^2} + 4h_{сж}} \right]. \quad (15)$$

Анализ выражения (15) позволяет сделать вывод, что чем больше диаметр монолита, тем больше рабочая длина режущей кромки, и тем больше сопротивление резанию.

Библиографический список

1. Патент на изобретение RUS 2021680. Пресс для кормов / Некрашевич В.Ф., Мигачёв Н.А.

2 Некрашевич, В.Ф. Обоснование способа отделения гранул от спрессованных монолитов [Текст] / В.Ф. Некрашевич, Н.А. Мигачёв, В.В. Горшков // в сборнике «Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве». – Рязань : ФГБОУ ПО РГАТУ, 2011. – С 127-131.

УДК 616.618.19:615.84

*Гришин И.И., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Морозов А.С., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Семина Е.С., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫМЕНИ У КОРОВ

Наиболее распространенным заболеванием у коров, причиняющим значительные экономические потери в хозяйствах, является мастит. Мастит – воспаление молочной железы, которое является ответной реакцией организма на воздействие неблагоприятных механических, физических, химических и биологических факторов. Данной проблемой занимаются много лет, при этом, универсального средства, для лечения не найдено[7,8]. Для борьбы с маститами у коров наибольшее распространение получили медикаментозные средства. Однако при высоком проценте выздоровления коров у них есть ряд недостатков. После применения лекарственных препаратов молоко выбраковывается как непригодное для употребления. При этом частое использование антибиотиков ослабляет собственную иммунную систему коров. Также происходит постепенное уменьшение эффекта лечения от противовоспалительных препаратов[5]. Другим видом лечения является физиотерапия, не приводящая к выбраковке молока и нарушению защитных функций организма[4]. Дополнительным преимуществом является возможность проводить ветеринарно-профилактические мероприятия без выбраковки молока. Уменьшая тем самым экономические потери продукции и процент заболеваемости в хозяйстве. Одним из наиболее эффективных средств

физиотерапии является УВЧ-терапия. Преимуществом данного вида лечения является возможность проводить профилактику заболевания в процессе ветеринарного ухода за животными, а также большой срок работы оборудования. У коров, заболевших субклиническим маститом в сухостойный период содержания, после отела заболевание переходит в клиническую форму. При исследовании маститов было выяснено, что профилактические мероприятия, проведенные в сухостойный период, сокращают на 20% заболеваемость на период лактации[6]. УВЧ лечение в сухостойный период имеет ряд особенностей связанных с применяемыми электродами. Поэтому актуальна разработка способов подведения высокочастотной энергии к вымени коров в этот период.

Наиболее широкое распространение получили облучатели в виде усеченного конуса, расположенные в межстенном пространстве доильных стаканов. И лечение производят в процессе машинного доения, при этом время самого доения ограничено и составляет не более 5 минут, а использование УВЧ-терапии наиболее эффективно при 5-15 минутах воздействия. Молоко от коров, болеющих маститом не должно попадать в общий молокосборник, при этом доение больных четвертей осуществляют вручную. Из-за возможности повреждения сосков вымени в сухостойный период применять доильное оборудование нецелесообразно[2]. Данную проблему можно решить, если применять электроды в виде пластин без доильных стаканов. Интенсивность воздействия электромагнитного поля при УВЧ-терапии от пластин должно быть в достаточной дозе для получения наилучшего эффекта лечения. Для расчетов электромагнитное поле принимают квазистационарным, так как при частоте 40,68 МГц, длина волны составляет более 7 метров, а размеры вымени не более 0,5 метра[1]. В неравномерно распределенном поле могут возникать локальные напряженности поля, от которых ткани вымени перегреваются, для избегания этого мощность уменьшают до уровня, не причиняющего вреда животному. Ожог возможен также из-за разности диэлектрических проницаемостей на пути прохождения электромагнитной энергии, применение УВЧ поля на мокрой коже приводит к термической травме. Любимов Е. И. экспериментальным путем определил значение напряженности поля, в результате действия которой возникает ожог. Так при времени воздействия от 7 до 10 минут и мощности 0,007 ватт на квадратный миллиметр, и при мощности 0,01 ватт на квадратный миллиметр при времени более пяти минут воздействие приводит к термической травме. Для наиболее удобного использования, пластины подключают попарно противофазно и располагают под прямым углом, в этом случае поле равномерно распределяется по объему вымени. При таком расположении линии напряженности идут от положительно заряженных пластин к отрицательно заряженным, оказывая на ткани лечебное воздействие. Величина напряженности поля между электродами будет зависеть от характеристик самого генератора (мощность, амплитуда сигнала, КПД линий и т.д.) и распределения поля в объеме между пластинами[3].

Работа генератора УВЧ зависит от электрофизических параметров вымени коровы. Для этого нами были проведены измерения полного сопротивления и угла сдвига фаз наложенных на вымя плоских электродов.



Рисунок 1 – Измерения электрофизических параметров вымени у коров на ветеринарном факультете ФГБОУ ВПО РГАТУ

Таблица 1 – Измерения импеданса прибором ВМ-508 на корсете с электродами на ветеринарном факультете ФГБОУ ВПО РГАТУ

№ опыта	Полное сопротивление Z , Ом	Угол сдвига фаз φ^0
1	64	42
2	63	42
3	65	43
4	65	42
5	64	43
6	65	42

В результате вычислений погрешность измерения составляет 5,434 %, что достаточно для дальнейшей обработки значений сопротивления и конструирования согласующего устройства[9]. В абсолютных значениях погрешность $\pm 3,478$ Ом. Погрешность измерения угла сдвига фаз φ^0 составляет 4,42°, что также входит в допустимые пределы. Дополнительно были проведены измерения на 32 коровах. По измеренным показателям проведены расчеты. Полученные результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Сводные данные полного сопротивления Z_H

	$\bar{Z}_H$	$\bar{D}_Z$	σ_Z	$\bar{Z}_H + 3\sigma$	$\bar{Z}_H - 3\sigma$
Z_H	64,0625	2,059	1,435	68,368	59,758

Таблица 3 – Расчетные данные φ_H

	$\bar{\varphi}_H$	$\bar{D}_\varphi$	σ_φ	$\bar{\varphi}_H + 3\sigma$	$\bar{\varphi}_H - 3\sigma$
φ_H	42,19	1,191	1,092	45,466	38,914

По полученным данным были построены графики распределения плотности вероятности полного сопротивления и угла сдвига фаз.

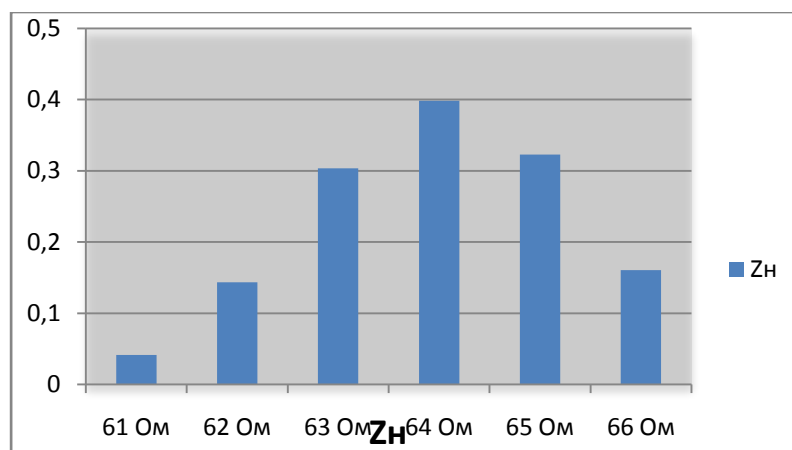


Рисунок 2 – График распределения плотности вероятности $f(x)$ полного сопротивления Z_H .

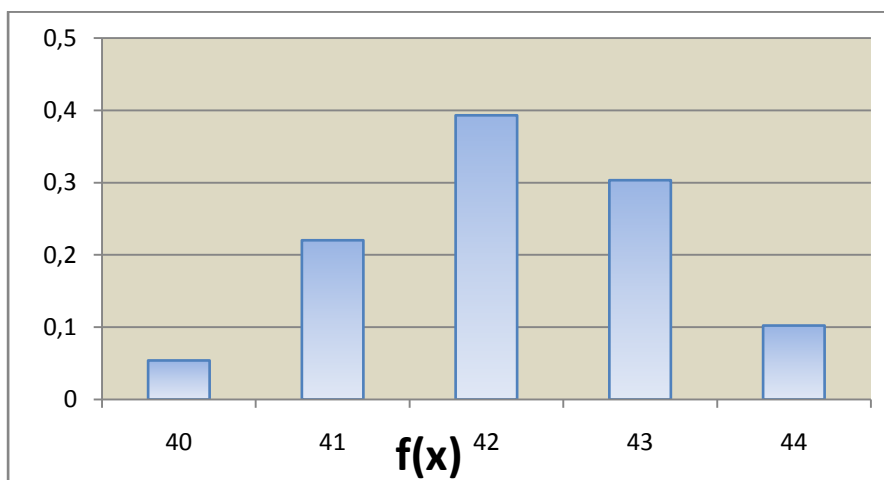


Рисунок 3 – График распределения плотности вероятности $f(x)$ угла сдвига фаз φ_H .

По полученным данным были вычислены математические ожидания измеряемых величин, которые составляют:

$$Z_H = 64,0625 \text{ Ом} \approx 64 \text{ Ом}, \varphi_H = 42,188^\circ \approx 42^\circ$$

По этим данным изготовлено согласующее устройство для УВЧ – генератора. Которое в дальнейшем использовано для работы по лечению маститов у коров.

Выводы

Применение УВЧ-лечения исключает выбраковку молока. Лечение маститов высокочастотным электромагнитным полем в сухостойный период является актуальной задачей и позволяет получить экологически чистую молочную продукцию. Совершенствование облучающей системы позволяет эффективно и удобно проводить лечение и профилактику маститов в процессе ухода за животными. В связи с этим исследование электрофизических параметров вымени у коров является актуальной задачей для усовершенствования облучающего оборудования.

Библиографический список

1. Гришин, И.И. Исследование электрофизических свойств вымени коз и мониторинг полученных результатов измерения [Текст] / И. И. Гришин, Е. С. Семина // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4. – С. 61-63.
2. Гришин, И.И. Облучатели для УВЧ-лечения маститов у коров в сухостойный период [Текст] / И. И. Гришин, А. С. Морозов // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 2. – С. 81-85.
3. Гришин, И.И. Метод экспрессивного анализа содержания протеина в однокомпонентных и многокомпонентных воздушно-сухих смесях кормов [Текст] / И. И. Гришин, Э. В. Клейменов // Труды международной научно-технической конференции "Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2008– С. 74-77.
4. Гусев, А.Ю. Современное состояние отрасли молочного животноводства рязанской области: проблемы и пути решения [Текст] / А. Ю. Гусев, И. К. Родин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2010.– № 4. – С. 77-78.
5. Коровушкин, А.А. Устойчивость коров к маститу и лейкозу [Текст] / А. А. Коровушкин, С. А. Нефодова, А. Ф. Яковлев // Зоотехния. – 2004.– № 7. – С. 25-26.
6. Крючкова, Н. Н. Продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы разных классов по сумме нормированных отклонений основных промеров тела [Текст] / Н. Н. Крючкова, И. М. Стародубова// Инновации молодых ученых и специалистов – национальному проекту "Развитие АПК": материалы междунар. науч.-практич. конф. – 2006. – С. 354-356.
7. Морозова, Н.И. Молочная продуктивность и качество молока в зависимости от линейной принадлежности коров [Текст] / Н. И. Морозова, Ф. А. Мусаев // Молочная промышленность. – 2007.– № 7. – С. 24.
8. Труфанов, В. Г. Сравнительная оценка коров холмогорской породы по продуктивному долголетию [Текст] / В. Г. Труфанов, Г. М. Туников, В. А. Захаров // Зоотехния. – 2005.– № 12. – С. 2-3.
9. Фатьянов, С.О. Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов в условиях неопределенности [Текст] / С. О. Фатьянов //

Материалы науч.-практич.конф. "Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК" – Рязань, 2012. – С. 77-80.

УДК 636.085.087

*Гришков Е.Е., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Утолин В.В., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

ЛИНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КУКУРУЗНОГО КОРМА

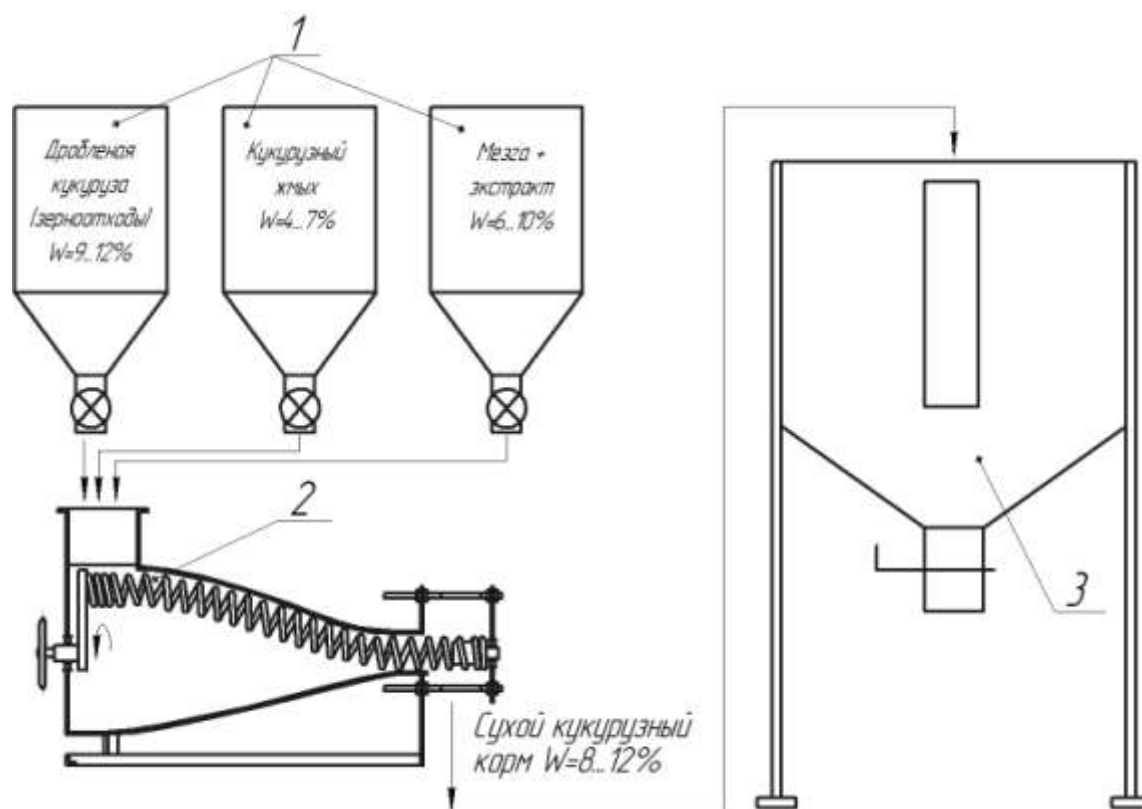
В связи с введением антироссийских санкций, на сельскохозяйственного товаропроизводителя возложена тяжелая ответственность сохранения производственной безопасности страны. Это вынуждает искать новые пути снижения себестоимости и увеличение объемов выпускаемой продукции.

Одним из способов решения данной задачи является использование в качестве кормов побочные продукты перерабатывающих производств. Основными побочными продуктами крахмалопаточного производства являются кукурузная мезга, экстракт, дробленое кукурузное зерно и жмых. Известно, что они обладают высокой питательной ценностью, содержат в большом количестве белок, клетчатку, жир, а также крахмал и органические кислоты.

Сотрудниками кафедры «Механизация животноводства» ФГБОУ ВПО РГАТУ был предложен способ приготовления сухого корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства с использованием разработанного спирального смесителя.

Схема технологической линии приготовления сухого кукурузного корма представлена на рисунке 1. Предложенный способ приготовления сухого корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства включает в себя последовательное выполнение следующих операций: загрузка компонентов в бункера 1, дозированная подача компонентов в смеситель 2, смешивание, выгрузка в накопительный бункер 3.

В бункеры-дозаторы 1 предварительно загружают компоненты: смесь мезги с экстрактом, дробленое кукурузное зерно, кукурузный жмых. Затем осуществляют одновременную подачу компонентов в загрузочную горловину смесителя 2, в котором происходит интенсивное их перемешивание и выгрузка полученной смеси в накопительный бункер 3.

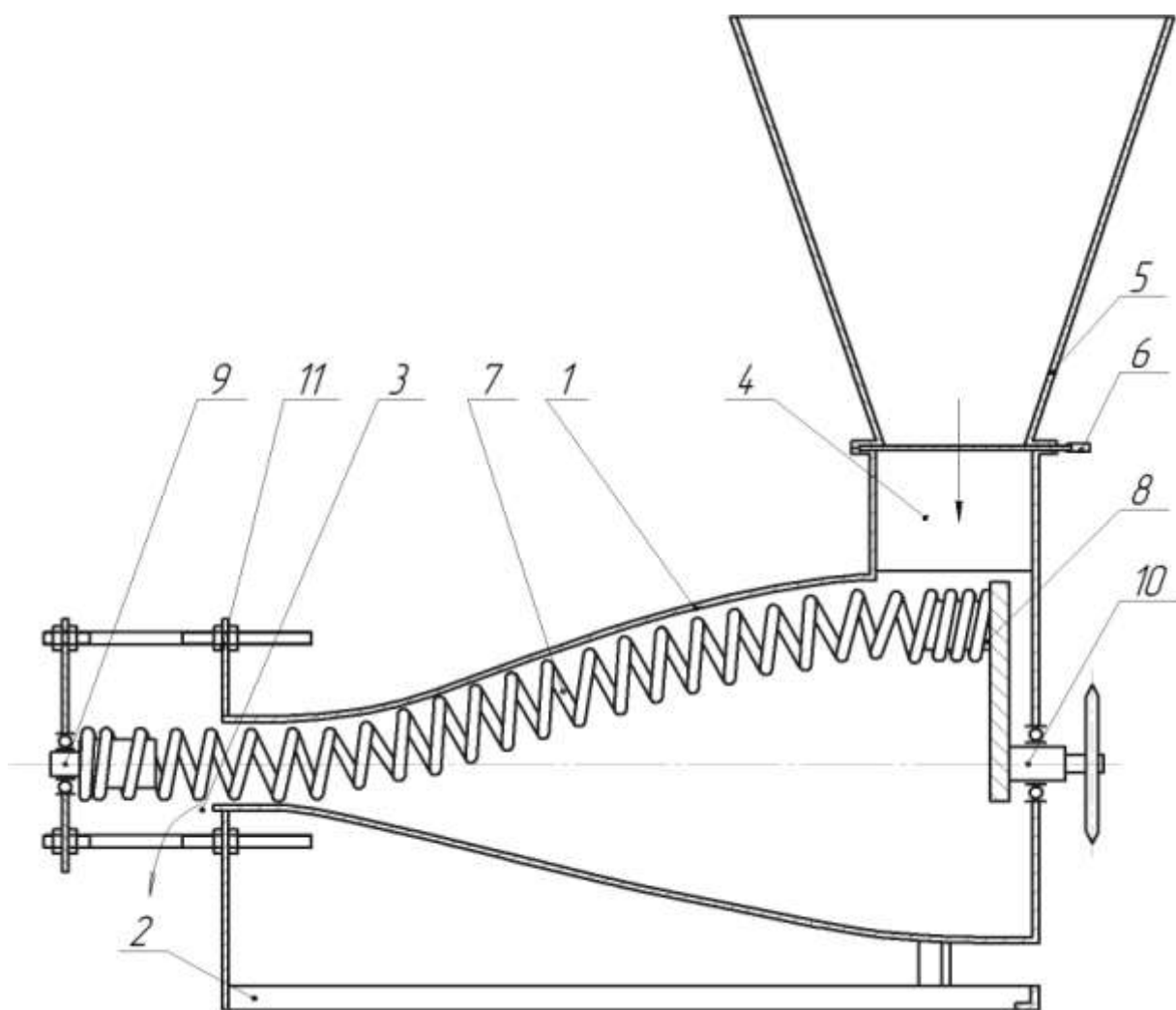


1 - бункеры-дозаторы, 2 – смеситель, 3 – накопительный бункер.

Рисунок 1 – Схема технологической линии приготовления рассыпного кукурузного корма

Смесь кукурузной мезги с экстрактом, дробленое кукурузное зерно и жмых имеют различные физико-механические свойства. Поэтому смешать эти компоненты с применением известных смесителей и получить высокую степень однородности корма, удовлетворяющую зоотехническим требованиям, предъявляемым к концентрированным кормам при низких энергозатратах, практически невозможно. Для решения проблемы смешивания побочных продуктов крахмалопаточного производства, была разработана конструкция комбикормового агрегата [1].

Спиральный смеситель, входящий в состав комбикормового агрегата, (рис. 2) имеет следующую конструкцию. [2, 3] Конический корпус 1 смонтирован на сварной раме 2, имеет выгрузное окно 3 и загрузочную горловину 4. На загрузочной горловине установлен бункер-накопитель 5 с заслонкой 6. В корпусе смесителя установлена цилиндрическая спираль 7, концы которой закреплены на эксцентрике 8 и ведомой цапфе 9. Привод спирали осуществляется с помощью мотора-редуктора (на схеме не показан). Эксцентрик 8 установлен на ведущей цапфе 10 и может смещаться в направлении, перпендикулярном оси ведущей цапфы, уменьшая или увеличивая эксцентриситет. Ведомая цапфа установлена в механизме изменения подачи 11, с помощью которого перемещается в направлении, параллельном оси смесителя.



1 – корпус, 2 – сварная рама, 3 – выгрузное отверстие, 4 – загрузочная горловина, 5 – бункер-накопитель, 6 – заслонка, 7 – спираль, 8 – эксцентрик, 9 – ведомая цапфа, 10 – ведущая цапфа, 11 – натяжное устройство.

Рисунок 2 – Схема спирального смесителя

Спиральный смеситель работает следующим образом. В бункер-накопитель 5 подают компоненты корма. Подача компонентов осуществляют через загрузочную горловину 4 в корпус смесителя 1. Мотор-редуктор передает крутящий момент на ведущую цапфу 10. Спираль 7 смесителя вращается вокруг своей оси, при этом её конец, закреплённый на эксцентрике 8, совершает циклические круговые движения, за счет которых происходит интенсивное перемешивание компонентов. Спираль, вращаясь вокруг своей оси, работает как транспортёр, перемещая компоненты корма к выгрузному окну 3, при этом происходит смещение слоев корма, что улучшает качество смешивания. Изменение производительности разработанного спирального смесителя осуществляется за счет перемещения в горизонтальной плоскости ведомой цапфы 9 с помощью механизма изменения подачи 11. При этом изменяется шаг витков спирали. При увеличении шага витков спирали возрастает производительность спирального смесителя.

Предлагаемый способ с применением разработанного смесителя позволяет повысить эффективность использования побочных продуктов крахмалопаточного производства путем приготовления сухого кукурузного корма, соответствующего зоотехническим требованиям.

Библиографический список

1. Пат. 2492776 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Комбикормовый агрегат [Текст] / Ульянов В.М., Утолин В.В., Гришков Е.Е.; заявитель и патентообладатель Утолин В.В. - № 2012114947/13; заявл. 16.04.2012; опубл. 20.09.2013, Бюл. № 26, - 7 с.: ил.
2. Утолин, В.В. Смеситель. [Текст] / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, А.Е. Гришков, А.Н. Топильский // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / IX Международная научно-практическая конференция (5-6 февраля 2014 г.). Барнаул: РИО АГАУ, 2014. Кн. 3. – С. 55-56.
3. Утолин, В.В. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров спирального смесителя [Текст] / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, А.М. Лавров // Вестник РГАТУ. – Рязань, 2015, № 1. – С. 70 – 76.

УДК 621.899

*Евдокимов А.А.,
Соколов С.А., к.т.н., доцент,
Чарыков В.И, д.т.н., профессор,
ФГОУ ВПО «Курганская сельскохозяйственная
академия им. Т.С.Мальцева»
(г.Курган, РФ)*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОТРАБОТАВШИХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Возрастающие требования к точности изготовления и ремонта деталей выдвигают на первый план проблему рационального применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), которые являются одним из главных факторов увеличения производительности и обеспечения высокого качества продукции [1, с. 254].

Незначительная часть применяемых СОЖ (10-20%), в процессе эксплуатации безвозвратно теряется на испарение, унос, проливы и утечки. Основная же их часть (80-90%) в условиях эксплуатации претерпевает сложные физико-химические (термические, окислительные и т.д.) изменения состава и свойств: от простого загрязнения внешними примесями и внутренними продуктами износа до глубоких химических превращений, приводящих, в конечном итоге, к ухудшению эксплуатационных свойств.

Загрязненная СОЖ приводит к резкому снижению производительности труда и эксплуатационных свойств деталей станков, к неисправимому браку

изделий из – за возникновения трещин, царапин, сколов и даже разрушения металла.

Существующие способы и методы очистки СОЖ весьма энергоемки, требуют сложных и дорогостоящих установок, кроме того имеют низкую производительность и не позволяют получить высокую степень очистки от металломагнитных частиц.

Наиболее перспективным способом очистки СОЖ является сепарирование, недостатками которого – низкое качество от малых металломагнитных частиц из-за конструктивного исполнения концентраторов магнитного поля не позволяющих очищать СОЖ в пределах всего рабочего канала.

На основании существующих проблем очистки СОЖ и с целью повышения качества сепарации, в лаборатории кафедры «Электрификации и автоматизации сельского хозяйства» Курганской ГСХА была разработана и изготовлена экспериментальная установка электромагнитного сепаратора УМС – 4М (рис. 1) [2, 3]. Отличительной особенностью данной установки является то, что для извлечения металломагнитных частиц используются концентраторы магнитного поля, имеющие различные параметры. Зона сепарации расположена в замкнутом контуре, работающем на постоянном токе.

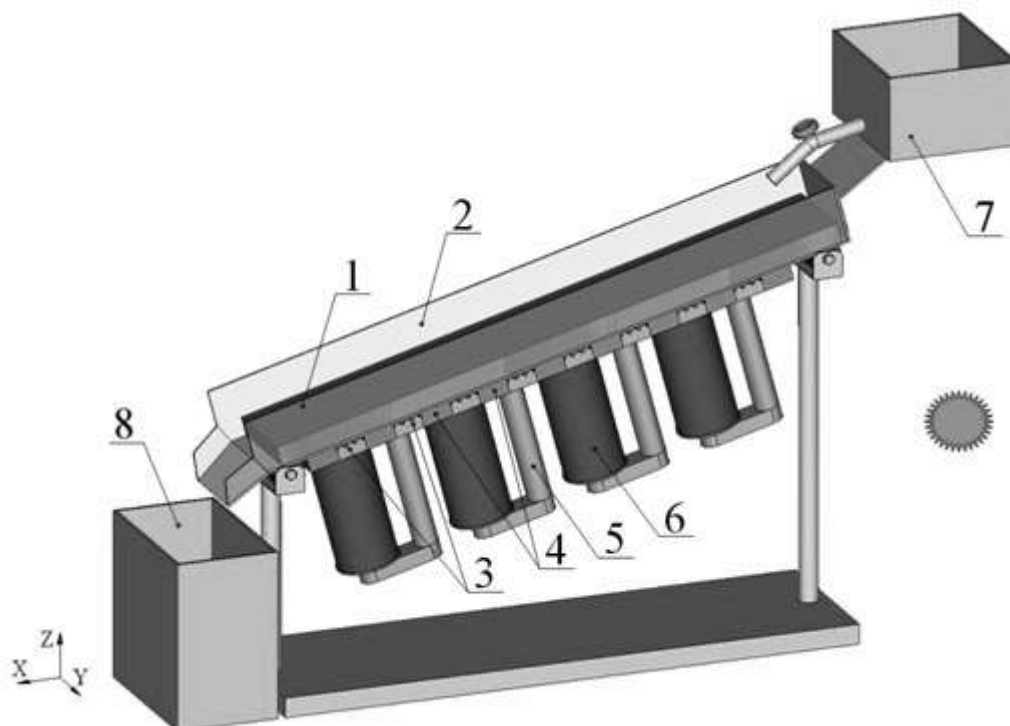


Рисунок 1 – Электромагнитный сепаратор УМС – 4М: 1 – концентратор магнитного поля; 2 – желоб (лоток); 3 – полюсные наконечники; 4 – немагнитные вставки; 5 – сердечники; 6 – катушки намагничивания; 7 – загрузочное устройство; 8 – приемник

Элемент сепаратора представляет собой П-образный электромагнит с одной обмоткой. Направление тока во всех катушках сепаратора одинаковое. Для расчета магнитного поля методом конечных элементов предполагается использовать двухмерную модель с планарной симметрией (протяженность как

сердечников, так и обмоток в направлении, перпендикулярном плоскости чертежа, предполагается бесконечной, реально можно принять глубину примерно 100 мм).

Эскиз магнитной системы сепаратора для расчета магнитного поля представлен на (рис. 2).

Линии, вдоль которых будет производиться расчет магнитной индукции показаны на рис. 2 (горизонтальное направление, линия X – X' расположена в плоскости зубцов, расстояние между линиями 5 мм) и (вертикальное направление, линии Y – Y' и Y3 – Y3' начинаются от центральных зубцов сердечников с катушкой и без катушки, соответственно, линии Y1 – Y1' и Y2 – Y2' расположены по центру промежутков между сердечниками).

Расчет выполнен методом конечных элементов при плотности тока в обмотках катушек 1.4 А/мм^2 .

Для проведения расчетов воспользуемся программой-калькулятором Rectangular Coil [4]. Примерное время расчета менее 1 секунды. Порядок точности расчета на уровне 5 %.

Расчеты производятся в системе СИ в декартовой прямоугольной системе координат. Ввод данных осуществляется с клавиатуры, результаты расчета выводятся на экран монитора (рис. 3).

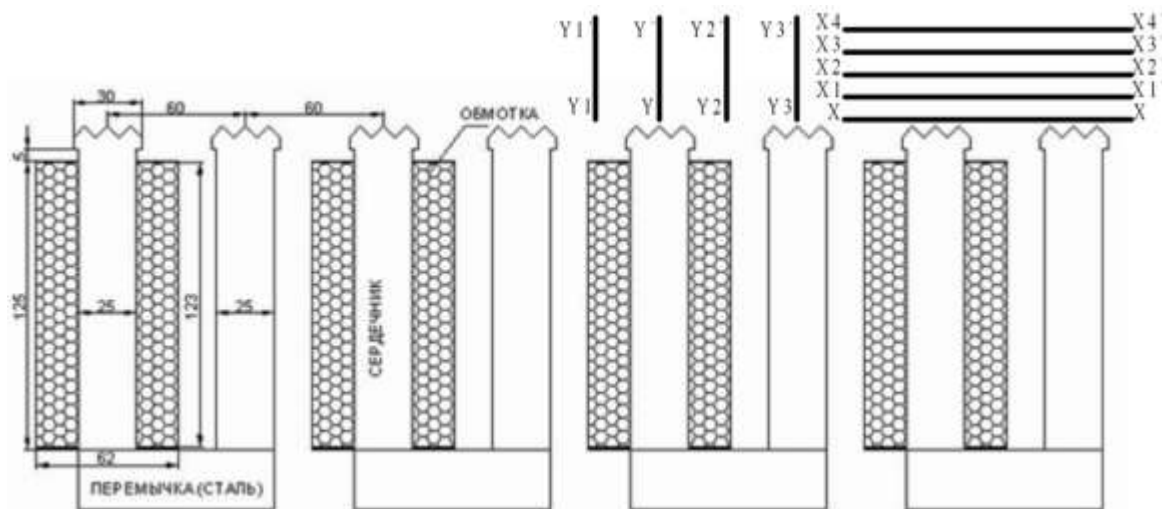


Рисунок 2 – Магнитная система сепаратора, линии расчета магнитной индукции в вертикальном и горизонтальном направлении

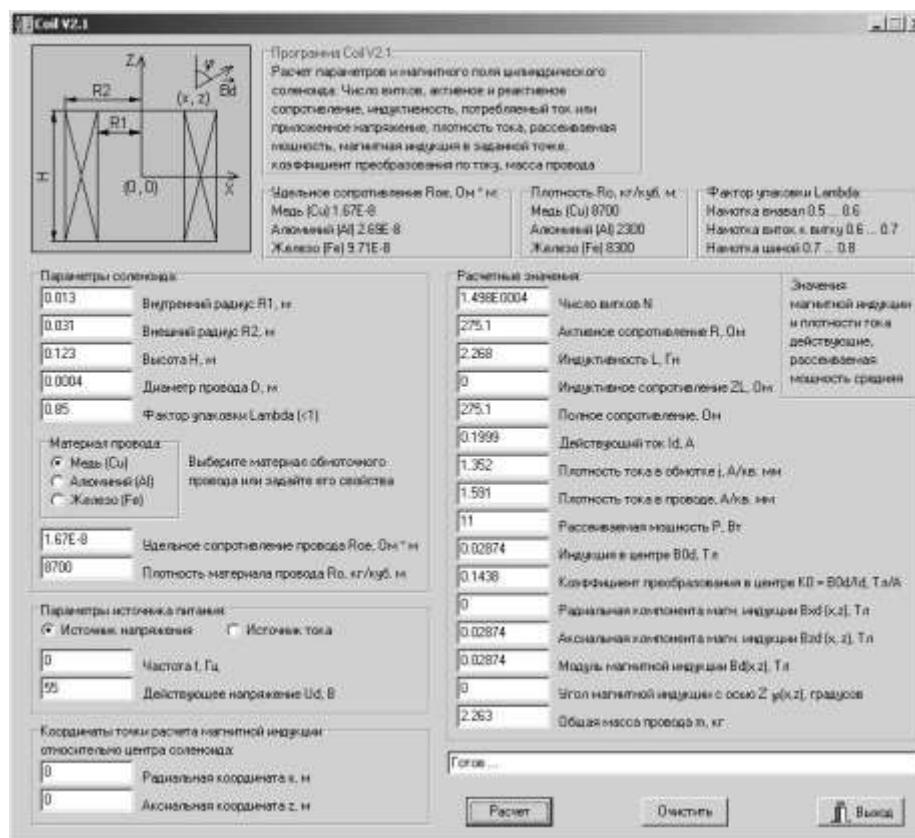


Рисунок 3 – Интерактивное окно Rectangular Coil V1.0 с результатами расчета катушки лабораторной установки

Результаты расчета магнитной системы электромагнитного сепаратора показывают, что максимальное значение магнитной индукции возникает над полюсными наконечниками, но при этом индукция магнитного поля над полюсным наконечником с катушкой и над полюсным наконечником без катушки примерно одинаковая.

Индукция в рабочей зоне выбирается таким образом, чтобы на концентраторах она не превышала 250 – 300 мТл.

Библиографический список

1. Евдокимов, А.А. Очистка смазочно-охлаждающих жидкостей на машинно-технологических станциях электромагнитным сепаратором [Текст] / А.А. Евдокимов, В.И. Чарыков // Сб.: Достижение науки – агропромышленному производству: Материалы ЛП междунар. науч.-техн. конф. – Челябинск: Изд-во ЧГАА, 2013. – С. 253-256.
2. Пат. РФ № 2516608. Электромагнитный сепаратор / В.С. Зуев, В.И. Чарыков, А.А. Евдокимов, А.А. Митюнин, И.И. Копытин. – Оpubл. 20.05.2014; Бюл. №14.
3. Пат. РФ № 132740. Установка электромагнитной сепарации / В.С. Зуев, В.И. Чарыков, А.А. Евдокимов, А.А. Митюнин, И.И. Копытин - Оpubл. 27.09.2013; Бюл. №27.

4. Coil: Программа для расчета параметров и магнитного поля цилиндрического соленоида [Электронный ресурс]. URL : http://imlab.narod.ru/M_Fields/Coil10/Coil10.htm

УДК 621.436.001

*Ильин О.А., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(Рязань, РФ)*

ТРЕХТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

С течением времени, все более часто мы сталкиваемся с применением возобновляемых источников энергии для двигателей внутреннего сгорания, в частности, с применением различных растительных масел, заменяющих привычное дизельное топливо, полученное как продукт перегонки нефти. Если каких-то 5 лет назад дизель, работающий на маслах растительного происхождения вызывал удивление, то сейчас, понятие «биодизель» на слуху практически каждого автомобилиста, комбайнера или тракториста, не говоря уже о работниках топливно-энергетической сферы и управляющего звена предприятий, имеющих в распоряжении дизельную технику. Люд и поняли, что применяя растительные источники энергии, мы делаем мир чище и свободнее от загрязнений, а также можем получать личную материальную выгоду. В связи с постоянно растущим интересом к применению экологически-чистых топлив, увеличивается число разработок, позволяющих адаптировать существующие дизельные машины к работе на биологических видах топлива. В ходе разработки таких систем, решается ряд конкретных задач, с которыми неизбежно приходится сталкиваться при эксплуатации биодизельной техники. В качестве примера последних российских разработок можно привести несколько последних работ произведенных в ФГБОУ ВПО «Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии» - «Двухтопливная система питания тракторного дизеля»[1], и работы принадлежащие ФГБОУ ВПО «Пензенской государственной сельскохозяйственной академии»: «Двухтопливная система питания дизеля»[2], «Двухтопливная система питания автотракторного дизеля»[3], «Система питания тракторного дизеля с ручным управлением подачей смесового топлива»[4].

В данной статье будет описана система питания дизельного двигателя, разработанная в ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А.Костычева» в 2015 году. Данная система позволяет производить надежную бесперебойную работу двигателя с применением трех различных по составу топлив – чистого дизельного топлива, чистого рапсового масла и смеси дизельного топлива и рапсового масла в различных пропорциях.

Данная трехтопливная система питания тракторного дизеля (Рисунок 1) содержит бак минерального топлива 1, бак растительного топлива 2, линии забора минерального и растительного топлива 3, 5, топливные фильтры 4, 6, 12, топливоподкачивающий насос 11, топливный насос высокого давления 13 и

форсунки 14, при этом в линиях забора минерального и растительного топлива установлены электромагнитные клапаны 8, 9, 10, связанные с электронным блоком управления 7, снабжённым датчиком температурного режима охлаждающей жидкости 15 и датчиком температуры выхлопных газов дизельного двигателя 16.

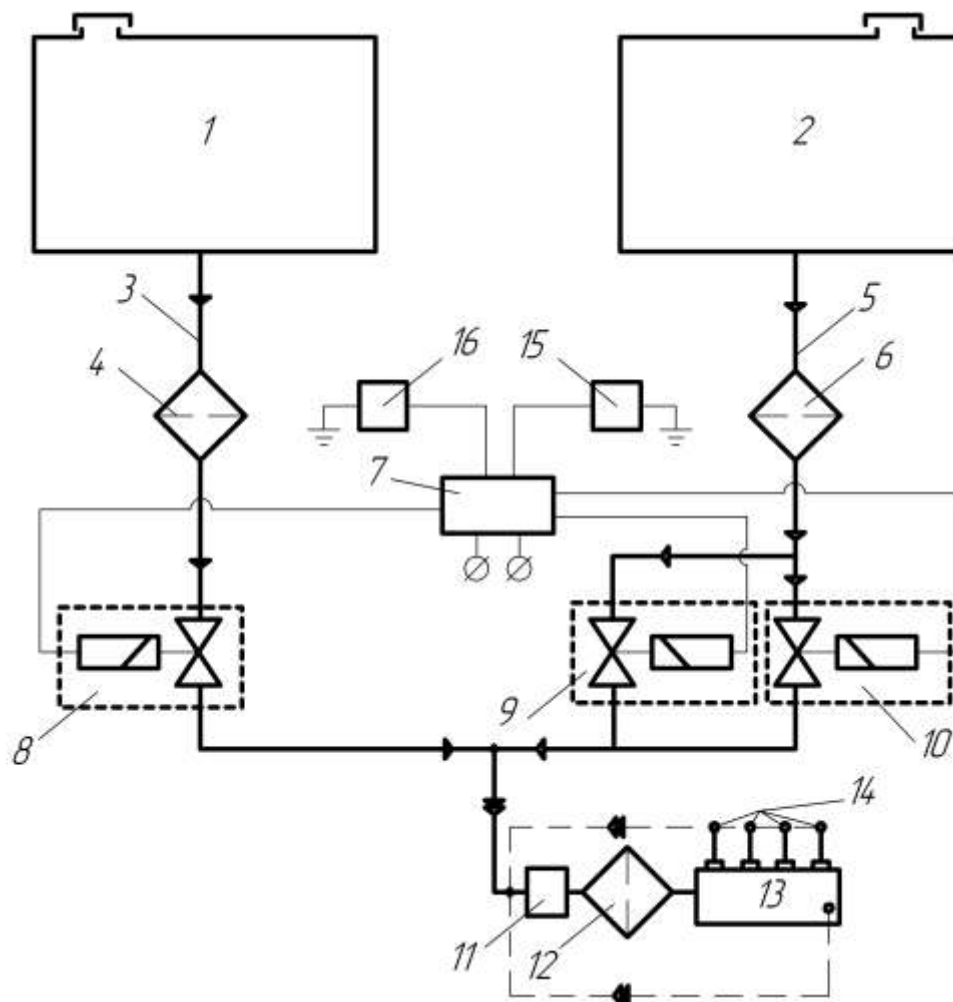


Рисунок 1 – Трехтопливная система питания тракторного дизеля

Работает трёхтопливная система питания тракторного дизеля следующим образом.

Пуск холодного дизеля, при температуре окружающей среды ниже 30°C на чистом рапсовом масле осложнен, поэтому, его пуск и прогрев осуществляются на минеральном топливе. При этом электромагнитный клапан 8 открыт, а электромагнитные клапана 9 и 10 закрыты. Минеральное топливо из бака 1, пройдя фильтр грубой очистки 4 и электромагнитный клапан 8, подается топливоподкачивающим насосом 11 через фильтр тонкой очистки 12 в топливный насос высокого давления 13 и через форсунки 14 впрыскивается в цилиндры дизеля.

После прогрева дизеля на минеральном топливе до температуры охлаждающей жидкости, равной $40-50^{\circ}\text{C}$, по информационным сигналам

датчика температурного режима охлаждающей жидкости 15 электронный блок управления 7 подаёт разрешающий сигнал на открытие электромагнитных клапанов 9 и 10. После этого электромагнитные клапана 8, 9 и 10 открываются или закрываются в зависимости от информационного сигнала датчика температуры выхлопных газов дизельного двигателя 16 в следующей последовательности:

- при температуре выхлопных газов 80-150°C (хол. ход работы двигателя, 600-800 об./мин.) открыты электромагнитные клапана 8 и 9, а электромагнитный клапан 10 закрыт. В результате этого поступает минеральное топливо из бака 1 по линии забора минерального топлива 3 через электромагнитный клапан 8, а также поступает и растительное топливо по линии забора растительного топлива 5 через электромагнитный клапан 9. Получаемое дизельное смесевое топливо в пропорции 15% растительного топлива и 85% минерального топлива подается топливоподкачивающим насосом 11, через фильтр тонкой очистки 12, в топливный насос высокого давления 13 и через форсунки 14 впрыскивается в цилиндры дизеля;

- при температуре выхлопных газов 150-250°C (пониженный режим работы двигателя, 800-1500 об./мин.) открыты электромагнитные клапана 8 и 10, а электромагнитный клапан 9 закрыт. При этом поступает минеральное топливо из бака 1 по линии забора минерального топлива 3 через электромагнитный клапан 8, а также поступает растительное топливо по линии забора растительного топлива 5 через электромагнитный клапан 10. Получаемое дизельное смесевое топливо в пропорции 35% растительного топлива и 65% минерального топлива подается в камеру сгорания аналогично вышеописанному топливу;

- при температуре выхлопных газов 250-350°C (средний режим работы двигателя, 1500-2200 об./мин.) открыты все электромагнитные клапана 8, 9 и 10. При этом поступает минеральное топливо из бака 1 по линии забора минерального топлива 3 через электромагнитный клапан 8, а также поступает растительное топливо по линии забора растительного топлива 5 через электромагнитные клапана 9 и 10. Получаемое дизельное смесевое топливо в пропорции 50% растительного топлива и 50% минерального топлива подается в камеру сгорания аналогично вышеописанному топливу;

- при температуре выхлопных газов 350-450°C (повышенный режим работы двигателя, 2200-3000 об./мин.) открыты электромагнитные клапана 9 и 10, а электромагнитный клапан 8 закрыт. При этом растительное топливо из бака 2, пройдя через фильтр грубой очистки 6 и электромагнитные клапана 9 и 10, подается в камеру сгорания аналогично минеральному топливу. Двигатель работает на 100% растительном топливе.

Различный процентный состав смесевое дизельного топлива (соотношение растительного и минерального топлива соответственно 15% : 85%; 35% : 65%; 50% : 50%) получается за счёт подбора разных проходных сечений в электромагнитных клапанах 9 и 10.

Описанная выше последовательность работы электромагнитных клапанов в линиях забора минерального и растительного топлива в зависимости от

температурного режима охлаждающей жидкости и температуры выхлопных газов дизельного двигателя даёт следующие результаты:

- надёжный пуск холодного двигателя на минеральном топливе;
- подача минимального количества растительного топлива (растительного масла) на холостом ходу и пониженных режимах работы двигателя;
- постепенное увеличение содержания растительного масла в дизельном смесевом топливе по мере нагрева цилиндропоршневой группы с увеличением нагрузки на двигатель;
- максимальная подача чисто растительного масла на номинальном режиме работы дизельного двигателя.

В результате этого дизельное смесевое топливо будет иметь наиболее лучшее распыление и сгорание в связи с уменьшенной вязкостью, что предотвращает стекание его части в поддон двигателя и уменьшает закоксовывание и нагарообразование на форсунках, поршнях и цилиндрах двигателя.

Библиографический список

1. Пат. 2484290 С1 Российская Федерация, МПК F 02 М 43 / 00. Двухопливная система тракторного дизеля [текст]/ Уханов А.П., Уханов Д.А., Сидоров Е.А. ., Сидорова Л.И.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. (RU). № 2012115021/06; заявл. 16.04.2012 ; опубл.10.06.2013., 4 с. : ил.

2. Пат. 2484291 С1 Российская Федерация, МПК F 02 М 43 / 00. Двухопливная система питания дизеля [текст]/ Уханов А.П., Уханов Д.А., Година Е.Д., Хохлова Е.А.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. (RU). № 2012117807/06; заявл. 27.04.2012 ; опубл.10.06.2013., 4 с. : ил.

3. Пат. 2536747 С1 Российская Федерация, МПК F 02 М 37 / 10, F 02 D 19 / 08, F 02 М 43 / 00. Двухопливная система питания автотракторного дизеля [текст]/ Уханов А.П., Уханов Д.А., Адгамов И.Ф.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. (RU). № 2013114311/06; заявл. 29.03.2013 ; опубл.27.12.2014., 4 с. : ил.

4. Пат. 2548334 С1 Российская Федерация, МПК F 02 D 19 / 06, F 02 М 43 / 00. Система питания тракторного дизеля с ручным управлением подачей смесового топлива [текст]/ Уханов А.П., Уханов Д.А., Адгамов И.Ф.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. (RU). № 2014112925/06; заявл. 02.04.2014; опубл.20.04.2015., 4 с. : ил.

Карпенко Г.В., к.т.н.,
 Курдюмов В.И., д.т.н., профессор,
 Павлушин А.А., к.т.н.,
 ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»
 (г. Ульяновск, РФ)

К ВОПРОСУ О БАЛАНСЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ В УСТАНОВКАХ КОНТАКТНОГО ТИПА

Мощность, которая необходима для обеспечения процесса тепловой обработки зерна в установке контактного типа [2...5], требуется на:

- вращение вала шнека, перемещающего зерно от загрузочного бункера к выгрузному окну;
- нагрев цилиндрического кожуха устройства;
- привод вентилятора, установленного в воздуховоде устройства;
- нагрев воздуха, подаваемого вентилятором.

Таким образом, мощность, Вт, требуемая на процесс тепловой обработки зерна,

$$N = N_{вр} + N_{нэ} + N_{в} + N_{эк},$$

где $N_{вр}$ - мощность, снимаемая с вала двигателя, необходимая для вращения шнека, Вт; $N_{нэ}$ - мощность, необходимая для нагрева цилиндрического кожуха устройства, Вт; $N_{в}$ - мощность, потребляемая вентилятором, установленным в воздуховоде устройства, Вт; $N_{эк}$ - мощность, потребляемая нагревательным элементом, установленным в воздуховоде, Вт.

Мощность, снимаемая с вала двигателя, необходимая для вращения шнека, требуется на:

- преодоление сил инерции, возникающих при изменении скорости движения зерна (в момент загрузки);
- преодоление трения зерна о внутреннюю поверхность кожуха;
- перемещение зерна вдоль оси винта и преодоление трения зерна о винтовую поверхность шнека.

Мощность, Вт, требуемая на преодоление сил инерции в момент загрузки зерна в устройство

$$N_1 = 0,278Qv_a^2,$$

где Q - пропускная способность устройства, т/ч; v_a - абсолютная скорость перемещения зерна, м/с.

Мощность на преодоление трения зерна о внутреннюю поверхность кожуха, Вт,

$$N_2 = F_k v_a,$$

где F_k - сила трения зерна о поверхность кожуха, Н;

$$F_k = f_2 P_c + G \cos \beta \cos \varphi,$$

где f_2 - коэффициент трения зерна о стенку кожуха; P_c - центробежная сила, Н; G - вес зерна, находящегося в устройстве, Н; φ - угол отклонения

частицы относительно вертикали при вращении шнека с постоянной угловой скоростью ω_0 , с^{-1} .

Центробежную силу и вес зерна, Н , находящегося в устройстве, соответственно определим из уравнений

$$P_c = \frac{G\omega^2 D_0}{2g}; \quad G = \frac{QLg}{3,6v_{1cp}},$$

где ω - угловая скорость абсолютного движения зерна в устройстве, с^{-1} ; D_0 - диаметр окружности, проходящей через центр давления зерна на поверхность витка шнека, м (условно принимаем $D_0 \approx D_{ш}$, так как в устройстве тепловой обработке подвергается единичный слой зерна); L - рабочая длина шнека, м ; v_{1cp} - средняя осевая скорость движения зерна в устройстве, м/с .

Средняя осевая скорость зерна в устройстве, м/с ,

$$v_{1cp} = \frac{Q}{900\pi(D_{ш}^2 - d_{\varepsilon}^2)\psi\gamma_0 c_0},$$

где Q - пропускная способность устройства, кг/ч ; $D_{ш}$ - диаметр шнека, м ; d_{ε} - диаметр вала шнека, м ; ψ - коэффициент заполнения межвиткового пространства; γ - насыпная плотность обрабатываемого зерна, кг/м^3 ; c_0 - коэффициент осыпания зерна через зазоры между кромкой шнека и внутренней поверхностью кожуха.

Мощность, требуемая на перемещение зерна вдоль оси винта и преодоление трения зерна о винтовую поверхность шнека, Вт ,

$$N_3 = \frac{P'_0 D_0 \sin \alpha_0 - \omega}{2} + \frac{P''_0 D_{ш} \sin \alpha_0 - \omega}{2}, \quad (1)$$

где P'_0 - движущая сила, касательная к окружности, проходящей через центр давления зерна на винтовую поверхность, Н ; P''_0 - окружная сила на наружной кромке винта, Н .

При $D_0 \approx D_{ш}$ уравнение (1) принимает вид

$$N_3 = \frac{D_{ш} \sin \alpha_0 - \omega}{2} (P'_0 + P''_0).$$

Силы P_0 определяют, исходя из теории движения тела по наклонной плоскости, Н ,

$$P'_0 = G \sin \beta \tan \alpha_0 + \rho_1; \quad P''_0 = F_k \sin \theta \tan \alpha + \rho_1,$$

где $\alpha_0 = \arctg \sin \beta / \pi D_0$ - угол подъема винтовой линии, проходящей через центр давления зерна на винтовую поверхность шнека, град (при $D_0 \approx D_{ш}$, $\alpha_0 = \alpha$); θ - угол подъема винтовой линии, по которой движется зерно в устройстве, град; ρ_1 - угол трения частицы о поверхность витка шнека, град.

При определении мощности двигателя необходимо учесть:

- трение в подшипниках вала;
- трение в передаточном механизме;
- возможность пуска устройства под нагрузкой после вынужденной остановки двигателя [1].

Мощность на валу шнека, Вт ,

$$N_0 = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_n},$$

где η_n - КПД подшипников качения вала шнека.

Мощность, снимаемая с вала двигателя, Вт

$$N_{ep} = k_1 \frac{N_0}{\eta_m}, \quad (2)$$

где k_1 - коэффициент запаса мощности; η_m - КПД трансмиссии.

Мощность, требуемая на нагрев кожуха устройства, определяется мощностью, потребляемой нагревательным элементом.

$$N_{нэ} = \sum \frac{U_\phi^2 \pi d_{нэ}^2}{4 \rho_T l_{нэ}}, \quad (3)$$

где U_ϕ – фазное напряжение, В; $d_{нэ}$ – диаметр нагревательного элемента, м; ρ_T – удельное электрическое сопротивление материала нагревательного элемента, Ом·м; $l_{нэ}$ – длина нагревательного элемента, м.

Вентилятор, перемещающий определённое количество воздуха L , развивает полное давление H , потребляя при этом мощность N .

Полное давление вентилятора – это энергия, которую передаёт колесо перемещаемому воздуху.

Не вся энергия, расходуемая на вращение рабочего колеса вентилятора, передаётся перемещаемому воздуху. Часть энергии теряется на преодоление внутренних потерь в вентиляторе, а также на потери в приводе вентилятора.

Напор, Па, создаваемый вентилятором,

$$H = H_{дин} + H_n,$$

где $H_{дин}$ – динамический напор, определяемый кинетической энергией подаваемого воздуха, Па; H_n – различные виды потерь напора, Па.

Динамический напор, Па,

$$H_{дин} = \frac{F_\epsilon}{S_\kappa},$$

где F_ϵ – сила действия воздуха воздействует на зерно, Н; S_κ – площадь кольцевого зазора между валом шнека и внутренней стенкой кожуха устройства, м².

Сила, с которой воздух воздействует на зерно, Н,

$$F_\epsilon = \frac{1}{2} L_\epsilon \rho v,$$

где L_ϵ – подача вентилятора, м³/с; ρ – плотность воздуха, кг/м³; v – скорость подачи воздуха, м/с.

Площадь кольцевого зазора между валом шнека и внутренней стенкой кожуха устройства, м²,

$$S_\kappa = \frac{\pi(D^2 - d_\epsilon^2)}{4},$$

где D – внутренний диаметр кожуха устройства, м; d_ϵ – диаметр вала перфорированного шнека, м.

Таким образом, динамический напор вентилятора

$$H_{дин} = \frac{2L_6 \rho v}{\pi(D^2 - d_6^2)}.$$

Потери давления, Па,

$$H_n = H_k + \sum H_{тр} + \sum H_{мс},$$

где H_k – потери давления в калорифере, Па; $\sum H_{тр}$ – суммарные потери напора на трение, Па; $\sum H_{мс}$ – суммарные потери напора на местные сопротивления, Па.

Потери давления в калорифере определяют по справочным данным или по паспортным данным, при использовании стандартного электронагревателя.

Суммарные потери напора на трение

$$\sum H_{тр} = \xi H_{дин},$$

где ξ – коэффициент пропорциональности, выражающий отношение действующих в подаваемом воздухе сил сопротивления к силам инерции; $H_{дин}$ – динамический напор, определяемый кинетической энергией подаваемого воздуха, Па.

Условно принимая движение воздуха в устройстве ламинарным, определим коэффициент пропорциональности

$$\xi = \frac{64 l_k}{Re D},$$

где Re – число Рейнольдса; l_k – длина кожуха устройства, м; D – внутренний диаметр кожуха устройства, м.

Суммарные потери напора, Па, на местные сопротивления

$$\sum H_{мс} = \xi_m H_{дин},$$

где ξ_m – приведённый коэффициент местных сопротивлений, $H_{дин}$ – динамический напор, определяемый кинетической энергией подаваемого воздуха, Па [6].

Мощность, потребляемая вентилятором, установленным в воздуховоде устройства, Вт,

$$N_6 = \frac{L_6 H}{\eta_e \eta_m \eta_n} = \frac{L_6 \left[\frac{2L_6 \rho v}{\pi(D^2 - d_6^2)} \left(1 + \frac{64 l_k}{Re D} + \xi_m \right) + H_k \right]}{\eta_e \eta_m \eta_n}, \quad (4)$$

где L_6 – подача вентилятора, м³/с; H – напор, создаваемый вентилятором, Па; ρ – плотность воздуха, кг/м³; v – скорость подачи воздуха, м/с; l_k – длина кожуха устройства, м; η_e – гидравлический (аэродинамический) КПД вентилятора; η_m – механический КПД вентилятора; η_n – КПД привода вентилятора.

Мощность, потребляемая нагревательным элементом, установленным в воздуховоде, Вт, определяют по формуле (2.16).

Таким образом, определим суммарную мощность, требуемую на процесс тепловой обработки зерна в разработанном устройстве, Вт,

$$N = k_1 \frac{N_0}{\eta_m} + \sum \frac{U_{\phi}^2 \pi d_{из}^2}{4 \rho_T l_{из}} +$$

$$+ \frac{L_6 \left[\frac{2 L_6 \rho v}{\pi (D^2 - d_6^2)} \left(1 + \frac{64 l_k}{Re D} + \xi_m \right) + H_k \right]}{\eta_c \eta_m \eta_n} + k_3 \frac{c_6 \rho L_6 (t_{вх} - t_{ex})}{\eta} \quad (5)$$

Из уравнения (5) следует, что при заданной пропускной способности все затраты мощности постоянны, кроме мощности, затрачиваемой на нагрев кожуха. Поэтому изменяя напряжение и, соответственно, силу тока и определяя оптимальные их значения, мы можем добиться снижения энергетических затрат на тепловую обработку зерна при обеспечении требуемого качества.

При определении мощности, необходимой для осуществления процесса тепловой обработки зерна в устройстве, нужно учитывать все элементы устройства, потребляющие электроэнергию. При этом следует принимать во внимание конструктивные и режимные параметры, оказывающие прямое воздействие на изменение мощности, потребляемой устройством.

Библиографический список

1. Курдюмов, В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа [Текст] / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина. Ульяновск, 2013. – 290 с.
2. Патент РФ № 2465527. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 27.10.2012; Бюл. № 30.
3. Патент РФ № 2436630. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 31. 05.2010; Бюл. № 35.
4. Патент РФ № 2411432. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 07.10.2009; Бюл. № 4.
5. Курдюмов, В.И. Энергозатраты на процесс сушки зерна [Текст] / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Вестник ВИЭСХ. – 2012. – Т. 2. – № 7. – С. 52-54.
6. Курдюмов, В.И. Повышение эффективности послеуборочной обработки зерна [Текст] / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 6. – С. 56-58.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРИВОДОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Для привода технологического оборудования в промышленности и сельском хозяйстве широко применяются асинхронные короткозамкнутые электродвигатели, непревзойденные по своей простоте, надежности и экономичности.

Однако, их существенным недостатком до недавнего времени была сложность регулирования частоты вращения, которая требуется для многих современных электроприводов [1,2,3].

В последние годы для устранения этого недостатка стали использовать питание асинхронных электродвигателей через автономные преобразователи частоты.

Эти аппараты, управляемые встроенными макропроцессорами и внешними датчикам обратных связей, установленными на оборудовании, способны преобразовывать сетевое напряжение постоянной частоты 50 Герц в напряжение, регулируемое по частоте и подаваемое на управляемый двигатель.

Преобразователи частоты, в сочетании с асинхронными двигателями, позволяют создавать электроприводы с широким диапазоном плавно регулируемых оборотов и величин вращающих моментов, отвечающих требованиям многих современных механизмов.

Для управления частотными преобразователями разработано большое количество программ, позволяющих выбирать закон изменения оборотов от нагрузки и оптимальную динамику протекания переходных процессов в режимах разгонов, торможений и изменений оборотов, исключающих броски токов, ударные нагрузки и повышенный износ деталей.

Во многих приводах отпала необходимость установки редукторов между электродвигателем и рабочим механизмом.

Особенно большие преимущества частотно-регулируемого электропривода отмечаются при использовании его для автоматизации насосных и вентиляционных установок, у которых он позволяет экономить при эксплуатации до 25 % энергии за счет создания оптимальных сочетаний напора, расхода и потребляемой мощности путем изменения оборотов.

Большие эксплуатационные преимущества электроприводов с частотными преобразователями делают их перспективными и для многих других механизмов, используемых в сельском хозяйстве. Таких, например, как стенды для обкатки тепловых двигателей после ремонта, стендов для испытания топливной аппаратуры, смесители, дозаторы и т.д.

Перечисленные достоинства частотно- регулируемого электропривода и перспективы широкого применения делают актуальной задачу его изучения студентами в курсе эксплуатации электрооборудования.

К сожалению, до настоящего времени в России не налажено массовое производство недорогих учебных стендов, предназначенных для изучения студентами устройства, программирования и эксплуатации электроприводов с частотными преобразователями.

Поэтому на кафедре электроснабжения РГАТУ был разработан и изготовлен такой стенд, успешно прошедший проверку в учебном процессе.

При разработке конструкции стенда были поставлены следующие задачи: использовать при его изготовлении недефицитные комплектующие, сделать его пригодным для изучения широкого круга вопросов, связанных с наладкой и эксплуатацией частотно- регулируемых электроприводов.

Одним из таких вопросов является изменение характеристик самого частотного преобразователя при регулировании его выходной частоты тока. Такими показателями являются: $P_{\text{макс}}$, U , КПД, $\cos\varphi$.

Вторым важным вопросом является изучение влияния частоты питающего тока на эксплуатационные характеристики асинхронного двигателя: его мощность, КПД, $\cos\varphi$.

Установка смонтирована на типовом лабораторном столе, изготовленном из дерева и многослойной фанеры.

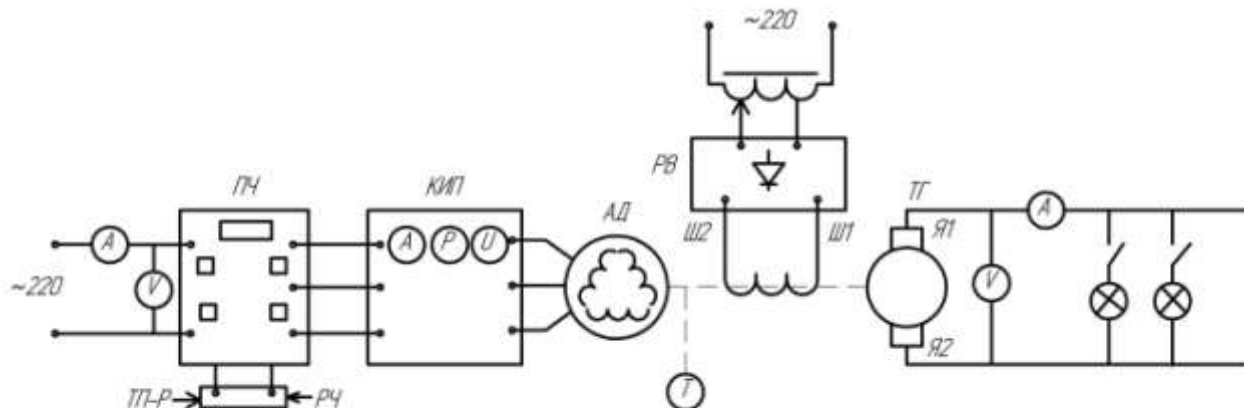


Рисунок 1 –Схема для испытания частотного преобразователя с двигателем – тормозной установкой

Обозначения: ПЧ – частотный преобразователь; ТПР- тумблер пуска и реверса; РЧ-регулятор частоты; КИП- комплект измерительных приборов(А, Р, V); АД- асинхронный электродвигатель; РВ- регуляторный выпрямитель возбуждения тормозного генератора; ТГ- тормозной генератор; Т- тахометр оборотов.



Рисунок 2 – Внешний вид стенда для испытания частотного преобразователя с двигатель – тормозной установкой

Она состоит из следующих узлов:

- частотного преобразователя Altivar 31, мощностью 1,5 кВт, дополненного комплектами измерительных приборов на входе и выходе;
- асинхронного двигателя, мощностью 1 кВт, соединенного с тормозным генератором и тахометром;
- комплекта измерительных приборов и нагрузочных ламп в цепи якоря генератора;
- регулируемого внешнего возбудителя генератора.

Организация учебного процесса и методические пособия для изучения частотно- регулируемых электроприводов

Из-за большого объема изучаемого материала было решено разделить его на лекционный и лабораторный разделы.

В лекционном разделе рассматривались две темы: первая из них- электрические схемы частотных преобразователей и процессы, происходящие в них. Разработаны демонстрационные плакаты, поясняющие программируемые функции частотных преобразователей.

Вторая тема: изучение механических характеристик электроприводов, доступных при использовании Ч.П. и возможные области применения этих характеристик в механизации сельскохозяйственных процессов.

Для лабораторного раздела учебного процесса по изучению Ч.П. подготовлены описания трех лабораторных работ.

В первой из них предусматривается знакомство с конструкцией стенда, частотного преобразователя, органами его программирования и управления. Предусмотрено пробное программирование преобразователя без пуска двигатель- тормозной установки.

Во второй работе предусмотрено изучение всех электроизмерительных приборов и включение установки для определения изучения выходной мощности преобразователя напряжения в зависимости от задаваемой выходной частоты.

Задачей третьей работы является определение КПД и $\cos\varphi$ частотного преобразователя и асинхронного ЭД в зависимости от выходной частоты и нагрузке преобразователя.

Проведенные лабораторные работы показали, что КПД преобразователя оказался не ниже 0,9 при всех режимах работы. КПД асинхронного двигателя при его питание через преобразователь частоты оказывается ниже его паспортных данных на 5-10%.

Используя подобные стенды можно выполнить много других работ, раскрывающих большие возможности новой перспективной техники.

Библиографический список

1. Каширин Д.Е. Исследование процесса вибрационной очистки суши пчелиных сотов от загрязнений / Д. Е. Каширин, А. В. Куприянов // материалы Всероссийской научной конференции молодых ученых, 24–25 апреля 2012 г. – Орел, 2012. – С. 294–297.

2. Бышов Н.В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 6. – С. 134–138.

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

УДК 637.231.14

*Коледов Р.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Ульянов В.М., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Хрипин В.А., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО СНЯТИЯ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

Нами предлагается конструкция усовершенствованного манипулятора для автоматического снятия подвесной части доильного аппарата, при доении коров в коровниках с привязным содержанием животных. (Рис. 1)

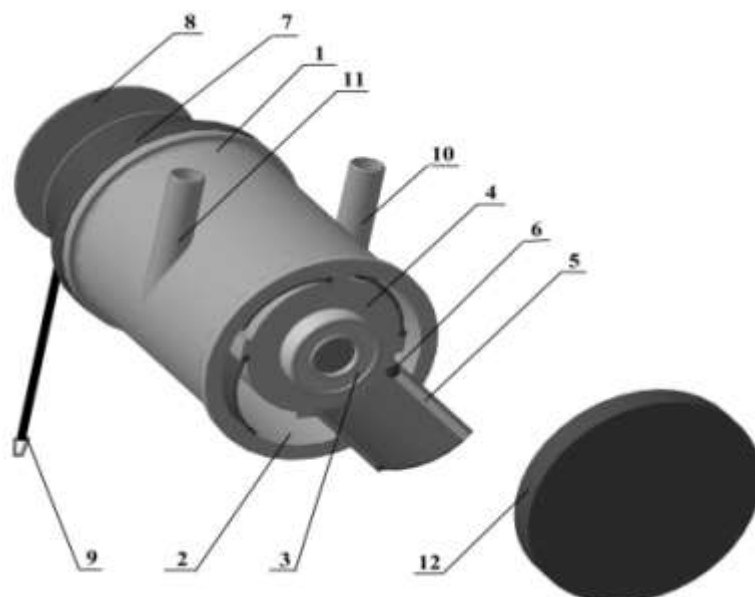


Рисунок 1 – Устройство для автоматического снятия доильного аппарата (позиции указаны в тексте)

Корпус 1 манипулятора образует цилиндрическую роторную камеру 2, в которой эксцентрично, на шарикоподшипниковых опорах 3 установлен вал ротора 4. На поверхности вала ротора 4 выполнено четыре цилиндрических паза, в которых шарнирно установлены криволинейные лопатки 5. На них закреплены элементы из постоянного магнита 6. На выходном конце вала ротора 4 установлен редуктор 7 с барабаном 8, на который наматывается шнур 9. Корпус 1 имеет впускной патрубок 10 для сообщения с атмосферой и выпускной патрубок 11 для соединения с источником вакуума. [1, 2]

Для надежной герметизации камер на криволинейных лопатках установлены элементы из постоянного магнита. В ходе предварительных исследований, было выявлено, что сила магнитного поля элементов из постоянного магнита оказывает значительное влияние на мощность развиваемую манипулятором при снятии доильного аппарата. В связи с этим был произведен расчет геометрических и силовых параметров магнитных элементов.

Материалом элементов из постоянного магнита был выбран - $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, класса №35, т.к. неодим является самым мощным постоянным магнитным материалом и очень доступным. Для принятого материала в соответствии с его кривой размагничивания (рис. 2) нашли рабочую точку A , соответствующую максимальной энергии. Величина остаточной магнитной индукции в этой точке составляет $B_d = 11 \text{ кГс}$, коэрцитивная сила $H_d = 12,2 \text{ кЭ}$.

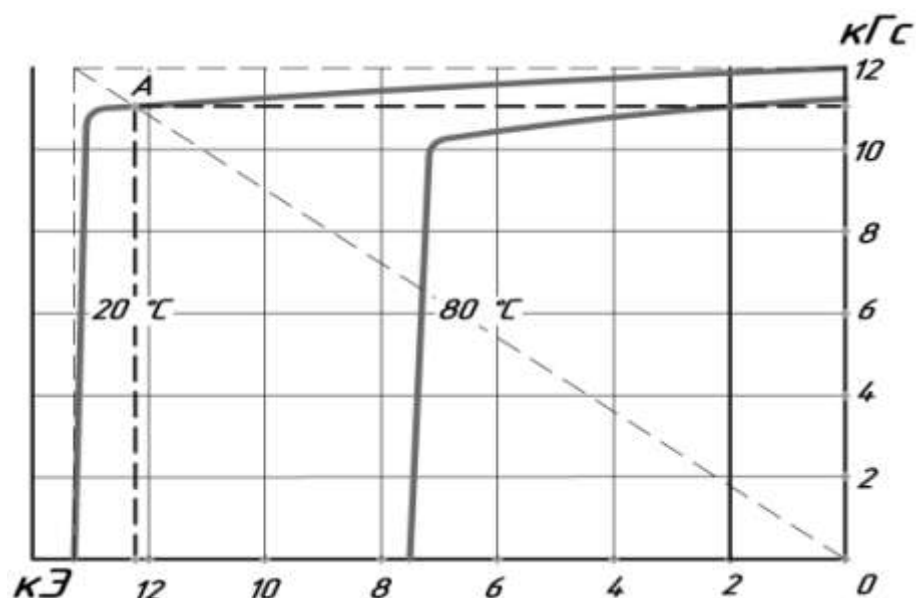


Рисунок 2 – Кривая размагничивания Nd2Fe14B.

После определения остаточной магнитной индукции и коэрцитивной силы определяем расчетные значения индукции B_z и напряженность магнитного поля H_z в зазоре магнитный элемент – стенка роторной камеры.

$$B_z = k_z \cdot B_d, \quad (1)$$

где k_z - коэффициент, учитывающий соотношение между индукцией средней по сечению зазора и в центре зазора. ($k_z = 1,05 \dots 1,1$)

$$H_z = \frac{B_z}{\mu_0} \quad (2)$$

где μ_0 - магнитная проницаемость среды в зазоре.

Определяем основные предварительные линейные параметры – длину и площадь поперечного сечения магнитных элементов:

$$l_m = \frac{H_z f \delta}{H_d}, \quad (3)$$

$$S_m = \frac{B_z \sigma S_z}{B_d}, \quad (4)$$

где f - коэффициент, учитывающий падение магнитодвижущей силы в магнитной цепи ($f = 1,1 \dots 1,4$); σ - коэффициент рассеяния магнитного потока, ($\sigma = 20 \dots 40$); δ - величина зазора, м; S_z – ориентировочная площадь зазора, м^2 .

Рассмотрим систему в виде магнита из плоского диска, металлической поверхности и рабочего зазора (толщина лопатки). Магнитная энергия, сосредоточенная в рабочем зазоре и окружающем пространстве выражается уравнением [3]:

$$W_{m,окр} = \frac{1}{2} B H V_n, \quad (5)$$

где B и H – индукция и свободная напряженность поля в постоянном магните; V_n - объем постоянного магнита.

Энергия, расходуемая на намагничивание вещества, может быть отождествлена с энергией магнитного поля в намагниченной среде, а энергия, сосредоточенная в постоянном магните, будет выражаться в виде

$$W_{m,n} = V_n \int H dB. \quad (6)$$

Примем за начало отсчета значение энергии $W_{м.н0}$, сосредоточенной в постоянном магните, при $H=0$. Тогда для состояния, характеризуемого точкой А:

$$W_{м.н} = W_{м.н0} + V_n \int_{H=0}^H H dB = W_{м.н0} + V_n \frac{H(B_B - B)}{2} \quad (7)$$

Полный запас магнитной энергии в системе будет:

$$W_m = W_{м.окр} + W_{м.н} = W_{м.н0} + \frac{1}{2} B_B H V_n. \quad (8)$$

Под действием сил магнитного притяжения за счет убыли магнитной энергии в системе совершается некоторая механическая работа, потери энергии на тепло не учитываем:

$$\Delta W_{мех} = -\Delta W_m. \quad (9)$$

С учетом уравнения (8) получаем выражение для определения силы магнитного притяжения, действующей на поверхность:

$$F_m = -\frac{V_n}{2} B_B \frac{dH}{dx} \quad (10)$$

Свободная напряженность поля постоянного магнита может быть представлена в виде

$$H = B_B \frac{1}{\rho + G \left(\frac{l_n}{S_n} \right)} \quad (11)$$

где ρ - коэффициент возврата, Гн, определяется по кривой размагничивания; G – суммарная магнитная проводимость путей, по которым проходит поток постоянного магнита, l_n и S_n - длина и площадь сечения постоянного магнита.

Подставив выражение (11) в (10), получаем величину силы магнита:

$$F_m = \frac{1}{2} B_B^2 \frac{l_m^2}{[\rho + G(l_n/S_n)]^2} \frac{dG}{dx} \quad (12)$$

Таким образом, получили, что для нормальной работы манипулятора необходимо на криволинейные лопатки установить неодимовые магнитные элементы с линейными размерами $l_m=1,5$ мм, $d_m=8$ мм и силой $F_m=15$ Н.

Библиографический список

1. Коледов, Р.В. Определение величины магнитного поля элементов пневмодвигателя, устройства для автоматического снятия подвесной части доильного аппарата [Электронный ресурс] / Коледов Р.В., Хрипин В.А., Ульянов В.М., Утолин В.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №04(108). – IDA [article ID]: 1081504049. – URL : <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/49.pdf>
2. Пат. РФ № 2534511С1, А01J 5/017. Устройство для автоматического снятия доильного аппарата / Ульянов В.М., Хрипин В.А., Коледов Р.В. – Опубл. 27.11.2014 г.; Бюл. № 33.
3. Сливинская, А.Г. Электромагниты и постоянные магниты : Учебное пособие для студентов вузов [Текст] / А.Г. Сливинская. – М., Энергия, 1972. – С 154-155.

ВЛИЯНИЕ ВЫСАЖИВАЮЩИХ АППАРАТОВ ЭЛЕВАТОРНОГО ТИПА НА ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ РОСТКОВ ЯРОВИЗИРОВАННОГО КАРТОФЕЛЯ

Посадка картофеля яровизированными клубнями является важным фактором получения раннего картофеля. Исследования показали, что получение раннего картофеля ускоряется на 10-15 дней, чем при посадке обычных клубней [1, с.15]. Обеспечение хозяйств яровизированным посадочным материалом затруднений не составляет. Существуют технологии яровизации на открытых площадках, контейнерах и специальных полиэтиленовых мешках с отверстиями.

Механизация же посадки яровизированных клубней, не смотря на имеющиеся картофелепосадочные машины элеваторного типа, пока что полностью не решена. Существующие картофелепосадочные машины не обеспечивают агротехнические требования на посадку яровизированных клубней с длиной ростков 20-30 мм. Однако практика яровизации клубней на открытых площадках показывает, что, если длина ростков находится в пределах 5-12 мм, то последние получают прочными. Такие ростки значительно меньше повреждаются при перевозке, загрузке в машину и посадке.

Поэтому весьма важными и актуальными являются исследования величины обрыва ростков при посадке картофеля специализированными картофелесажалками, а так же его влияния на урожай.

По методике ГСКБ по машинам для возделывания и уборке картофеля (г.Рязань) Мордовская Сортоиспытательная станция и кафедра сельскохозяйственных машин Мордовского Государственного университета им. Н.П.Огарева в течении двух лет проводила опыты по изучению возможности посадки яровизированных клубней сажалками элеваторного типа. Ранее были проведены исследования по изучению влияния предпосадочной обработки почвы машинами активной почвообработки на урожайность картофеля [2, с.312-315].

Опыты проводились по следующей схеме:

1. Клубни не яровизированные (контроль).
2. Клубни яровизированные с сохранением всех ростков.
3. Клубни яровизированные пропущенные через высаживающий аппарат элеваторного типа.

В качестве посадочного материала использовали раннеспелый сорт картофеля Удача с весом клубней 50-70 г. Участок для опытов был ровный, предшественник – озимая пшеница. Опыт проводили с трехкратной повторностью для повышения точности опыта. Схема размещения деленок –

общепринятая, защитная зона состояла из 3-4 рядков. Клубни заранее были яровизированы и обработаны 8% раствором азотно-фосфорного удобрения (по 4 кг аммиачной селитры и суперфосфата на 100 литров воды). При достижении средней длины ростков 10 мм последние были измерены и результаты измерений приведены в таблице.

Таблица 1 – Длина ростков клубней картофеля на момент посадки

Классы по длине, мм	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Средне значение класса, мм	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Частота	9	70	204	250	240	2230	76	40	8

Среднюю длину ростков определяют по формуле: $M = \sum n l / N$,

где n – частота класса;

l – средняя длина ростков данного класса;

N – общее число измерений.

Используя данные измерений получим $M=10$ мм. При средней длине ростком $M=10$ мм, длина ростков всего массива семенного картофеля варьировала в пределах 2-20мм. Для уменьшения разброса величины ростков необходимо в период яровизации клубни перемешивать, т.е. менять местами. Но даже длинные ростки полученные при яровизации на свету получались толстыми и прочными.

В процессе исследования определялась повреждаемость ростков посадочного материала путем пропускания части гребней яровизированного картофеля через картофелесажалку в поле при поднятой сошниковой группе. При подготовке к опыту яровизированный картофель осматривался и на каждом клубне записывалось фломастером количество имеющихся на нем ростков. С этой целью на клубне делался небольшой срез ножом. Далее картофель засыпали в бункер машины и проводили «посадку». Рассматривая клубни в открытой борозде, подсчитывали количество оставшихся ростков на каждом клубне. Результаты опыта приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видим, что при пропуске через картофелесажалку яровизированных клубней часть ростков обрывается. Средний процент обрыва ростков составил 9,5% и очень небольшой процент клубней был без ростков или с 1-2 ростками. В опыте этот показатель не превышает 3%. Посадка клубней всех трех вариантов была произведена до 7 мая. Посадка проводилась вручную, что позволило для яровизированного картофеля сохранить ростки на 100%. Размеры делянок по 100 квадратных метров, размещение кустов 70х35см.

Таблица 2 – Динамика повреждаемости ростков яровизированного картофеля

	Количество учетных клубней	Общее число ростков на клубнях	Среднее число ростков на клубнях	Число обломившихся ростков		Число клубней без ростков
				шт.	%	
1. До загрузки в бункер	400	3360	8,4	-	-	-
2. После пропуска через картофелесажалку	400	3040	7,6	320	9,5	3

Результаты наблюдений показали, что яровизированные клубни, как пропущенные через машину, так и не пропущенные, имеют значительно более развитую ботву по сравнению с посаженными неяровизированными клубнями.

Таблица 3 – Динамика урожайности картофеля при различных сроках развития

Учетная делянка	Средний вес клубней с одного куста, г					
	1.08	10.08	20.08	31.08	11.09	21.09
Неяровизированные	166	286	492	713	778	876
	182	251	576	8240	892	1044
Яровизированные, пропущенные через картофелесажалку	216	376	564	806	779	957
	242	387	581	841	894	1070
Яровизированные	353	448	693	914	1004	1101
	372	472	711	1084	1187	1209

Пропуск через машины и произведенное при этом повреждение ростков на развитие ботвы оказалось незначительным, всходы в обоих вариантах появились одновременно. Всходы неяровизированных клубней появились с задержкой на 8-12 дней.

Разница в длине ботвы в значительной мере наблюдалась до 10 июня. С 1 августа через каждые 10 дней производился учет урожая. Для учета выкапывались с делянки 10 кустов и определялось число клубней, их вес и вес ботвы. При взятии пробных кустов следили за тем, чтобы кусты брались на смежных делянках на одном уровне со всех трех повторностей.

Для выяснения динамики роста клубней на всех трех опытах приведены средние значения веса клубней с одного куста (таблица 3).

Исследования показали, что средний вес одного клубня на делянках с яровизированным картофелем, пропущенным через машину, на всех повторностях получается больше, чем при посадке неяровизированных клубней (контроль) [3, с. 346-359]. Средняя прибавка в весе картофеля с одного куста при посадке машиной яровизированного картофеля по сравнению с контролем составило 59г. Это составляет 18,3% от среднего веса куста.

Результаты опытов за 2 года показывают, что посадка яровизированных клубней картофелесажалкой при обрыве ростков до 10-15% все же дает прибавку урожая не менее 8-10%.

Выводы:

1. При посадке картофелепосадочной машиной яровизированных клубней с длиной ростков 5-15 мм процент оборванных ростков составляет 9,5 -12% .

2. Яровизированные клубни на открытых площадках или в яровизаторах с длиной ростков до 15 мм можно высаживать картофелепосадочной машиной. Прибавка урожая в этом случае составляет от 9-12% по сравнению с посадкой неяровизированными клубнями.

3. Посадку яровизированными клубнями следует использовать прежде всего для раннеспелых и среднеспелых сортов картофеля. В первом случае на 10-15 дней раньше население городов получит свежий картофель. Во втором случае ускоряется созревание картофеля, что позволит получить не только значительную прибавку урожая, но и раньше приступить к уборке.

Библиографический список

1. Колесников, Н.С. Опыт возделывания картофеля на тяжелых почвах [Текст] / Н.С. Колесников и др. // Механизация и электрофикация сельского хозяйства. – № 5-6. – 1992. – С.15.

2. Колесников, Н.С. Перспективы технического обеспечения и развития технологий производства картофеля в кооперативно-фермерских хозяйствах [Текст] / Н.С. Колесников // Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем: Междун. научн. – техн. конф./ (г. Саранск, 26-29 сент. 2007г.) Сб. научн. тр. МГУ им. Н.П.Огарева :Ред.кол.: П.В.Сенин и др. – Ковылкино: ГУП РМ «Ковылкинская районная типография», 2007. – С.3 12-315.

3. Колесников, Н.С. Опыт возделывания картофеля с применением универсальной модульной машины [Текст] / Н.С. Колесников // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Межвуз. сб. науч. тр. / Редкол.: Сенин П.В. и др. – Саранск: изд-во Мордов. ун-та. – 2010. – С .346-359.

УДК 613.311.51

*Колесников Н.С., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П.Огарева», Институт механики и энергетики
(г. Саранск, Республика Мордовия, РФ)*

ВЛИЯНИЕ КОЖУХА РОТОРА-РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ НА ДАЛЬНОСТЬ БРОСАНИЯ УДОБРЕНИЙ

Мобильный роторный разбрасыватель органических удобрений сконструированный совместными усилиями специалистов объединения «Ичалковагрохимия» и кафедры сельскохозяйственных машин института

механики и энергетики в процессе эксплуатации показал высокие результаты по внесению органических удобрений разной степени влажности [1, с.58]. Однако, при внесении перепревшего навоза и торфо-навозного компоста, большая доля удобрений разбрасывается вверх и вперед трактора, тем самым снижается равномерность и уменьшается дальность разбрасывания, нарушается технологический процесс. С целью увеличения дальности разбрасывания и качества внесения удобрений по ширине захвата, нами было предложено на роторы смонтировать специальные кожухи, которые направляют удобрения концентрированным потоком по обе стороны машины. Анализ траектории движения удобрений показывает, что в результате высокой угловой скорости рабочего органа органические удобрения, поступающие по клину валкообразователю под действием вращающейся лопатки, сосредотачиваются на конце и начинают двигаться по внутренней поверхности кожуха, пока не достигнут разгрузочного отверстия, через которое выбрасываются на дальность до 20-25 метров.

Рассмотрим схему сил, действующих при перемещении частицы навоза массой m по внутренней поверхности кожуха (Рис. 1). Центробежная сила $mr\omega^2$, прижимающая частицу к внутренней поверхности кожуха, сила тяжести mg частицы навоза, направленная вертикально вниз и силы трения

$$F = f (mr\omega^2 + mg \cos\varphi)$$

где f – коэффициент трения навоза о металл;

r – радиус ротора –разбрасывателя;

ω – угловая скорость ротора;

φ – угол между направлениями силы тяжести и центробежной силы.

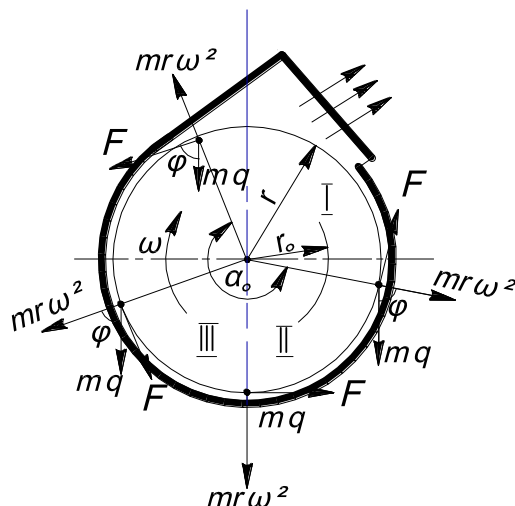


Рисунок 1 – Схема для определения силы трения навоза о внутреннюю поверхность кожуха ротора-разбрасывателя

Сила трения F , возникающая под действием силы тяжести mg в зависимости от угла φ то увеличивается от нуля до fmg в квадранте II, то уменьшается от fmg до нуля в квадранте III и становится меньше на величину $mg \cos\varphi$ в IV квадранте. Учитывая поступательную скорость движения массы органики примерно равной поступательной скорости движения роторного

разбрасывателя и форму поверхности клина-валкователя [2, с. 492], можно утверждать, что все лопасти ротора заглубляются в разбрасываемую массу с радиусом r_0 , поэтому во II квадранте захватывается только 50 % массы, остальная часть – в квадранте III. Следовательно, в квадранте IV вся поступающая масса органики прижимается центробежной силой к внутренней поверхности кожуха. Таким образом, можно сделать вывод, что влияние силы тяжести частиц органических удобрений на трение о внутреннюю поверхность кожуха носит непостоянный характер и это влияние незначительно, поэтому с небольшим допущением можно написать:

$$F = fmr\omega^2$$

До сих пор мы рассматривали условия движения частиц по внутренней поверхности кожуха при отсутствии заклинивания грунта между лопастью и стенкой кожуха. Однако если лопасть ротора расположить с наклоном назад (против направления вращения), то, помимо силы трения F , возникающей под действием центробежной силы при перемещении навоза по стенке кожуха, лопасти ротора должны преодолевать силу F от заклинивания материала между лопастью и стенкой (Рис. 2). Эта сила может существенно влиять на вращение лопастей ротора при вертикальном ее положении между квадрантами II и III.

При наклоне лопасти ротора против направления вращения сила P , действующая со стороны лопасти на навоз, раскладывается на горизонтальную составляющую $P \cos \gamma$, которая перемещает грунт в сторону вращения, преодолевая сопротивление силы трения, и вертикальную $P \sin \gamma$, создающую дополнительное сопротивление F_1 . При радиальном расположении лопасти силы P полностью способствует перемещению материала, преодолевая сопротивление силы трения F , т.е. если условно силу P принять за движущую, то движение навоза по внутренней стенке кожуха обеспечивается при $P \geq F$.

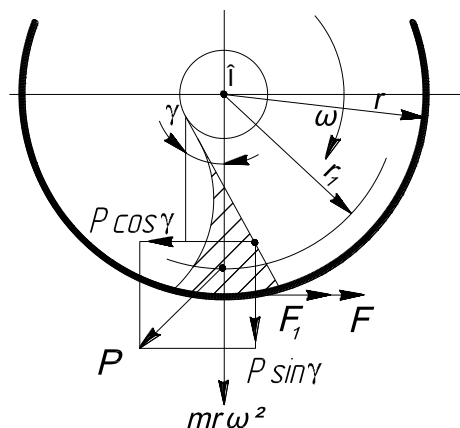


Рисунок 2 – Схема для определения дополнительной силы трения от заклинивания навоза между лопастью ротора и стенкой кожуха

Выход удобрения в радиальном направлении из пространства между лопастями ограничен неподвижным кожухом. Поэтому частицы удобрения, накопившиеся в конце лопасти ротора, образуют призму, высота которой равна ширине лопасти. Дойдя вдоль лопасти и закончив поступательное движение,

навоз, сосредоточившись на ее конце, начинает совершать вращательное движение вместе с лопаткой и одновременно скользить по внутренней поверхности кожуха, пока не достигнет выходного отверстия, через которое выбрасывается под действием кинетической энергии.

При наклоне лопатки назад навоз будет перемещаться по внутренней поверхности кожуха (Рис.2), если сила трения $F_T = F + F_1 \leq P \cos \gamma$;

$$\text{или } f m r_1 \omega^2 + f P \sin \gamma = P \cos \gamma ;$$

$$\text{откуда } P = f m r_1 \omega^2 / (\cos \gamma - f \sin \gamma);$$

$$F_T = f m r_1 \omega^2 + f^2 m \omega^2 r_1 \sin \gamma / (\cos \gamma - f \sin \gamma).$$

В общем виде сила трения о внутреннюю поверхность кожуха равна

$$F_T = f m r_1 \omega^2 [1 + f \tan \gamma / (1 - f \tan \gamma)],$$

где r_1 - расстояние от центра тяжести частиц органики, сосредоточенного на конце лопатки, до центра вращения ротора разбрасывателя.

Как видно из (Рис.1), при радиальном расположении лопатки, когда

$\gamma = 0$, сила $F_T = f m r_1 \omega^2$. При наклоне лопатки назад с увеличением угла γ сила F_T возрастет и при $\tan \gamma = 1/f$ масса начинает заклиниваться между лопаткой и кожухом. Однако, замечено, что наклон лопатки на некоторый угол назад ($5-10^\circ$) положительно влияет на качество отбрасывания навоза: струя, выходящая из-под лопат ротора, становится компактнее, что следует учитывать при выборе кожуха ротора разбрасывателя.

Выводы.

1. Трение навоза о внутреннюю поверхность кожуха наблюдается в пределах трех квадрантов с углом охвата $\alpha_0 = \pi - 3\pi/2$.

2. Длина S дуги внутренней поверхности кожуха, где происходит трение, равно $S = r \alpha_0$.

3. С увеличением угла наклона лопатки назад ($+\gamma$) сила трения навоза F_T о внутреннюю поверхность кожуха возрастает. Следовательно, за счет значительной силы трения частиц навоза, его внутренняя поверхность изнашивается интенсивней, поэтому необходимо принимать меры по его упрочнению.

Библиографический список

1. Колесников, Н.С. Роторно-клиновой разбрасыватель органических удобрений [Текст] / Н.С. Колесников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 11. – 1990. – С. 58.

2. Колесников, Н.С. Теоретическое обоснование выбора формы и угла наклона рабочей поверхности ротора разбрасывателя органических удобрений [Текст] / Н.С. Колесников // Энергоэффективность технологий и средств механизации в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саранск : Тип. «ПРО-Движение», 2011. – С. 492.

3. Колесников, Н.С. и др. Разбрасыватель удобрений из куч. АС ССР №1806493 А 01 В 33/12./ Бюллетень ГК по изобретениям и открытиям СССР, №40/ Москва 1991.

ДЕЙСТВИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ТРАКТОР Т-150К ПРИ РАБОТЕ С РОТОРНЫМ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕМ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Эффективное использование энергонасыщенных тракторов типа Т-150К в сочетании с навесным роторным разбрасывателем органических удобрений возможно при правильной организации работ внесения удобрений и достаточно надежной защите тягача от перегрузок.

Процесс внесения органических удобрений из куч или валков происходит при циклическом распределении нагрузок на трактор. На начальном этапе рабочего цикла происходит разгон агрегата при минимальных внешних сопротивлениях, далее, когда клин-волкователь встречается с валком или кучей удобрений, сопротивление на рабочих органах увеличивается с высокой интенсивностью.

Из-за отсутствия соответствующей автоматической защиты в условиях избыточной мощности двигателя нередко происходит стопорение машины. В условиях внесения влажного неперепревшего навоза и неправильного размещения куч или валков стопорные режимы могут повторяться многократно на протяжении одного рабочего цикла в ходе большого накопления органики перед роторами.

Стопорные режимы приводят к появлению наибольших рабочих нагрузок как на двигатель, элементы трансмиссии и ВОМ трактора. При повторных проходах растет вероятность появления предельных нагрузок, снижается средняя скорость движения разбрасывателя, т.е. эффективность использования трактора с роторным разбрасывателем органических удобрений может оказаться низкой.

Следовательно, задача по обеспечению высокоэффективного использования трактора с роторным разбрасывателем должна решаться в двух направлениях.

Во-первых, узлы трактора Т-150К, используемого для агрегатирования навесных роторных разбрасывателей органических удобрений, должны обладать достаточным запасом прочности.

Во-вторых, предлагаемое к вполне определенному тягачу оборудование роторного разбрасывателя и система его управления должны обеспечивать ограничение максимальных нагрузок, в пределах заданного условия.

И, безусловно, во всех случаях тягач разбрасывателя необходимо защищать от аварийных нагрузок, которые могут появиться, например, при встрече разбрасывателя с жесткими включениями в органике.

Хотя на конструктивные изменения тягача Т-150К мы влиять не можем, но совершенствование элементов роторного разбрасывателя, создание

защитных механизмов и оценка возможных максимальных нагрузок на машину представляет первоочередной интерес [1, с. 337].

С целью определения рабочих и аварийных нагрузок на пневмоколесный тягач, были проведены испытания роторного разбрасывателя органических удобрений, агрегатируемый с трактором Т-150К.

Испытания проводили при внесении полуперепревшего, не перепревшего навоза и торфонавозных компостов. Трактор работал на *I*, *II* и *III* передачах коробки с включением ходоуменьшителя. Частота вращения вала отбора мощности $n=545\text{мин}^{-1}$ для всех типов органики.

Анализ данных полевых испытаний позволил установить следующее. Средняя скорость движения разбрасывателя в процессе внесения удобрений в 1,5 – 3 раза ниже номинального ее значения. С увеличением расстояния между кучами удобрений и уменьшением массы и влажности средняя скорость возрастает.

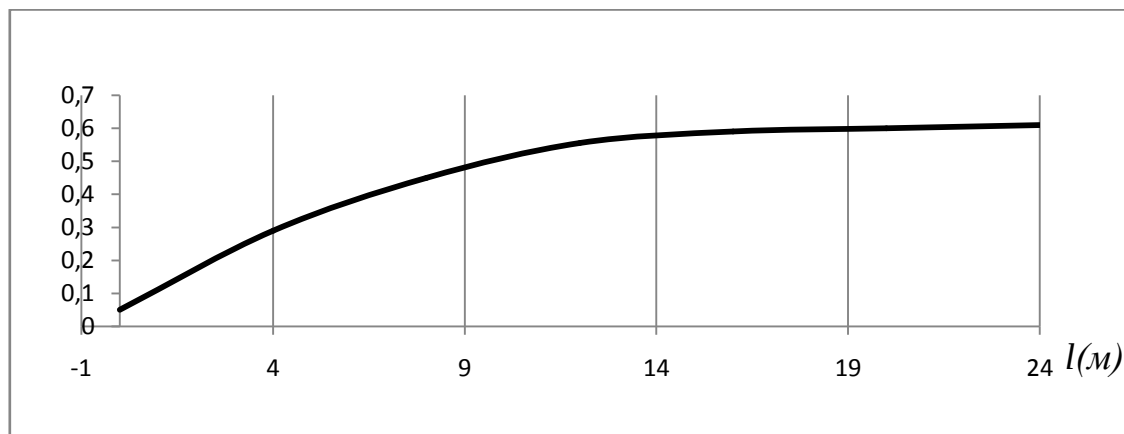


Рисунок 1 – Изменение средней скорости движения разбрасывателя в зависимости от расстояния l (м) между кучами органики в ряду (торфонавозный компост)

Разгон трактора Т-150К на низших передачах коробки с ходоуменьшителем происходит на относительно коротком участке пути. Существенное снижение скорости движения агрегата приходится на процесс накопления органики клином валкообразователем через лопадки роторного рабочего органа. Это косвенным образом свидетельствует о значительном буксовании движителя трактора при внесении органики и о наличии стопорных режимов. При внесении слабо перепревшего влажного навоза на протяжении одного цикла возможно трех- четырехкратное стопорение машины, внесение торфа и торфонавозных компостов обычно не вызывает частых стопорений.

Стопорные режимы вызывают на клине-валкообразователе нагрузок, как правило, превышающих силу тяги трактора по сцеплению движителя. Ввиду высокой интенсивности процесса стопорения происходит перераспределение нагрузок по мостам трактора. При этом не исключается случай, когда почти вся масса машины приходится на задний мост трактора. В результате элементы трансмиссии привода передних колес воспринимают до 90% нагрузки, создаваемое движителем по условию сцепления с опорной поверхностью.

Экспериментами установлено особенность нагружения пневмоколесного трактора при агрегатировании роторного разбрасывателя органических удобрений.

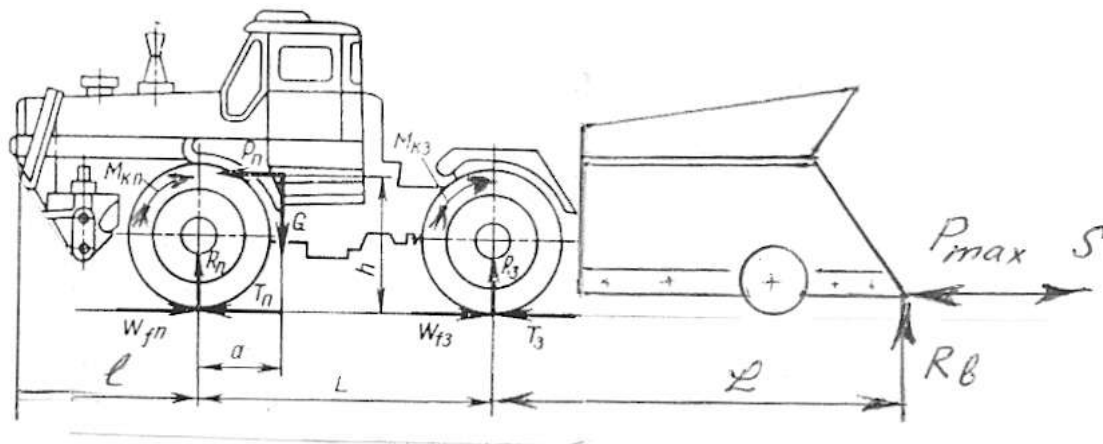


Рисунок 2 – Расчетная схема к определению нагрузок на тягач роторного разбрасывателя органических удобрений

В процессе исследования установлено, что интенсивность роста сопротивления при внесении органики из куч зависит главным образом от соотношения поступающей массы удобрений, предельного перемещения разбрасывателя, а так же от свойств вносимой органики и конструктивных особенностей клина-валкообразователя.

Движение агрегата для разбрасывания удобрений из куч в установившемся движении может быть описана уравнением

$$mS = T_0 - \alpha S - \beta S^h - AS - W_1 \quad (1)$$

где первые три члена правой части представляют собой движущую силу трактора:

m – поступательно движущая масса машины;

S – путь перемещения машины от одной кучи до другой;

T_0 – сила тяги трактора с опорной поверхностью;

A – интенсивность возрастания сопротивления движению за счет сгуживания органики перед ротором;

W_1 – сопротивление перекачиванию агрегата;

α и β – коэффициенты, характеризующие форму поверхности клина-валкообразователя и степень рыхлости вносимой органики.

Уравнение (1) относится к категории нелинейных и не имеет точного аналитического решения. Приближенное решение может быть получено методом медленно меняющихся амплитуд [2, с. 154].

Не приводя детальных математических выкладок этого метода, можем описать перемещение роторного разбрасывателя в стопорном режиме зависимостью:

$$S = \frac{(T_0 - W_f)}{A} + \frac{\sqrt{\frac{(T_0 - W_f)^2}{A^2} + \frac{v_h^2 m}{A} e^{-\frac{\alpha_1}{2}t} \sin(\omega t - C_2)}}{\sqrt[4]{1 + \left[\frac{(T_0 - W_f)^2}{A^2} + \frac{v_h^2 m}{A} \right]^2 \frac{5\beta_1}{8\alpha} \omega^4 (1 - e^{-2\alpha_1 t})}}, \quad (2)$$

$$\text{где: } C_2 = \arcsin \frac{T_0 - W_f}{\sqrt{(T_0 - W_f)^2 - v_h^2 A m}}; \alpha_1 = \frac{\alpha}{m}; \beta_1 = \frac{\beta}{m}; \omega = \sqrt{\frac{A}{m}}$$

v – скорость движения трактора к моменту внедрения клина-валкообразователя в кучу органика;

t – время движения от одной кучи до другой.

Максимальная горизонтальная нагрузка на наклонные поверхности клина-валкообразователя P_{max} возникает при наибольшем перемещении трактора в режиме стопорения, откуда

$$\begin{aligned} P_{max} &= AS_{max} \\ &= T_0 - W_f \\ &+ \frac{\sqrt{(T_0 - W_f)^2 + v_h^2 m e^{-\frac{\alpha_1}{2}t_0}}}{\sqrt[4]{1 + \left[\frac{(T_0 - W_f)^2 + v_h^2 A m}{A} \right]^2 \frac{5\beta_1}{8\alpha} (1 - e^{-2\alpha_1 t_0})}}, \quad (2) \end{aligned}$$

$$\text{где: } t_0 = \left(\frac{\pi}{2\omega} \right) + (C_2/\omega)$$

Рассчитанные по формуле (3) усилия на клин-валкообразователь с достаточной точностью совпадают с экспериментальными данными. Погрешность в худшем случае не превышает 15%.

Зная нагрузку на клине-валкообразователе, можно определить усилия, действующие на узлы трактора [3, с.247].

На горизонтальной поверхности на задний мост трактора максимальные нагрузки возникают, когда $R_b = 0$ (Рис. 2). Отсюда следует:

$$\begin{aligned} R_u &= P_{max} - G(\varphi - f); \\ R_n &= [P_{max} - G(\varphi - f)] \frac{L}{h} + G(1 - \frac{a}{L}); \\ T_n &= [P_{max} - G(\varphi - f)] \frac{L}{h} + G(1 - \frac{a}{L})\varphi; \\ W_{fn} &= R_{nf}; X_n = T_n - W_{fn}; M_{крп} = (T_n - W_{fn})r. \end{aligned}$$

В приведенных равенствах R_u - инерционная сила;

R_{nf}, T_n, W_{fn} – соответственно вертикальная реакция, сила тяги и сопротивление перекачиванию колес трактора;

$M_{крп}$ – крутящий момент, воспринимаемый колесами трактора;

φ и f – коэффициенты сцепления и сопротивления перекачиванию движителя.

Наиболее часто встречаются максимальные рабочие нагрузки на задний мост трактора при проведении экспериментов, не превышают значений:

Анализ равенства (3) показывает, что при ударе клина-валкообразователя на непреодолимую массу аварийные нагрузки достигают значений, определяемые соотношением:

$$P_{max} \rightarrow T_0 - W_f + \sqrt{(T_0 - W_f)^2 + v_n^2 C_{np} m}$$

где: C_{np} – приведенная жесткость препятствия и рабочего оборудования.

В заключение укажем, что как максимальные рабочие, так и аварийные нагрузки зависят не только от углов наклона поверхностей клина-валкообразователя, но и от динамических качеств трактора и физического состояния органических удобрений.

Библиографический список

1. Колесников, Н.С. Обоснование выбора формы рабочего органа роторного разбрасывателя органических удобрений [Текст] / Н.С. Колесников // Энергоэффективное и ресурсосберегающие технологии и системы: Межвуз. Сб. науч.тр / Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. – 2010. – С. 337-343.

2. Боголюбов, Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний [Текст] / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – М., «Наука», 1974. – С. 154.

3. Руднев, В.К. Копание грунтов землеройно-транспортными машинами активного действия [Текст] / В.К. Руднев. – Харьков, «Высшая школа», 1974. – С. 247.

УДК 631.358.44.

*Колесников Н.С., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П.Огарева», Институт механики и энергетики
(г. Саранск, Республика Мордовия, РФ)*

ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОДУЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ГРЕБНЯХ

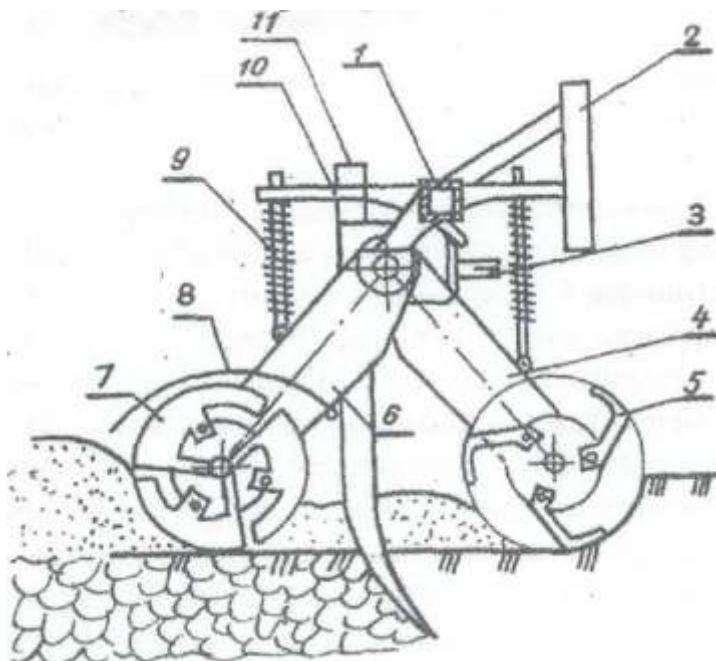
Повышение урожайности картофеля во всех зонах страны, в том числе и в республике Мордовия, возможно только при условии коренного улучшения агротехники, применения высокоурожайных сортов и современной техники. Однако комплекс современных дорогостоящих машин для возделывания картофеля «по карману» только крупным специализированным хозяйствам. Для мелких фермерских и кооперативных хозяйств с небольшими посевными площадями, но производящих до трети валового урожая продовольственного

картофеля, нужны недорогие, малогабаритные универсальные машины, которые могли бы выполнять предпосадочную обработку, посадку, междурядную обработку и окучивание растений.

Анализ конструкций зарубежных и отечественных универсальных и комбинированных машин показывает, что пока предпочтение отдается простому составлению их из серийно выпускаемых однооперационных машин, что не позволяет достичь желаемых результатов. В качестве гребнерезов в серийно выпускаемых культиваторах, скомплектованных по классической схеме, в основном применяются пассивные гребнерезы и окучники, значительно повышающие массу и тяговое сопротивление агрегата, сильно уплотняют почву в сформированном гребне.

С целью повышения качества предпосадочной обработки почвы, универсальности применения и снижения энергетических и материальных затрат при возделывании картофеля на кафедре сельскохозяйственных машин института механики и энергетики предложена конструкция модульной универсальной машины для возделывания картофеля с принципиально новой схемой компоновки активных рыхлящих и гребнеобразующих рабочих органов (рис. 1)

В предложенной конструкции рыхлящие секции расположены с наклоном вперед относительно трансмиссионного вала, Г-образными ножами рыхлится основание гребня, а гребнеобразующие секции расположены с наклоном назад по обе стороны рыхлящих секций на расстоянии половины ширины междурядий, обрабатывают почву междурядий с одновременным ее перемещением на разрыхленное основание гребня, образуя профиль гребня. Установка рыхлящих и гребнеобразующих секций с чередованием их наклона вперед и назад на определенный угол позволяет разделить технологический процесс формирования гребня на рыхление основания и образования гребня. Угол между секциями разграничивает две операции по времени и способствует нормальному протеканию процесса формирования гребней. При этом гребень получается равноструктурный, мелкокомковатый, доступный для прохождения воздуха и влаги на большую глубину [1, с. 15].



- 1 - рама культиватора; 2 - навесное устройство; 3 - привод; 4 - секция рыхлящих рабочих органов; 5 - Г-образные ножи; 6 - секция гребнеобразующих рабочих органов; 7 - комбинированные рабочие органы; 8 - кожух; 9 - штанга с пружиной; 10 - штангодержатель; 11 - чизельный глубокорыхлитель.

Рисунок 1 – Схема культиватора-гребнеобразователя

Для междурядной обработки и окучивания опытная машина может быть снабжена чизельными - глубокорыхлителями, которые позволяют разуплотнять почву в зоне развития клубневого гнезда при междурядной обработке и окучивания, что позволяет на 18 - 20 % увеличить эффективный объем гребня.

Эффективность применения модульной универсальной машины при возделывании картофеля гребневым способом изучали в Мордовской сортоиспытательной станции в течение ряда лет [1, с. 15].

Почвы - выщелоченные черноземы с содержанием гумуса 6,3-6,8 %. Средняя обеспеченность фосфором и калием РН - 6,5-6,8. В опытах применяли 3 способа посадки картофеля:

- I - по гладкому полю - контроль;
- II - в гребни нарезанные предварительно;
- III - в гребни нарезанные одновременно с посадкой.

Уход за растениями имеет также 3 варианта:

I - довсходовое боронование, две междурядные обработки и окучивание с помощью культиватора КОН-2,8, скашивание ботвы за 5 дней до уборки;

II - довсходовое боронование по гребням и междурядьям с помощью ротационных боронок, междурядное рыхление и окучивание с помощью культиватора КФК-2,8, скашивание ботвы машинной КИР-1,5 за 7 дней до уборки;

III - довсходовое боронование по гребням и междурядьям с помощью ротационных боронок, междурядное рыхление и окучивание с помощью экспериментального культиватора с активными гребнеобразующими рабочими органами, скашивание ботвы за 10 дней до уборки.

Предварительную нарезку гребней при втором варианте проводили с помощью фрезерного культиватора КФК-2,8 производства завода «Киевтрактородеталь» по лицензии Голландской фирмы «Румпстад».

При третьем варианте использовали модульную универсальную машину разработанную на кафедре сельскохозяйственных машин института механики и энергетики.

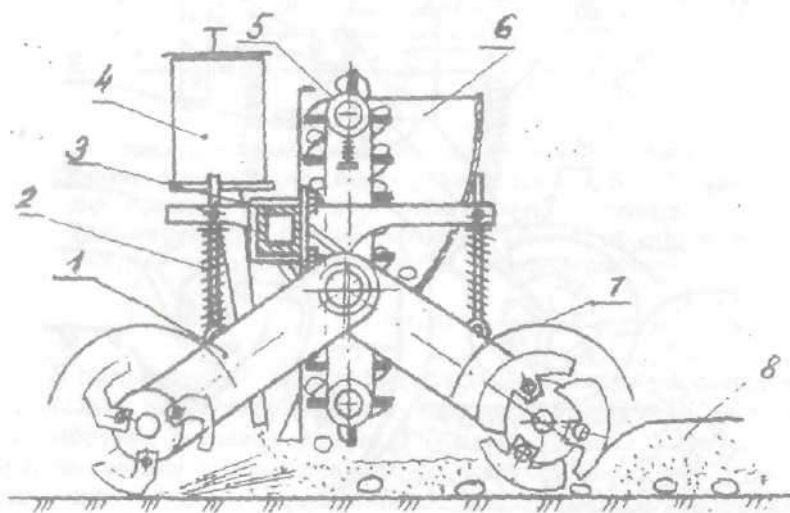
В период посадка - всходы температура почвы в зоне гребня была на 1-3°C выше и всходы появились на 2-3 дня раньше, чем на гладком поле. Не подтвердилось установившееся мнение, что гребневая посадка в засушливые годы не применима, так как способствует иссушению почвы. Выявлено, что в фазе всходов влажность почвы в слое 0-20 см составила в контроле - 29,6 % в гребнях нарезанных культиваторах КФК - 2, 8 - 30,6%, а в гребнях нарезанных экспериментальной машиной - 31,4%. Влажность почвы в зоне клубневого гнезда перед уборкой соответствует 19,7, 20,2 и 20,8 %.

Результаты исследования показали, что засоренность посадок в меньшей степени зависит от способа посадки и в большей - от приема ухода за ним. Меньше всего сорняков (6,5 шт. на га) в период всходов картофеля и перед уборкой отмечено в третьем варианте, а больше всего (7,8 шт. на га) в первом варианте. Это объясняется активным уничтожением всходов однолетних сорняков в период ухода и окучивания всходов картофеля.

Твердость почвы при гребневом способе во всех вариантах ухода значительно уменьшилась по сравнению с обычным. Во время посадки в гребнях она была ниже в 1,8 раза, чем в контроле (2,03 и 3,65 кг/см²). Наиболее сильно снижался этот показатель в гребнях при появлении всходов картофеля: - в первом варианте ухода в 2,4 раза (1,89 и 4,34), во втором - в 2,3 раза (1,71 и 3,93) и в третьем в 2,0 раза (1,68 - 3,36 кг/см²). Такое состояние почвы в гребнях сохранилось до уборки во всех вариантах.

Различия по вариантам в урожайности картофеля в сильно засушливом 2005 году были незначительны в последних двух вариантах: - во втором - 136 ц/га, в третьем - 148 ц/га, тогда как в контроле - всего 126 ц/га. Было также отмечено большее содержание товарных клубней (93,6 против 78,3%) и меньший процент заземленности вороха (8,4 и 20,1%) при уборке, что позволило применять комбайновую уборку.

Сочетание активных рыхлящих и гребнеобразующих рабочих органов, их удачная компоновка в конструкции машины открыло возможность разработки на его базе комбинированной картофелесажалки (рис. 2). Основа предложенной конструкции сажалки - унифицированный блок-модуль, который представляет собой сборку рыхлящих и гребнеобразующих рабочих секций фрезерного культиватора-гребнеобразователя и высаживающий аппарат элеваторного типа. Привод высаживающего аппарата осуществляется от ходовых колес картофелесажалки [2].



1 - секция рыхлящих рабочих органов; 2 - штанга с пружиной; 3 - рама; 4- туковысевающий аппарат; 5 - высаживающий аппарат элеваторного типа; 6 - бункер для семян; 7 - секция гребнеобразующих рабочих органов; 8 -сформированный гребень.

Рисунок 2 – Схема комбинированной машины-картофелесажалки

Технологический процесс предложенной картофелесажалки протекает следующим образом. При движении картофелесажалки секция рыхлящих рабочих органов производит интенсивную обработку почвы в зоне будущих гребней. В зону наибольшего рыхления тукопроводом подаются минеральные удобрения. Так как у рыхлящих секций снят отражательный щиток, то происходит основательное перемешивание удобрений почвой, достигается оптимальная подготовка и подкормка семенного ложе.

Активные комбинированные ножи гребнеобразующих секций производят рыхление почвы в междурядьях и одновременно перемещают ее в зону будущих гребней, заваливая семенной материал и образуя при этом профиль гребня. Семенной материал после формирования гребней оказывается выше дна борозды, расстояние от вершины гребня до верхней части клубня колеблется в пределах 6...8 см, что отвечает агротехническим требованиям, предъявляемым к гребневой посадке.

Посаженный таким образом картофель оказывается в самой оптимальной зоне гребня, где создан наилучший водно-воздушный и питательный режим, что способствует интенсивному росту и развитию растений картофеля.

В конструкции картофелесажалки предусмотрена возможность регулирования ширины междурядий и глубины посадки картофеля путем перемещения вдоль трансмиссионного вала блок-модулей и смещения направлятеля клубней вперед и назад по ходу движения агрегата. После посадки картофеля высаживающий и туковысевающий аппараты демонтируются, а культиватор-гребнеобразователь используется для ухода за посадками картофеля.

Внедрение модульной комбинированной машины для возделывания картофеля позволит сократить количество проходов машин при подготовке почвы и посадке картофеля, значительно снизить материальные и трудовые затраты,

повысить урожайность картофеля, а также создать благоприятные условия для ее механизированной уборки.

Результаты проведенных исследований показали, что гребневая посадка и возделывание картофеля на гребнях с применением фрезерных культиваторов – эффективный агроприем в условиях хозяйств нашей республики, поэтому его следует шире внедрять в производство.

Библиографический список

1. Колесников, Н.С. Опыт возделывания картофеля на тяжелых почвах [Текст] / Н.С. Колесников и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1992. – № 5-6. – С. 15.

2. Колесников, Н.С. Комбинированная картофелесажалка. [Текст] / Н.С. Колесников и др. – АС СССР № 1797773 БИ №8, 1993.

УДК 631.356

*Колчин Н.Н., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

УБОРОЧНАЯ ТЕХНИКА МАШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ НА ВЫСТАВКЕ «РОТАТО EUROPE – 2014»

Картофель выращивается практически во всех странах Евросоюза объеме порядка 60 млн. тонн. Его производство в ведущих странах за 2011 г. характеризуется устойчивыми высокими показателями, что видно из табл.1, и имеет ряд особенностей.

Таблица 1 – Показатели производства продовольственного картофеля в европейских странах

Страны	Показатели		
	Площадь посадок, га	Объем производства, тыс. т	Урожайность, т / га
Бельгия	76 833	4 195	54,6
Великобритания	109 733	5 289	48,2
Германия	172 821	7 881	45,6
Нидерланды	72 280	3 939	54,5
Франция	110 300	5 327	48,3

Например, в Великобритании около 2 500 производителей картофеля имеют почти 24 тыс. полей, средний размер которых более 5 га. Большое внимание уделяется подбору сортов, что привело к повышению урожайности с 23 т/га в 1960 г. до более 46 т/га в 2010 г. Этот рост также определен вложениями в отрасль картофелеводства страны значительных средств на освоение результатов инновационных научных работ и мер на протяжении многих лет. Современные производители высоко специализированы, им

обеспечен доступ к передовым агрономическим и техническим технологиям. Подобный подход создает условия для укрупнения хозяйства обеспечивает получение качественного продукта при наличии высоких требований рынка.

Ежегодно в сезон уборки картофеля поочередно в разных странах проводятся специализированные выставки по картофелеводству - Potato Europe. Такая выставка в 2014 г. была организована третий раз в Германии близ г. Ганновера.

На выставке были представлены экспонаты по всей технологической цепочке современного машинного производства картофеля от требований к сортам, от способов их разведения с демонстрацией на стендах в павильоне, и опытных делянках до показа на специальных площадках и в работе новейшей техники для посадки, ухода за посадками, уборки, послеуборочной доработки и транспортировки убранных клубней на поле с междурядьями 75 см площадью около 30 гектар.

Следует отметить сравнительно большое количество стендов, представляющих евроконтейнеры и/или технические средства их применения: для перевозки, погрузки, мойки и обеззараживания. Так, фирма Grimme демонстрировала на специальном участке комплекс техники для заполнения, опорожнения и погрузки контейнеров. На большом количестве стендов демонстрировалось приборное оборудование для выполнения исследований в картофелеводстве, а также широкая номенклатура комплектующих изделий и запасных частей.

Показ 4-х и 8-ми рядных навесных и прицепных сажалок и комбинированных посадочных агрегатов фирм Grimme (Германия), AVR (Бельгия) и Miedema (Нидерланды) проводился на отдельном участке поля с предварительно подготовленной ровной поверхностью. При этом технологический процесс работы машин включал только образование гребней без посадки в них клубней. Участвовали в демонстрации сажалки и комбинированные агрегаты (рис. 1) с элеваторными ложечными и ременными высаживающими аппаратами. Последние включают фрезерный культиватор, сажалку с элеваторными высаживающими аппаратами и гребнеобразователь. Отмечается, что компактные 4-х рядные агрегаты на трёхточечной навесной системе позволяют сохранить достаточную манёвренность даже на относительно малых площадях полей. Образованные таким агрегатом гребни видны на рис. 1.



Рисунок 1 – Комбинированный агрегат для подготовки почвы и посадки картофеля фирмы AVR

Показ уборочной техники проводился по полной технологической цепочке уборочного этапа «комбайн - полевое транспортное средство – линия послеуборочной доработки – большегрузное транспортное средство для отправки клубней потребителю». Фирмы – изготовители и основные технические данные комбайнов разных типов и рядности, участвовавших в показе, представлены в табл. 2.

Имеются трехрядные модификации обеих типов комбайнов фирмы Ploeger, а также и шестирядная – комбайна элеваторного типа. Выпускаются модификации комбайнов других фирм. Показанные модели 4-хрядных самоходных комбайнов имеют гусеничные ходовые системы, в том числе сменные.

Таблица 2 – Фирмы-изготовители и основные технические данные картофелеуборочных комбайнов

<i>Марка / рядность, шт.</i>	<i>Фирма</i>	<i>Тип</i>	<i>Класс тракт., (ДВС, л.с.)</i>	<i>Вместимость бункера, т</i>	<i>Масса, т</i>	<i>Габариты, м Д x Ш x В</i>
Spirit 8200/2	AVR	Пр	2,0	8,5	11,0	11,5x3,3x4,0
Puma / 4		Смх	(425)	8,0	18,0	11,0x3,5x4,0
R 2060/2	De wulf	Пр	2,0	8,0	11,4	12,0x3,3x4,0
RA 3060/2		Смх	(310)	8,0	18,5	12,6x3,5x4,0
Kwatro /4		Смх	(500)	10,5	30,4	14,9x3,5x4,0
Varitron 470 /4	Grim me	Смх	(490)	7,0	24,8	13,3x3,5x4,0
SE 260 / 2		Пр	2,0	6,0	9,2	10,8x3,3x3,8
SE75-55/1			1,4	4,5	5,1	6,9x3,0x3,6
AR 4BX / 4	Ploe ger	Смх	(450)	14,0	29,4	15,3x3,5x4,0
AR 4W / 4			(396)	нет	27,5	14,5x3,5x4,0

Ropa Keiler I/1	Ropa	Пр	1,4	4,3/6,1	5,3	7,8x3,0x3,6
Ropa Keiler II/2			2,0	9,5	10,1	11,8x3,0x3,9

Примечание: Смх- самоходные; Пр – прицепы.

Следует отметить определенное преимущество комбайнов бункерного типа, которые за счет бункеров-накопителей позволяют осуществлять уборку и транспортировку урожая клубней отдельно. Это преимущество особенно важно для небольших сельхозпредприятий, не располагающих достаточным количеством рабочей силы для параллельного выполнения обеих операций. Кроме того, в качестве дополнительных стационарных буферных накопителей возможно использование прицепов.

Следует отметить, что представленные на выставке комбайны выполнены по разным технологическим схемам - по прямоточной и по поворотной. Ранее они выполнялись практически по вариантам прямоточной технологической схемы. Эта схема в двухъярусном и одноярусном исполнении используется в комбайнах фирм Dewulf, Ploeger и, частично, в комбайнах фирм AVR и Grimme (самоходные комбайны бункерного типа Kwatro, RA 3060, Varitron 470, Puma и AR 4BX, а также прицепной R 2030). В настоящее время увеличилась доля моделей прицепных комбайнов, выполненных по поворотной технологической схеме. По этой схеме выполнены комбайны разной рядности серии Spirit фирмы AVR, фирмы ROPA и ряд комбайнов фирмы Grimme.

Это можно объяснить тем, что в поворотной схеме в большей степени могут реализоваться возможности технологического процесса вторичной сепарации примесей почвы и мелких растительных остатков путем использования выносных горок с различной рабочей поверхностью и отражающих валиков разной конструкции. Это стало возможным, когда промышленность освоила технологии массового изготовления различных резинотехнических изделий, которые широко применяются в этих рабочих органах.

Вместе с тем на комбайнах с классической прямоточной схемой возможна установка дополнительных сепараторов. Так, на комбайнах серии R 2030 фирмы Dewulf дополнительно может быть установлен сепаратор с аксиальными роликами, использованы ботвоудаляющие устройства роликового или транспортерного типов. Имеются варианты выполнения ковшевого транспортера для подачи клубней с примесями на верхний ярус, системы сепарирующих горок в задней части комбайнов для повышения эффективности работы комбайнов в различных условиях. Предусматриваются сменные сепарирующие рабочие органы различной конструкции: вальцовые, элеваторные, решетные и др.

Осуществляется автоматическое направление подкапывающих лемехов комбайнов на убираемые рядки и поддержание глубины подкапывания. Используется система автоматического регулирования давления на гребни рядков копирующих катков подкапывающего узла комбайнов. Это позволяет повысить эффективность работы сепарирующих элеваторов и снизить повреждения клубней.

В трансмиссиях комбайнов широко используется гидропривод, что позволяет оперативно регулировать режимы их работы применительно к непредсказуемо изменяющимся условиям уборки.

На самоходных комбайнах может быть установлена автоматическая система синхронизации скоростей движения машины и линейной скорости полотна первого элеватора. В данном режиме скорости клубни с него переходят на последующие с небольшим слоем почвенных примесей, смягчающих их контакты с прутками полотна последующего элеватора.

На комбайне SE 260 установлен переборочный стол большего размера (рис. 2) На столах располагают дополнительные пульта их регулировки. На том же фото виден механический роторный сепаратор для отделения почвенных комков и камней Он установлен практически на всех представленных моделях прицепных комбайнов. Его применение позволяет снизить количество рабочих на отборе примесей в 1,5 – 2 раза.



Рисунок 2 – Прицепной комбайне SE 260 фирмы Grimme в работе

На комбайнах устанавливаются или имеются в качестве сменных агрегатов гусеничные ходовые системы, широкопрофильные шины, сдвоенные и увеличенного диаметра колеса, что повышает их проходимость. Данные ходовые системы позволяют существенно повысить работоспособность комбайнов в тяжелых почвенно - климатических условиях и в меньшей степени воздействуют на структуру почв. На комбайнах фирмы ROPA площадки переборочных столов для обслуживающего персонала выполнены регулируемыми по высоте.

В кабинах тракторов прицепных и операторов самоходных комбайнов используются мониторы для визуального контроля процесса их работы.

На прицепных комбайнах применяют устройства для бокового подкопа. При такой схеме трактор в работе идет по убранной части поля, что снижает уровень повреждений клубней, а при транспортировке – за трактором. Устанавливаются бункера, осуществляющие выгрузку картофеля из них на ходу. На ряде комбайнов бункер имеет подвижное дно из двух полотен, что позволяет увеличить его вместимость.

Представляет интерес передняя навеска на трактор двух одно- или двухрядных элеваторных копателей для комбинированной уборки (рис. 3). Одновременно на прицепе трактора работает двухрядный комбайн. Клубни сначала извлекаются из двух или четырех крайних рядков и укладываются валком в междурядье двух неподкопанных средних. Таким образом, двухрядный комбайн может убирать картофель одновременно с 4 – х или с 6 – ти рядков.



Рисунок 3 – Двухрядный навесной копатель для комбинированной уборки картофеля фирмы TOLMAC (Нидерланды)

Несмотря на известное снижение потребления картофеля в развитых странах, он остается в Европе одной из ведущих сельскохозяйственных культур. Производство картофеля в мире растет, и ему уделяется большое внимание. Оно развивается в направлениях повышения качества продукции, снижения затрат труда, повышения эффективности технологий и техники и выполнения требований экологии.

Библиографический список

1. PotatoEurope 2014: Europe's largest Potato Industry Event . – URL : <http://www.potatopro.com/potato-conferences-tradeshows/potato-europe-2014>.

ТЕХНИКА ТРАНСПОРТА И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДОРАБОТКИ МАШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ НА ВЫСТАВКЕ «POTATO EUROPE – 2014»

Урожай клубней благодаря совершенствованию полевой техники убирается всё быстрее. При этом возрастают требования к эффективности транспортной логистике. Правильный подбор должен компенсировать колебания в объёмах, связанные с уборкой и транспортировкой, а также сменой мест складирования благодаря резервированным мощностям.

Для транспортировки убранного картофеля от комбайнов использовались большегрузные самосвальные тракторные прицепы фирм Miedema B.V. и B.V.Весо (Нидерланды), Fliegl Agrartechnik GmbH (Германия) и др. грузоподъемностью до 24 т.

Общими особенностями прицепов, применяемых на отвозе картофеля от комбайнов, являются многоосные колесные ходовые системы с широкопрофильными шинами и с синхронным подруливанием, а также задние подъемные борта, управляемые из кабины трактора. При использовании управляемых бортов снижается высота перепада и скорость движения клубней при выгрузке. При этом практически не остается больших зазоров между кузовами и стенками приемных бункеров линий. Это позволяет практически избежать потерь клубней при выгрузке и снизить уровень их повреждений. Для выгрузки клубней из самосвальных прицепов в сравнительно малые емкости (контейнеры, бункеры сажалок и др.) при помощи ленточного транспортера в задней стенке кузова предусматривается окно со специальной заслонкой. В больших кузовах для выгрузки используется подвижное дно в виде ленточного конвейера.

При уборке картофеля основная масса почвы отделяется на комбайнах и остается в поле. Но в сложных условиях, особенно на тяжелых почвах, это удается выполнить не в полной мере, и с полей вывозится часть почвы, что уменьшает толщину пахотного слоя и снижает их плодородие.

С целью решения данной проблемы и повышения степени «гибкости» уборочных технологий фирмы Josef Brettmeister Metall- und Fahrzeugbau (Германия) и Fliegl Agrartechnik GmbH представили образцы тракторных прицепов разной конструкции с сепараторами почвы. В обеих моделях сепараторы включаются в работу при разгрузке прицепов.

На прицепе Brettmeister K3 (рис. 1) первой из названных выше фирм сепаратор установлен в передней части кузова. В нем использована батарея продольных пластмассовых валиков. Подача клубней на сепаратор осуществляется подвижным дном кузова (лентой). Выделенная почва выпадает, а клубни поступают на выгрузной конвейер с просевным лопастным полотном. Разгрузочная высота конвейера регулируется. При транспортировке выгрузной

транспортёр складывается при помощи гидроцилиндров в габариты кузова.



Рисунок 1 – Прицеп с сепаратором почвы в его передней части
Brettmeister КЗ фирмы Josef Brettmeister Metall- und Fahrzeugbau

Другая из названных выше фирм установила выгрузной транспортёр с прутковым лопастным сепарирующим полотном у задней стенки кузова прицепа (рис. 2). Подача картофеля из кузова осуществляется через специальное окно в задней его стенке при помощи подвижного борта с гидроприводом внутри кузова. Рама транспортного средства выполнена из отдельных секций, соединённых шарнирами. При помощи 4 – х пар гидроцилиндров, расположенных по обеим сторонам рамы, транспортёр может принимать различную конфигурацию и подавать картофель на разный уровень, внутрь емкостей и складываться в транспорте по задней стенке кузова. Управление транспортёром осуществляется со специального пульта, расположенного в нижней части его рамы.



Рисунок 2 - Прицеп с сепаратором почвы в его задней части фирмы Fliegl
Agrartechnik GmbH

Рост потоков убранных клубней с полей определяет размеры приёмных

устройств и транспортёров в местах хранения. Линии для послеуборочной доработки клубней комбайновой уборки на показе представили фирмы AVR, Bjijsma Hercules (Нидерланды), Grimme и Miedema. Линии имеют схожую компоновку. Они смонтированы из технологических агрегатов (модулей): приемного бункера с подвижным дном для подачи клубней и со сменными блоками отделения почвенных примесей и клубней мелкой фракции, системы ленточных конвейеров, загрузочного телескопического транспортера и другого оборудования.

Основные технические показатели линий для приема и доработки убранного комбайнами картофеля, показаны в табл. 1. Линии и дополнительное оборудование к ним выпускаются в нескольких модификациях с разными параметрами применительно к требованиям к картофелю и к условиям уборки. При использовании линий на загрузке хранилищ увеличивается количество ленточных транспортеров. По мере заполнения хранилища оно постепенно сокращается.

Таблица 1 – Основные технические данные линий для послеуборочной доработки картофеля

Фирма и страна	Агрегаты линий и их основные показатели				Дополнительные агрегаты
	Приемный бункер / Загрузочный транспортер				
	Объем бункера, м ³ Ширина ленты, см	Ширина приема, м Длина ленты, м	Кол-во роликов, шт. Вылет макс., м	Мощность, кВт (бункер / загрузочный транспортер)	
Miedema Нидерланды	20 / 70	2,4 / 19	7 x 2 / 14,7	7,5 / 5,5	Телескопические и отводные транспортеры, загрузчики контейнеров, контейнеры и др.
Bijlsma Hercules Нидерланды	15,5 / 85	2,4 / 17	7 / 13,5	10,5 / 7,0	
Grimme Германия	21 / 80	2,4 / 18	MultiSep 12,7	2 x 15 / 7,5	

В приемных бункерах предусмотрены сменные отделители примесей разных типов (спиральные, звездочные, валиковые и др.). Рабочие зазоры в сепараторах и сортировальных блоках регулируются, в том числе дистанционно, при помощи специальных приводных систем.

Линии для послеуборочной доработки картофеля в работе представлены на рис. 3.

На линиях установлены системы автоматического регулирования подачи продукции за счет изменения скорости движения ленты (подвижного дна) приемного бункера. Устанавливаются подвижные чистики, устраняющие залипания и забивания рабочих органов без остановки агрегатов. Производительность линий - до 120 т/ч.



Рисунок 3 – Линии на доработке картофеля комбайновой уборки

При работе линий во время показа обработанный картофель подавался загрузочными транспортерами в кузова большегрузных транспортных средств и в них отправлялся потребителям.

На выставке, наряду с высокопроизводительной техникой были показаны технические средства для механизации картофелеводства в хозяйствах малых форм. Широкую номенклатуру таких машин представила фирма *Mix Fordertechnik und Stahlbau GmbH* (Германия). В нее входят приемные бункеры различной вместимости, отделители примесей разных типоразмеров, сортировки транспортерного, роликового и барабанного типов, переборочные столы, машины для «сухой мойки» клубней при подготовке их к реализации, моечные машины, различные транспортеры и др. Ряд машин показывался в действии. Подобную малую технику также производят фирмы *Jabelmann* (Германия). *Schouten Sorting Equipment* (Нидерланды).

Современная машинная технология производства качественного картофеля завершается доведением его до потребителя. В этом плане фирма *Siegfried Roesler GmbH* (Германия) показала торговые автоматы серии FWA, которые не только торгуют расфасованными клубнями, но и сохраняют их товарные качества длительное время. Они работают без обслуживающего персонала от сети или от солнечных модулей. Выпускаются в модификациях в виде стеллажей с разным количеством ячеек и с различными их размерами для пакетов клубней весом до 20 кг.

Библиографический список

1. PotatoEurope 2014: Europe's largest Potato Industry Event . – URL : <http://www.potatopro.com/potato-conferences-tradeshows/potato-europe-2014>.

АСПЕКТЫ БИОМЕХАНИКИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Особенностью сельскохозяйственного ремонтного производства является разнообразность решаемых задач и отсутствие необходимой инфраструктуры и оборудования для производства ремонтных работ. Поэтому при проведении ремонтных работ сельскохозяйственной техники наблюдается низкая производительность, а их последствиями является высокий травматизм. Рассмотрим условия труда в сельскохозяйственном ремонтном производстве, учитывая, что определение класса условий труда в зависимости от рабочей позы проводится в соответствии с руководством № Р2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» осуществляется следующим образом [1]:

- оптимальный (легкая физическая нагрузка) – 1 класс (свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя) (нахождение в позе стоя до 40% времени смены);
- допустимый (средняя физическая нагрузка) – 2 класс (периодическое до 25% времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей) или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60% рабочего времени);
- вредный (тяжелый труд) 1 степени – 3.1 класс (периодическое, до 50% времени смены, нахождение в неудобной или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках) до 25% времени смены; нахождение в позе стоя до 80% времени смены);
- вредный (тяжелый труд) 2 степени – 3.2 класс (периодическое, более 50% времени смены, нахождение в неудобной или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках) более 25% времени смены; нахождение в позе стоя более 80% времени смены).

Чем лучше эргономика рабочего места и чем удобнее и стабильнее поза, тем дольше сохраняется высокая производительность, однако достижение оптимальной позы означает лишь то, что она будет удобна в течение более длительного времени [2]. Оптимальная поза для каждого человека является индивидуальной, причем в зависимости от пола, физического развития, антропометрических параметров, возраста предпочтения оптимальной позы могут меняться. В течение рабочей смены должна быть возможность для изменения позы, иначе рабочая поза может привести к возникновению производственного заболевания работника. Нервная система может способствовать развитию заболеваний костно-мышечной системы, защитные

механизмы могут вызвать осложнение протекания заболевания. Так вредное воздействия рабочей позы может проявляться в патологической афферентной импульсации с напряженных мышц, ишемические повреждения (нарушение кровообращения) вследствие длительного соприкосновения поверхности тела с опорной поверхностью, венозная патология нижних конечностей и других проявлениях [2]. При этом ключевым показателем является именно время пребывания в той или иной позе, например, для позы «на корточках», приемлемое время непрерывной работы может составлять 10 – 15 минут, а для «позы сидя» – несколько часов. Для различных видов производственной деятельности должны соблюдаться рекомендуемые положения тела, а также временные промежутки для работы и отдыха.

Для выполнения операций, требующих больших затрат времени следует применять устройства для поддержки инструмента, для опоры человека с целью разгрузки определенных групп мышц. *Данные для изготовления подобных устройств должны основываться на идеальной биомеханической модели рабочего, при этом следует учитывать различные варианты отклонений положения тела с указанием приемлемых интервалов времени. Такие устройства и приспособления могут иметь ограниченное применение, поэтому должны объединяться с другими приспособлениями, например, тележками для инструмента, ограждениями, верстаками, подъемниками и подобными устройствами. Применение манипуляторов с универсальными кронштейнами для крепления различного инструмента, обеспечение подъема, кантования отдельных узлов и оборудования позволит повысить производительность труда и снизить риск возникновения травматизма и производственных заболеваний.*

При проектировании таких устройств и для исследования возможности их применения следует пользоваться виртуальными методами, которые позволяют отслеживать положение тела человека в процессе трудовой деятельности, оценивать нагрузки, возникающие в тех или иных частях тела человека. При этом стремятся, чтобы эта биомеханическая модель обладала основными свойствами, присущими моделируемому объекту, и обеспечивала бы использование современных методов исследования. В биомеханике отвлекаются от деталей анатомического строения и физиологических механизмов опорно-двигательного аппарата и рассматривают упрощенную (рабочую) модель человека.

Наиболее интересными с точки зрения снижения травматизма профессиональных заболеваний являются устройства - экзоскелеты, которые надеваются на человека и ограничивают травмирующие движения, а также обеспечивают поддержание различных частей тела в неудобных позах. При нахождении работника в травмирующих позах, или при превышении установленного интервала пребывания в данной рабочей позе может подаваться звуковой сигнал. *Особое внимание следует акцентировать на тех видах деятельности, для восстановления трудоспособности и рабочей активности которых необходима смена рабочей позы, выполнение которой затруднительно или невозможно. Экзоскелеты имеют большой потенциал для*

разгрузки мышц спины и плечевого пояса, для этого на поясной зоне предусматриваются универсальные крепления с подпружиненной штангой для различного навесного оборудования, пневмо- и электроинструмента. Применение экзоскелетов с электроприводом позволяет увеличить силовую оснащенность человека, обеспечить его выносливость в трудных условиях.

Библиографический список

1. Р2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании "КонсультантПлюс". – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85537/

2. Макеев, Н.И. Эргономика труда: новые методологические подходы к оценке рабочей позы работника [Электронный ресурс] / Информационный портал «Труд-Эксперт. Управление». – URL : <http://www.trudcontrol.ru/press/publications/5053/ergonomika-truda-novie-metodologicheskie-podhodi-k-ocenke-rabochey-pози-rabotnika>

УДК 631.171

*Коченов В.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Наращивание производства зерна - ключевая проблема сельского хозяйства, решение которой в большой степени зависит от совершенства уборочных машин и технологии уборки. В нашей стране комбайнами убирают около 98% площадей, занятых зерновыми, крупяными, зернобобовыми культурами и рисом, поэтому задача создания высокопроизводительной техники и снижения потерь зерна при уборке является актуальной [1, 2].

Создание конструкций высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов неразрывно связано с решением проблемы снижения потерь зерна. Одна из важнейших систем зерноуборочных комбайнов – система очистки. Следует отметить, что несмотря на многократные попытки изменить схему очистки радикально и многочисленные изобретения в этом направлении, на выпускаемых зерноуборочных комбайнах как в нашей стране, так и за рубежом система очистки мало трансформировалась [3].

Потери зерна обуславливаются многообразием внешних факторов, влияющих на производительность комбайна и несовершенством его конструкции. Сокращение сроков уборки и соответственно потерь зерна возможно путем совершенствования конструкции комбайна и увеличения его производительности.

Можно выделить несколько направлений повышения производительности машин для уборки зерна:

реализация новых функциональных схем работы комбайнов с внедрением новых рабочих органов (роторных молотильно-сепарирующих устройств, ротационных сепараторов грубого вороха, комбинированных очисток, механизмов автоматического управления и контроля качества работы комбайна, и т. д.);

увеличения параметров основных рабочих органов: ширины молотилки, диаметра барабана, длины солоотряса, площади решет очистки и т.д.;

применение новых принципов, обеспечивающих интенсификацию процессов обмолота и сепарации мелкого и грубого ворохов и способствующих повышению надежности технологического процесса работы комбайна.

Наиболее перспективным направлением создания высокопроизводительных комбайнов является использование принципов, позволяющих интенсифицировать процессы обмолота и сепарации грубого и мелкого ворохов.

Пропускная способность существующих зерноуборочных комбайнов ограничивается производительностью воздушно-решетной очистки и солоотряса. Поэтому при создании и модернизации комбайнов большое внимание уделяют разработке технологического процесса воздушно-решетной очистки, которая должна удовлетворять противоречивым требованиям уборки зерновых культур, семенников трав, риса и других культур в различных почвенно-климатических зонах страны.

После обмолота хлебной массы образуется зерновой ворох, который состоит из зерна и мелких незерновых частиц (полова, мелкие соломины, недомолоченные колоски и семена сорных растений).

Состав и свойства зернового вороха определяются конструкцией молотильного аппарата, а также условиями произрастания растений и уборки урожая. При обмолоте однобарабанным молотильным аппаратом в зерновом ворохе, поступающем на транспортную доску воздушно-решетной очистки, содержится до 30% незерновой части урожая. С интенсификацией процесса обмолота хлебной массы увеличивается степень перебивания соломы и выход солоmistых фракций в зерновой ворох.

Содержание соломы и особенно половы в зерновом ворохе оказывает существенное влияние на качественные показатели работы воздушно-решетной очистки (потери зерна, чистоту зерна, выход зерна в колосовой шнек). Для интенсификации процесса сепарации на воздушно-решетной очистке следует увеличить содержание зерна в зерновом ворохе при поступлении его на первое решето-жалюзи очистки. Для решения этой задачи предлагается воздействовать на зерновой ворох, поступающий из-под деки молотильного устройства на транспортную доску комбайна струйным воздушным потоком. Применение струйных потоков в поддековом пространстве позволит выделить примеси из вороха, пневмотранспортировать их в зону действия основного вентилятора очистки и обогатить зерном ворох, поступающий на стрясную доску очистки.

Методы разделения смесей основаны, главным образом, на различии физико-механических свойств их компонентов. Анализ исходной информации по вопросу сепарации зернового вороха и изучение физико-механических

свойств его компонентов показал, что составляющие незерновой части урожая отличаются от зерна по аэродинамическим свойствам и размерам и могут быть выделены при помощи воздушного потока и решета. Такой способ воздушно-решетной сепарации является основным в разделении зернового вороха в очистках комбайнов. На практике широко используется устройство для разделения вороха, в котором решето поддерживает слой вороха и за счет колебаний воздействует на него, способствуя взрыхлению слоя воздушным потоком [4,5,6].

При взрыхлении аэродинамически легкие компоненты вороха выносятся воздушным потоком, а зерна, проходя сквозь ворох, достигают поверхности решета и, встречая на своем пути отверстия, проваливаются под решето. Крупные тяжелые солоmistые частицы идут сходом с решета.

Воздушно-решетная очистка осуществляет разделение вороха на отдельные фракции одновременно по трем параметрам: по размерам частиц, скоростям витания в воздушном потоке и коэффициентам трения или сцепления, свойственным каждой частице вороха.

Для качественного разделения вороха необходимо выполнение двух основных условий: расслоение вороха по величине объемной плотности на два слоя: верхний легкий и нижний тяжелый и быстрое удаление легких солоmistых примесей с верхних слоев вороха к выходу из молотилки.

Предварительное разделение вороха по плотности на две основные фракции - легкую и тяжелую обеспечивает интенсивное прохождение зерна через решето-жалюзи.

При большой подаче зернового вороха на сепаратор и при повышенном содержании в смеси солоmistых примесей резко возрастает толщина слоя вороха на верхнем решете и воздушный поток не может выносить легкие примеси. Мелкие солоmistые частицы в смеси с зерном как бы "экранируют" сепарирующую поверхность решета и препятствуют проходу зерна. Поэтому предварительное выделение этих частиц до поступления их на первое решето-жалюзи способствует повышению производительности воздушно-решетной очистки.

Известно, что 85 - 90 % незерновой части урожая в ворохе отделимы воздушным потоком [7, 8]. Для наиболее полного использования воздушного потока и интенсификации процесса отделения зерна от незерновой части исследователи предлагают отделить воздушный поток от решета, то есть отделение мелких и крупных частиц производить отдельно. При этом возможны два варианта:

- выделение в первую очередь основного количества мелких примесей;
- выделение в первую очередь основного количества крупных примесей.

Струи воздуха, продувающие зерновой ворох, представляют собой подобие воздушного решета. Зерна просыпаются в промежутки между струями, а легкие компоненты подхватываются воздушным потоком и переносятся в зону действия основного вентилятора очистки.

Струйные воздушные потоки имеют существенные преимущества перед щелевыми потоками. Струйные потоки характеризуются локализованностью

своего действия и различной степенью вероятности воздействия на компоненты вороха, малым расходом воздуха и невысокой степенью завихрения потока.

Таким образом, на основании обзора существующих технологий можно сделать выводы:

1. Для обеспечения процесса обогащения зернового вороха путем предварительной пневмосепарации необходимо рассчитать параметры струйного потока: диаметр отверстий для выхода струй, расстояние между отверстиями, начальную скорость выхода струй. Начальная скорость выхода струй должна обеспечивать транспортировку половины на середину верхнего решета очистки без выноса зерна. Конечная скорость струи должна быть такой, чтобы удерживать легкие компоненты вороха, но при этом не оказывать дополнительное воздействие на воздушный поток основного вентилятора очистки, не сдувать зерна с транспортной доски и не нарушать технологический процесс работы сепаратора мелкого вороха.

2. При изучении процесса обогащения зернового вороха путем предварительной пневмосепарации необходимо учитывать особенности распространения горизонтальной воздушной струи в молотилке зерноуборочного комбайна, представляющей собой полуограниченное пространство, движение воздушной струи в которой ограничивается с двух сторон боковинами комбайна, а снизу транспортной доской воздушно-решетной очистки.

Библиографический список

1. Балабанов В.С., Косачев Г.Г. Нетрадиционные способы уборки: перспективы, эффективность//Мех. и электр. сел. хоз-ва. - 1986. -№ 9. - С. 18-21.

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

3. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-16/И.П. Ксенович, Г.П. Варламов, Н.Н. Колчин и др. М.: Машиностроение, 1998. – 720 с.

4. Аэродинамика тракта очистки зерноуборочных комбайнов /А.И. Нелюбов, Е.Ф. Ветров, А.Ф. Поляков и др. Тракторы и сельхозмашины. 1985 №6.

5. Алферов С.А. Воздушно-решетные очистки зерноуборочных комбайнов – М.: Агропромиздат, 1987 – 159 с.

6. Зерноуборочные комбайны /Г.Ф. Серый, Н.И. Косилов, Ю.Н. Ярмашев и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 248 с.

7. 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.

8. Мартышов, А.И. Показатели качества измельчения незерновой части урожая зерноуборочными комбайнами марок Дон-1500Б и Палессе GS12 [Текст] / А.И. Мартышов, Н.В. Бышов, Н.М. Морозова // Материалы межвузовской научн. практ. конф. «Современная наука глазами молодых

ученых: достижения, проблемы, перспективы» : Сб. научн. тр. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – С. 79-81.

9. Пьяных, В.П. Снижение травмирования зерна при обмолоте [Текст] / Пьяных В.П., Родимцев С.А. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2000. № 12. С. 4.

10. Родимцев, С.А. Селекционная молотилка для дифференцированного обмолота [Текст] / Родимцев С.А., Пьяных В.П., Дринча В.М. Тракторы и сельхозмашины. 2005. № 5.

УДК 636.085.622

*Кочетков А.С., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Некрашевич В.Ф., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ВАЛЬЦОВОЙ ПЛЮЩИЛКЕ

Концентрированный корм является одним из основных структурных компонентов рациона животных и птицы, энергетический потенциал которых используется в недостаточной мере. Как правило, зерновые корма скармливаются измельченными в виде комбикормов. Измельчение зерновых кормов производят различными способами в машинах типа молотковые дробилки, жерновые и вальцовые мельницы. Одним из недостатков первых двух машин является неравномерный гранулометрический состав продукта, наличие пылевидных частиц, которые негативно влияют на здоровье и прирост массы животных. Этот недостаток значительно уменьшается при использовании в качестве измельчителя плющилки фуражного зерна с рифленными вальцами.

С целью изучения процесса измельчения нами разработана и испытана плющилка зерна, включающая два рифленых вальца диаметром 100 мм и длиной 300 мм, вращающихся навстречу друг другу с разной угловой скоростью.

Исследования проводились на ячмене с влажностью 10%. Зазор между вальцами регулировался эксцентриками в пределах 0,3...1,5 мм. Расход энергии замерялся с помощью измерительного комплекта К-51. Производительность плющилки определялась методом отбора проб. Степень разрушения зерен ячменя определялась через коэффициент впитывания воды.

$$K_{\epsilon} = \frac{m_n - m_c}{m_c},$$

где m_n – масса измельченного зерна с впитавшейся в него водой, г
 m_c – масса сухого измельченного зерна, г

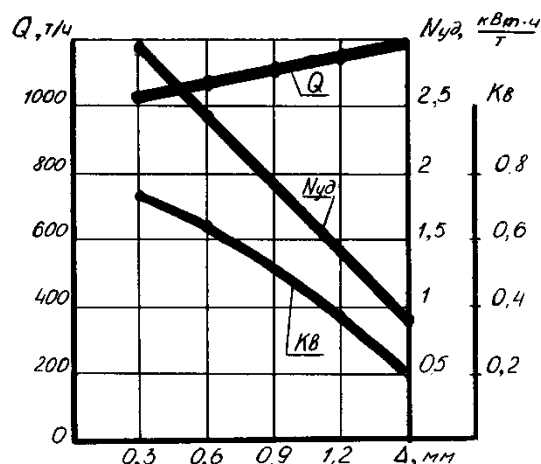


Рисунок 1 – График зависимости производительности, энергоемкости, коэффициента впитывания от величины зазора

Пять навесок массой 10 грамм погружались в воду, выдерживались в воде 5; 15; 25; 35; 45 минут, вынимались и после стекания воды в течение десяти минут взвешивались. Опыт считался достаточно точным, если коэффициент впитывания зерном воды отличался от среднего значения в каждой серии не более чем на 5%.

Обработка результатов исследований показала (рис.1), что значительное влияние на процесс измельчения оказывает зазор (Δ) между вальцами, с увеличением которого производительность (Q) увеличивается, а удельный расход энергии ($N_{уд}$) и коэффициент впитывания (K_v)

Библиографический список

1. Егоров, Г.А. Технологические свойства зерна [Текст] / Г.А. Егоров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 334 с
2. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] / С.В. Мельников, В.Р. Алешин, П.М. Рощин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

УДК 636.085.622

Кочетков А.С., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
 Некрашевич В.Ф., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ
 (г. Рязань, РФ)

ОСОБЕННОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВАЛЬЦОВОЙ ПЛЮЩИЛКИ

Основным рабочим органом предлагаемой конструкции (рис.1) является пара валец-валец (1,2) поверхность которых представляет собой рифли, выполненные в форме трапеции. Выступы вальца 2 входят во впадины вальца

1. Частота вращения валцов одинакова, $\omega_1 = \omega_2$ при условии равенства радиусов R_1 и R_2 и механически синхронизирована специальным шестеренчатым приводом.

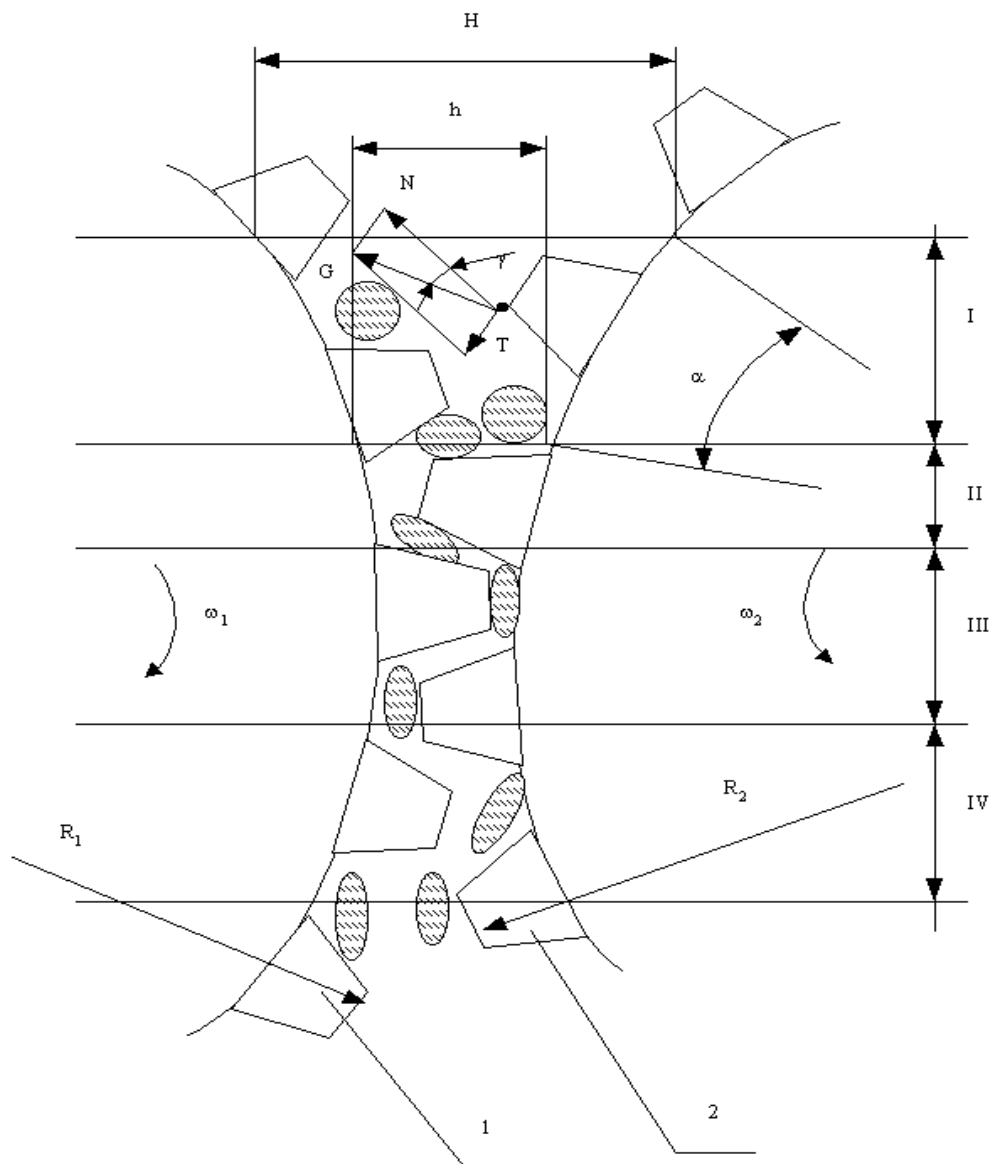


Рисунок 1 - Схема рабочего процесса в зонах рифлей

В растров вальцов, под действием гравитационных сил через сужающийся бункер подается зерносмесь, захватываемая рифлями 3, и захваченный слой зерносмеси подвергается сжатию за счет сближения рабочих поверхностей вальцов. Материал, находящийся во впадинах одного вальца, подвергается воздействию выступов другого вальца, в результате чего зажатие зерновых компонентов, их смятие (плющение) и частичное разрушение как поверхностных слоев зерна, так и внутреннее разрушение эндосперма зерна. Зерно раскалывается на ряд частиц и под действием вальцов, после выхода из зоны сжатия, сплюснутый зерновой материал отделяется от поверхности впадин рифлей и направляется на последующее скармливание или доработку в качестве основного или вспомогательного компонента кормовой смеси.

Рассмотрим физику процесса сжатия и разрушения зерна. Условно разделим процесс на четыре зоны (рис. 1): I – зона захвата и сжатия, II – зона излома, III – зона плющения со сдвигом, IV – зона упругого расширения. Вся энергетика процесса, таким образом, может быть выражена через сумму работ $A_{\text{общ}}$ на участках зон I – IV.

$$A_{\text{общ}} = A_I + A_{II} + A_{III} + A_{IV} \quad (1)$$

где: A_I – работа в зоне захвата и сжатия,

A_{II} – работа в зоне излома,

A_{III} – работа в зоне плющения со сдвигом,

A_{IV} – работа в зоне упругого расширения.

В зоне захвата I поверхности вальцов представляют собой чередующиеся полосы металла (рифлей) и заполненных зерном впадин и могут быть рассмотрены как гладкие вальцы с усредненным коэффициентом трения f_{mp}^{cp} , равным половине суммы f_1 – коэффициента трения зерна по зерну и f_2 – коэффициента трения зерна по металлу.

$$f_{mp}^{cp} = \frac{f_1 + f_2}{2} \quad (2)$$

Условие захвата можно определить, рассмотрев схему (рис. 1).

$$\operatorname{tg} \varphi = f_{mp}^{cp} \geq \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

где: φ – угол трения,

α – угол контакта вальцов с зерном,

Если $R_1=R_2$ и углы захвата одинаковы ($\alpha = \text{const}$), то справедливо равенство:

$$2R_1(1 - \cos \alpha) = H(1 - \frac{h}{H}) \quad (4)$$

Здесь $\frac{h}{H} = \delta$ и представляет собой коэффициент сжатия слоя с момента захвата до момента сжатия без зацепления зубцов.

Из формулы (3) можно определить допустимый диаметр вальцов:

$$D = \frac{H(1 - \frac{h}{H})}{1 - \cos \alpha} \quad (5)$$

Возможный угол контакта α можно получить из уравнения:

$$H = D + h - D \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

отсюда

$$\alpha = 2 \arcsin \sqrt{\frac{H - h}{2D}} \quad (7)$$

Захватывающая способность рифлей вальцов может быть определена через коэффициент сцепления μ .

Вальцы действуют на зерно с силой G . В первом приближении можно воспользоваться эмпирической зависимостью:

$$G = 0,5c \left(\frac{H - h}{H} \right)^k \quad (8)$$

где c и k – постоянные коэффициенты для зерна.

Зерно, притягиваемое вальцами, будет находиться под действием нормальных усилий N и сил трения T . Тогда:

$$N = G \cos \gamma \quad (9)$$

где γ – направление равнодействующей нормальных усилий.

Примем, что $\gamma = 0,25\alpha$. Выразим N через выражения (6) и (7):

$$N = 0,5c \cdot \left(\frac{H-h}{H}\right)^k \cos \gamma \quad (10)$$

Известно, что усилие T на поверхности вальца выразится как:

$$T = f_{mp}^{cp} N \quad (11)$$

или с учетом (1):

$$T = \left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right) N \quad (12)$$

подставив значение N из выражения (10) получим:

$$T = 0,25(f_1 + f_2) \cdot c \cdot \left(\frac{H-h}{H}\right)^k \cos \gamma \quad (13)$$

Тогда работа силы T на пути α определится как:

$$A_1 = T \frac{\pi R \alpha}{180} = 0,25(f_1 + f_2) \cdot c \cdot \left(\frac{H-h}{H}\right)^k \cos \gamma \cdot \frac{\pi R \alpha}{180} \quad (14)$$

Таким образом, определено аналитическое выражение для расчета работы на участке I в зоне захвата и сжатия вальцового станка с рифлеными поверхностями рабочих органов.

Библиографический список

1. Ревнивцев, В.И. Основные закономерности изменения слоя сыпучего материала при сжатии [Текст] / Ревнивцев В.И., Барзуков О.П., Иванов Н.А. // Обогащение руд. – 1984. – № 4. – С. 3-6.
2. Ребиндер, П.А. Поверхностные явления в твердых телах в процессах их деформации и разрушения [Текст] / П.А. Ребиндер, Е.А. Щукин // Успехи физических наук. – 1972. – Т. 108. – 387 с.

УДК 62.001.63(075.8)

*Кравченко А.М., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГТУ
(г. Рязань, РФ)*

ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В САПРА UTODESK INVENTOR PROFESSIONAL

Усиление естественнонаучной компоненты в национальном образовании заставляет глубже изучать современные информационные технологии, направленные на совершенствование инженерного проектирования и развитие виртуального конструирования. К таким прогрессивным технологиям можно

безусловно отнести *технология цифровых прототипов* реализованную в CAD/CAE-пакете AutodeskInventorProfessional. Это мощное инструментальное средство разработки цифровых моделей (прототипов) изделий машиностроения, учитывающих не только малейшие нюансы геометрических параметров формы, но и физические (механические) свойства конструкционного материала и позволяющее, вследствие этого, в полуавтоматическом режиме выполнять весь комплекс работ по разработке трехмерных виртуальных образов от элементарной детали до сложнейших технических систем и полномасштабных архитектурных комплексов, включая изготовление необходимой конструкторской документации (чертежи, спецификации).

Одной из характерных особенностей данного программного продукта является его способность в интерактивном режиме следить за корректностью осуществления сборки деталей в узле отслеживая наличие сопряжений и учитывая их взаимную подвижность (степени свободы кинематических пар). Виртуальная проверка работы изделия разработанного в средеInventor снижает вероятность ошибок и увеличивает технологичность его изготовления. Возможна как проверка пересечений статичных деталей с подсвечиванием (рисунок 1) пересекающихся частей (кинематических коллизий), так и проверка потенциальных пересечений движущихся частей механизма с помощью вариации зависимостей или перетаскивания компонентов.

Автоматический мониторинг соблюдения важных конструкторских параметров позволяет снизить вероятность возникновения ошибок проектирования. Эта функция позволяет контролировать длину, расстояние, угол, диаметр, периметр контура, площадь, объем и массу. При выходе значений отслеживаемых параметров за пределы заданного диапазона появляется предупреждающий сигнал. *Корректор ошибок* - это диагностическое средство, с помощью которого можно выявлять потенциальные проблемы в механической системе и находить пути их исправления (рисунок 2).



Рисунок 1 – Пример осуществления автоматической проверки пересечений статических деталей

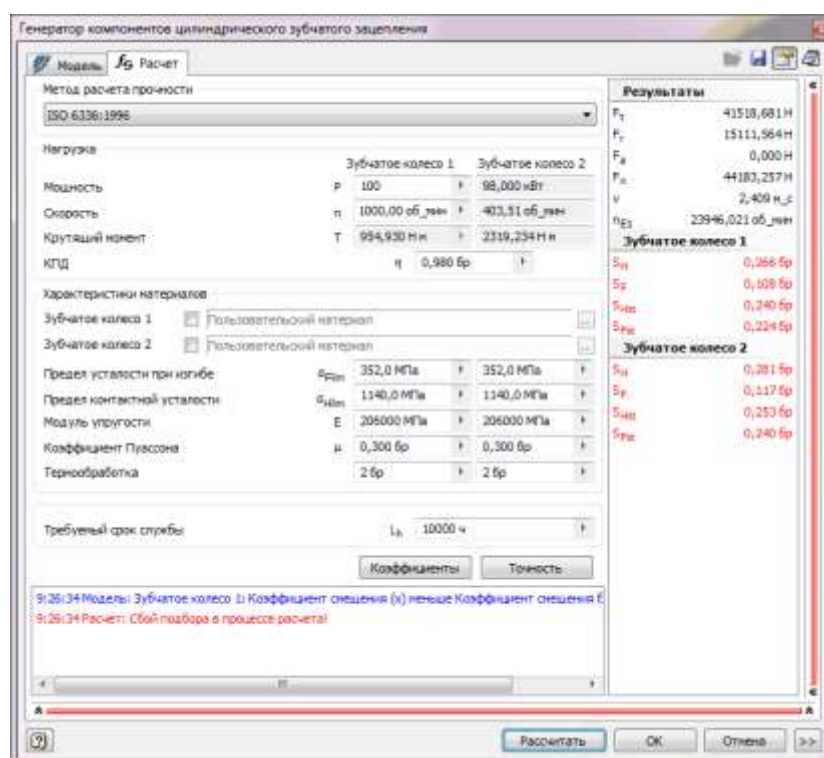


Рисунок 2 – Диалоговое окно корректора ошибок

Функция анализа методом конечных элементов (рисунок 3), предназначенная для расчета напряжений и деформаций, помогает повысить

качественные показатели конструкций и предотвратить эксплуатационные отказы. Возможность динамического анализа позволяет рассчитывать силы и ускорения для каждой детали в реальных условиях с учетом переменных нагрузок, влияния сил трения и характеристик упругих компонентов, таких как пружины и демпферы.

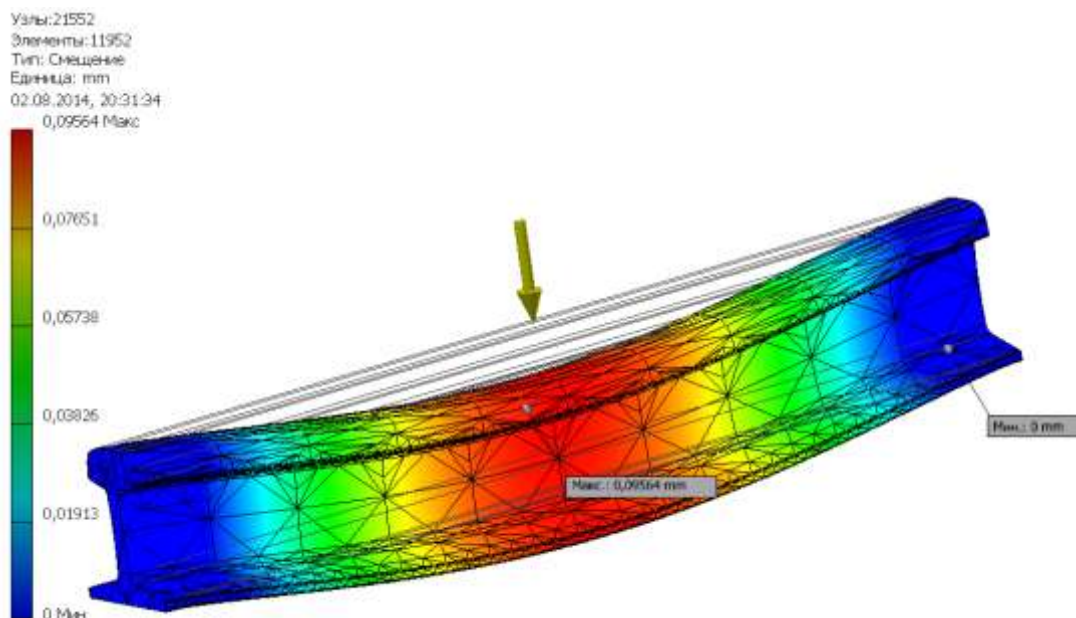


Рисунок 3— Цветовая карта деформации конструкции

Отмеченные выше аспекты делают незаменимым Autodesk Inventor при освоении таких базовых инженерных дисциплин как «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов» и «Детали машин и основы конструирования» [1,2].

Кроме того, технология цифровых прототипов, реализованная в среде САПР Autodesk Inventor, позволяет инженеру с максимальной эффективностью реализовать свой творческий потенциал не отвлекаясь на рутинные операции, а ученому – качественно проанализировать объект исследования для принятия оптимального решения по выбору обоснованных значений параметров технической системы и адекватно представить экспертам свои результаты на любых этапах рецензирования научной работы.

Выполненные в среде САПР Autodesk Inventor твердотельные модели технических систем обладают убедительной правдоподобностью, зрелищностью[3] и позволяют эффективно представить свой взгляд на структуру объекта профессиональной деятельности с позиции защиты его инновационных аспектов.

Библиографический список

1. Кравченко, А.М. Информационные технологии в инженерном образовании: монография [Текст] / А.М. Кравченко, Н.В. Кравчук. – Рязань, РВАИ, 2008.
2. Бышов, Н.В. Основы инженерного проектирования: монография [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.М. Кравченко, Н.В. Кравчук, Е.И. Андриющенко. – Рязань, РГАТУ, 2011.

УДК 631.347

Ксендзов В.А, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)

О СКАТЫВАНИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

Ряд сельскохозяйственных агрегатов имеет вид механической цепи или содержит ее в качестве составной части. Примером таких механических цепей являются посевные агрегаты, сеялки которых расположены в цепь, лушильники и бороновальные агрегаты и многие другие. Работа таких агрегатов происходит, в том числе, на склоновых участках, что приводит к смещению (скатыванию, скольжению) одних звеньев цепи по отношению друг к другу. Необходимо уметь рассчитывать это смещение, так как оно влияет на технологический процесс и взаимодействие звеньев. Рассмотрим механическую цепь, каждое звено которой соединено с соседними некоторым упругим элементом (упругой балкой). Примером таких цепей являются дождевальные машины типа Фрегат, Кубань и другие, у которых тележки соединены упругими трубопроводами, изгиб которых свыше допустимого может привести к их деформации и возможной поломке.

Представим механическую цепь в виде звеньев $1, 2, \dots, n$, соединенных упругими элементами (балками), рисунок 1а. Пунктиром показаны участки цепи, звенья которых не участвуют в скатывании. На рисунке 1б показана часть

механической цепи из 5 звеньев с одинаковыми массами, в промежуточном положении. Упругие элементы, соединяющие звенья, заменены пружинами с эквивалентной жесткостью c .

Примем, что ряд звеньев $i = 1 \dots n$ (на рис. 1 $i = 5$) попал на участок поверхности, имеющий одинаковый наклон α для

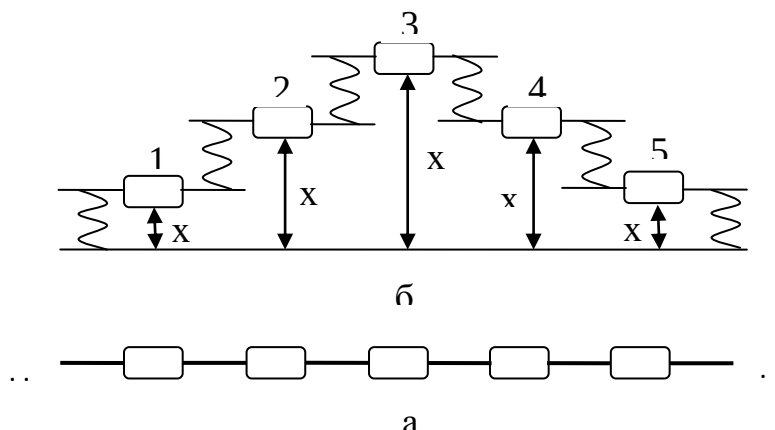


Рисунок 1 – Схема механической цепи

всех звеньев в направлении движения агрегата. Тогда на каждое звено будет действовать сила $P = G \sin \alpha$, приводящая к их скатыванию (скольжению), где $G = mg$ – сила тяжести звена. Определим смещение x_i звеньев от начального положения. При нечетном числе звеньев среднее звено 3 соединено со звеньями 2 и 4, а при четном «звено 3» состоит из двух звеньев, перемещающихся синхронно, каждое из которых соединено одной пружиной с соседними.

Будем считать, что длина уклона достаточна, чтобы система пришла к установившемуся состоянию. Рассмотрим статику смещения звеньев, для чего представим схему на рисунке 1б в виде схемы на рисунке 2. Удлинение пружин в начальном положении примем равным нулю. На каждое звено действует составляющая силы тяжести $G \sin \alpha$. Составим уравнения статики для каждого звена на рисунке 2. Для звена 1 имеем

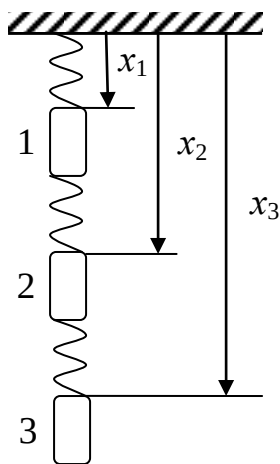


Рисунок 2 – Расчетная схема.

$$cx_1 = n m g \sin \alpha,$$

где n – количество звеньев в цепи.

Для звена 2

$$c(x_2 - x_1) = (n - 1) m g \sin \alpha.$$

Для звена 3

$$c(x_3 - x_2) = (n - 2) m g \sin \alpha, \dots$$

Для звена n согласно рисунку 1

$$2c(x_n - x_{n-1}) = m g \sin \alpha, \text{ при } n - \text{нечетном, и}$$

$$c(x_n - x_{n-1}) = m g \sin \alpha, \text{ при } n - \text{четном.}$$

Складывая левые и правые части уравнений, в итоге получим координаты смещения звеньев относительно их исходного положения:

$$\text{для звена 1 } x_1 = n (mg/c) \sin \alpha,$$

$$\text{для звена 2 } x_2 = [n + (n - 1)](mg/c) \sin \alpha;$$

$$\text{для звена 3: } x_3 = [n + (n - 1) + (n - 2)](mg/c) \sin \alpha \dots$$

$$\text{Для звена } n: x_n = [n + (n - 1) + (n - 2) + \dots + 1](mg/c) \sin \alpha,$$

при n четном, или

$$x_n = \left(\sum_{i=1}^n i \right) mg / c \sin \alpha, \quad (1)$$

а при n нечетном

$$x_n = \left(\sum_{i=1}^{n-1} i \right) mg / c \sin \alpha + mg / 2c \sin \alpha = \left(\sum_{i=1}^{n-1} i + \frac{1}{2} \right) mg / c \sin \alpha \quad (2)$$

Из приведенных уравнений следует, что наибольшее смещение имеет 1-е звено, которое нагружено собственным весом и весом всех последующих звеньев. Следовательно, наибольшую деформацию будет иметь упругий элемент, соединяющий первое звено с неподвижным его участком.

Определим изгиб упругого элемента (балки) и его жесткость. Примем, что концы упругой балки закреплены на звеньях жестко. Тогда смещение одного звена по отношению к соседнему приведет к изгибу балки, как это показано на рисунке 3а. При таком закреплении балка является статически неопределимой. Для устранения неопределимости разрежем балку по центру и

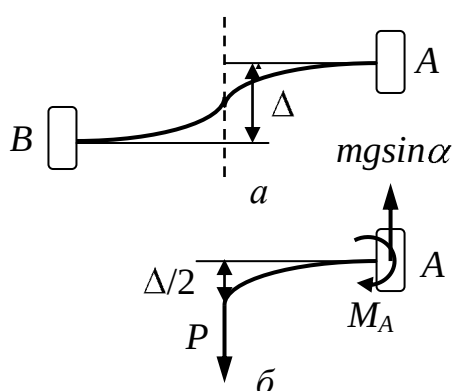


Рис. 3 – Расчетная схема

изгибающую силу и реактивный момент M_A , действующий на звено со стороны поверхности:

$$mg \sin \alpha - P = 0, \quad PL/2 - M_A = 0, \text{ или } P = mg \sin \alpha, \quad M_A = PL/2 = mg(L/2) \sin \alpha.$$

Зависимость прогиба свободного конца консольной балки от силы упругости, приложенной к ее концу, имеет вид (по абсолютной величине)

$$\Delta/2 = P(L/2)^3/3EJ,$$

где $\Delta/2$ – прогиб конца консоли, P – нагрузка, приложенная к концу консоли, E – модуль упругости балки, J – момент инерции сечения балки относительно оси, перпендикулярной плоскости ее изгиба [1, С. 281, формула (15.16) при $q = 0$, рис. 220]. В нашем случае для первого звена $P = nmg \sin \alpha$, а жесткость $c = P/\Delta = 3EJ/(L^3/4)$. Отсюда при заданном предельном изгибе балки $\Delta_{\text{пред}}$ можно определить допустимый уклон, на котором может работать механическая цепь:

$$\alpha_{\text{пред}} = \arcsin(P/nmg) = \arcsin[(3EJ/(L^3/4))/(nmg)\Delta_{\text{пред}}].$$

Во избежание значительных прогибов каждое звено может снабжаться тормозом, срабатывающем при смещении каждой последующего звена относительно предыдущего на некоторую величину δ . Если принять, что при срабатывании тормоза каждое звено в относительном движении практически останавливается, то смещения звеньев относительно исходного положения механической цепи (рис. 1а) будут: для 1-го звена - δ , для 2-го - 2δ , и так далее, для n -го - $n\delta$. При этом изгибы каждого упругого элемента будут одинаковыми и равными $c\delta$.

Библиографический список

1. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов. [Текст] / Н.М. Беляев // М.: «Наука», 1976. – 607 с.

УДК 531(075.8):621.01:631.3

Ксендзов В.А., д.т.н, профессор, ФГБОУ ВПО РГТУ
(г. Рязань, РФ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ В ПРОГРАММЕ MATHCAD

В [1, С. 30] изложен графический метод исследования движения нелинейной модели машин и механизмов с запаздывающими обратными связями. Несмотря на простоту и наглядность предложенного метода, он отличается достаточной трудоемкостью вследствие необходимости последовательного построения множества характерных точек механизма - B , C , D . Кроме того, этот метод не дает значения координат характерных точек и характеристик образуемой точкой D профиля, которые можно оценить лишь приближенно по графику.

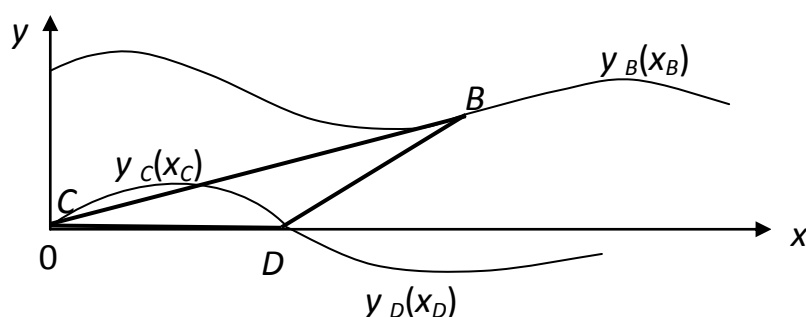


Рис. 1 – Исходное положение треугольника BCD .

Ниже приводится MathCAD-программа, позволяющая быстро рассчитать значения координат характерных точек с построением графиков движения механизма при различных видах исходной кривой и начального участка и значениях их параметров путем применения элементов контроля и регулирования. Математически задача сводится к исследованию движения жесткого треугольника BCD (рисунок 1), у которого точка B перемещается по заданной траектории $y_B(x_B)$, а точка C – по траектории, образуемой точкой D – $y_D(x_D)$. В начальном положении треугольника между точками C и D находится начальный участок $y_C(x_C)$.

ПРОГРАММА

I. Зададим параметры кривых a , b , c , ползунковыми задатчиками величин (sliders), что позволит, меняя их значения, отслеживать изменение вида кривых и их характеристики.

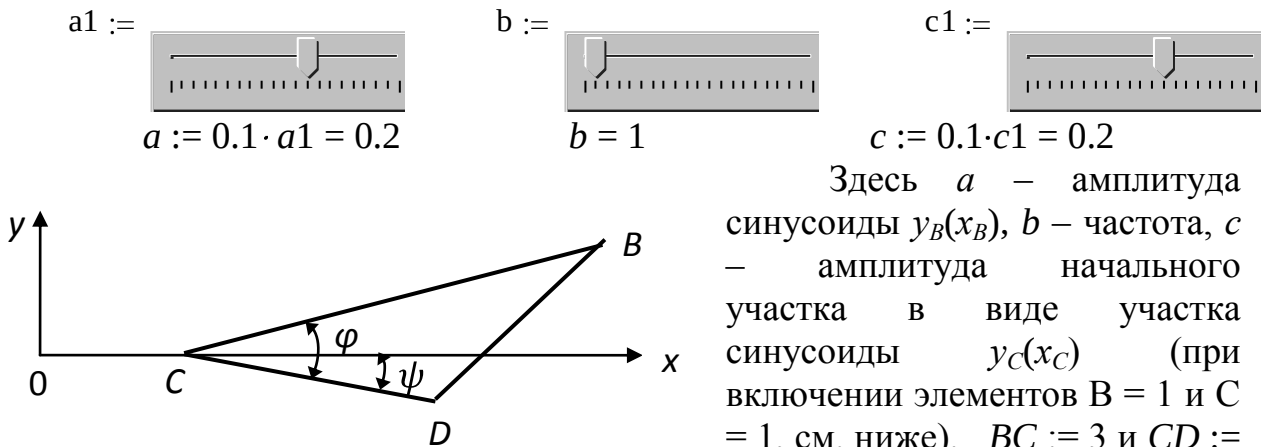


Рис. 2 – Треугольник BCD в промежуточном положении

Здесь a – амплитуда синусоиды $y_B(x_B)$, b – частота, c – амплитуда начального участка в виде участка синусоиды $y_C(x_C)$ (при включении элементов $B = 1$ и $C = 1$, см. ниже). $BC := 3$ и $CD := 2$ – стороны треугольника.

Разобьем начальный участок на двадцать интервалов, $N = 20$, ценой деления $\Delta x := CD / N = 0.1$. Зададим общее число точек на всем исследуемом пути движения модели $Q = 500$.

Зададим также начальные ординаты кривых $y_B(x_B)$ и $y_C(x_C)$:
 $y_{B0} := 2.5$, $y_{C0} := 1$. Вычислим начальную абсциссу точки B :

$$x_{B0} = \sqrt{BC^2 - (y_{B0} - y_{C0})^2} = 2.6.$$

С помощью элементов «Переключатель» (Radio Button) зададим три типа линии $y_B(x_B)$:

$$B := \begin{matrix} \text{B} := & \text{B} := & \text{B} := \\ \bullet \text{ B=1} & \text{B=2} & \text{B=3} \end{matrix}$$

$$y_B(x_B) := \begin{matrix} a \cdot \sin(b \cdot x_B) + 2 & \text{if } B = 1 \\ \text{if}(0 \leq x_B \leq x_{B0}, y_{B0}, 2) & \text{if } B = 2 \\ a \cdot \cos(x_B \cdot \pi/2) + 2 & \text{if } B = 3 \end{matrix}$$

Аналогично зададим три типа линии $y_C(x_C)$:

$$C := \begin{matrix} \text{C} := & \text{C} := & \text{C} := \\ \bullet \text{ C=1} & \text{C=2} & \text{C=3} \end{matrix}$$

$$y_C(x_C) := \begin{matrix} \text{if}(0 \leq x_C \leq 2, c \cdot \sin(x_C \cdot \pi/2) + 1, \text{NaN}) & \text{if } C = 1 \\ \text{if}(0 \leq x_C \leq 2, 1, \text{NaN}) & \text{if } C = 2 \\ \text{if}(0 \leq x_C \leq 2, c \cdot \cos(x_C \cdot \pi/2) + 1, \text{NaN}) & \text{if } C = 3 \end{matrix}$$

Пользователь сам может задать любое нужное ему количество и типов зависимостей.

II. Расчет координат конечного количества интервалов (между точками) начального участка и запись их в виде комплексного числа:

$$n := 0..N \quad XC_n := k \cdot \Delta x \quad YC_n := y_C(XC_n) \quad j := \sqrt{-1} \quad C_n := XC_n + j \cdot YC_n.$$

Покажем треугольник BCD в промежуточном положении и введем углы φ и ψ , рисунок 2: $\varphi = \angle BCD$, $\psi = \angle CD$, χ .

Подпрограмма 1 расчета координат точек интервалов на всем заданном исследуемом пути (следует различать: o – буква, 0 – цифра).

$$M(Bo, Co, BC, CD, a, b, \varphi) := \quad x_{B0} \leftarrow \text{Re}(Bo), \quad x_{C0} \leftarrow \text{Re}(Co), \quad y_{C0} \leftarrow \text{Im}(Co)$$

$$f(x_{B0}) \leftarrow \sqrt{(x_{B0} - x_{C0})^2 + (y_B(x_{B0}) - y_{C0})^2} - BC$$

$$x_{B0} \leftarrow \text{root}(f(x_{B0}), x_{B0}), \quad y_{B0} \leftarrow y_B(x_{B0})$$

$$\psi \leftarrow \text{atan}\left(\frac{y_{B0} - y_{C0}}{x_{B0} - x_{C0}}\right) - \varphi$$

$$x_{D0} \leftarrow x_{C0} + CD \cdot \cos(\psi), \quad y_{D0} \leftarrow y_{C0} + CD \cdot \sin(\psi)$$

$$\begin{pmatrix} x_{B0} + jy_{B0} \\ x_{D0} + jy_{D0} \\ \psi \end{pmatrix}$$

Описание подпрограммы.

1. Задание начальных координат точек B и C .

2. Запись функции $f(x_{B0})$ исходя из формулы

$$BC = \sqrt{(x_{B0} - x_{C0})^2 + (y_B(x_{B0}) - y_{C0})^2}.$$

3. Запись угла ψ в зависимости от угла φ . В начальном положении треугольника угол $\psi = 0$.

4. Запись вывода матрицы координат точек B и D и угла ψ .

III. Расчет начальных координат вершин треугольника B , C , D .

$$B_0 := M(y_B(2.5), C_0, BC, CD, a, b, 0)_0 \quad D_0 := M(y_B(2.5), C_0, BC, CD, a, b, 0)_1$$

$$\varphi := M(y_B(2.5), C_0, BC, CD, a, b, 0)_2 \quad \varphi = 20.818 \cdot \text{deg}$$

$$XB_0 := \text{Re}(B_0) = 2.804 \quad YB_0 := \text{Im}(B_0) = 2.066 \quad XD_0 := XC_0 + CD = 2$$

IV. Построение треугольника в начальном положении.

$$\text{Сторона } BD = \sqrt{(x_{B0} - x_{D0})^2 + (y_{B0} - y_{D0})^2} = 1.335.$$

Построение линии CD . $x0(i) := XC_0 + i \cdot (XD_0 - XC_0)$,

$$y0(i) := YC_0 + i \cdot (y_C(XD_0) - YC_0).$$

Построение линии BC . $x1(i) := XC_0 + i \cdot (XB_0 - XC_0)$,

$$y1(i) := YC_0 + i \cdot (YB_0 - YC_0).$$

Построение линии BD . $x2(i) := CD + i \cdot (XB_0 - XD_0)$,

$$y2(i) := y_C(CD) + i \cdot (YB_0 - y_C(XD_0)).$$

Построенный треугольник приведен на рисунке 2.

V. Копирование начального участка. $n := 1..N$.
 $B_n := M(B_{n-1}, C_n, BC, CD, a, b, \varphi)_0$ $D_n := M(B_{n-1}, C_n, BC, CD, a, b, \varphi)_1$
 $\psi_k := M(B_{n-1}, C_n, BC, CD, a, b, \varphi)_2$. Интервал между точками 0.1.
 $XB_n := \text{Re}(B_n)$, $YB_n := \text{Im}(B_n)$, $XD_n := \text{Re}(D_n)$, $YD_n := \text{Im}(D_n)$.

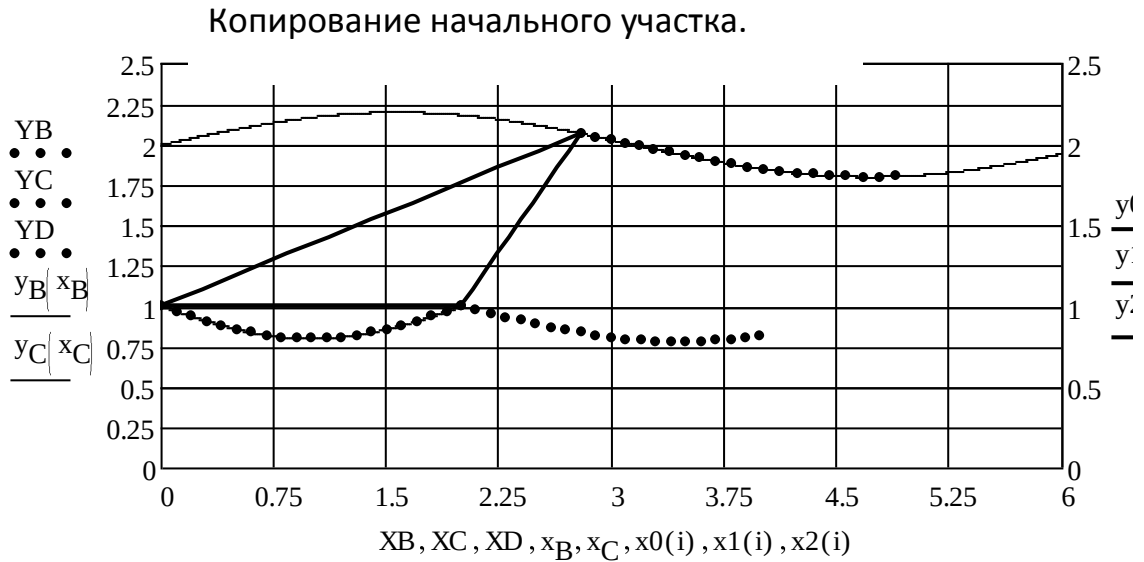


Рис. 3.

На рисунке 3 показано копирование начального участка в виде полуволны синусоиды (включен элемент $C = 1$). Траектория движения точки B взята в виде синусоиды (включен элемент $B = 1$).

VI. Копирование последующих участков. $k := N + 1..Q$.
 $B_k := M(D_{k-1}, D_{k-N}, BC, CD, a, b, \varphi)_0$ $D_k := M(D_{k-1}, D_{k-N}, BC, CD, a, b, \varphi)_1$
 $\psi_k := M(D_{k-1}, D_{k-N}, BC, CD, a, b, \varphi)_2$.
 $XD_k := \text{Re}(D_k)$, $YD_k := \text{Im}(D_k)$, $XC_k := XD_{k-N}$, $YC_k := YD_{k-N}$.

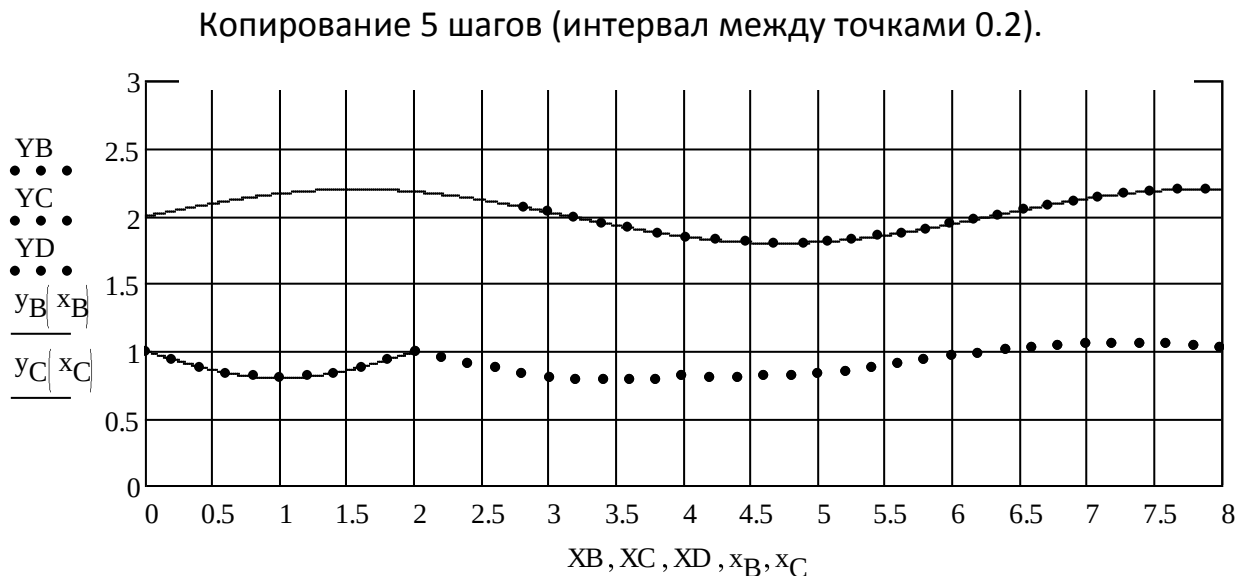


Рис. 4

На рисунке 4 показан случай копирования 5-ти шагов и $N1 = Q/N = 25$. На рисунке 5 приведен случай копирования 12 шагов. Для наглядности графиков интервалы между точками увеличены до 0.2 и 0.5.



Рис. 5

Видно, что переходный процесс кривой $y_D(x_D)$ быстро затухает и остаются вынужденные колебания с частотой, равной частоте исходной кривой, но со смещением по фазе. Амплитуда колебаний точки D меньше амплитуды колебаний точки B из-за более близкого расположения точки D к B . Таким образом, в первом приближении процесс движения треугольника BCD аналогичен приведенному в [2. С. 26].

VII. Проверка стабильности сторон треугольника и массив координат точек B , C и D .

$$m := 0..Q \quad BC_m := \sqrt{(X_B - X_{C_m})^2 + (Y_B - Y_{C_m})^2},$$

$$CD_m := \sqrt{(X_D - X_{C_m})^2 + (Y_D - Y_{C_m})^2},$$

$$BD_m := \sqrt{(X_B - X_{D_m})^2 + (Y_B - Y_{D_m})^2}.$$

$$\begin{array}{lll} BC = & (& DC = & BD = \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \end{array}$$

C, B, D .



	0	1	2	3	4
0	0	1	2.804	2.066	2
1	0.1	1.031	2.924	2.043	2.1
2	0.2	1.062	3.043	2.02	2.199
3	0.3	1.091	3.16	1.996	2.297
4	0.4	1.118	3.275	1.973	2.395
5	0.5	1.141	3.389	1.951	2.492
6	0.6	1.162	3.5	1.93	2.589
7	0.7	1.178	3.609	1.91	2.686
8	0.8	1.19	3.717	1.891	2.784
9	0.9	1.198	3.823	1.874	2.882
10	1	1.2	3.927	1.859	2.98
11	1.1	1.198	4.029	1.845	3.079
12	1.2	1.19	4.13	1.833	3.178
13	1.3	1.178	4.23	1.823	3.278
14	1.4	1.162	4.328	1.815	...

$$\mu := \frac{\sum_{i=0}^Q \left(M^{\langle 1 \rangle} \right)_i}{O} = 0.94.$$

Стандартное
отклонение

$$\sigma := \frac{\sum_{i=0}^Q \left(M^{\langle 1 \rangle}_i - \mu \right)^2}{Q-1}.$$

$$\sigma = 8.825 \times 10^{-3}$$

$$YD_{\max} = \max(YD) = 1.066$$

$$YD_{\min} = \min(YD) = 0.814$$

Амплитуда $a_D := \frac{YD_{\max} - YD_{\min}}{2} = 0.126.$

VIII. Расчет сдвига по фазе. Выделим из матрицы М подматрицу М2 от точки у = 45 до точки 55, охватывающие два рядом стоящих максимумов (минимумов).

```
M2 := submatrix(V,45,55,0,5).
```

Находим значения этих максимумов визуально или по формулам: $YB_{\max} := \max(M2^{<3>}) = 2.2$ (колонка 3 строка 7).

$$YD_{\max} := \max(M2^{<5>}) = 1.066$$

	0	1	2	3	4	5
0	4.488	0.83	7.178	2.156	6.479	1.019
1	4.586	0.835	7.274	2.167	6.576	1.028
2	4.684	0.842	7.37	2.177	6.674	1.037
3	4.782	0.849	7.468	2.185	6.772	1.045
4	4.88	0.856	7.567	2.192	6.871	1.052
5	4.979	0.864	7.667	2.197	6.97	1.058
6	5.078	0.873	7.769	2.199	7.07	1.062
7	5.178	0.882	7.873	2.2	7.17	1.065
8	5.278	0.891	7.979	2.198	7.271	1.066
9	5.379	0.901	8.086	2.195	7.372	1.066
10	5.48	0.911	8.194	2.189	7.474	1.064

M2 =

Из этих строк
выписываем значения
 $XB2 := 7.873$ и $XD2$
 $:= 7.271$.

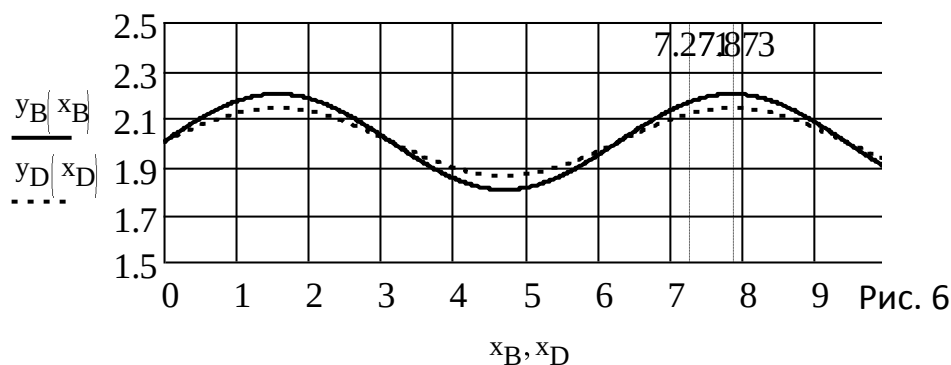
Для построения
кривых $y_B(x_B)$ и $y_D(x_D)$
включаем элементы $B =$
 1 и $C = 2$ или 1 .

Записываем угол
смещения по фазе

$\gamma := (XB2 - XD2) \cdot b =$
 $0.602 \quad \gamma = 34.492 \cdot \text{deg}.$

Строим графики синусоид $y_B(x_B)$ и $y_D(x_D)$, причем частоту второй синусоиды берем равной b (см. график на рисунке 6). Слагаемое $+2$ служит для совмещения второй синусоиды с первой с целью лучшего их сопоставления:

$$y_D(x_D) := a_D \cdot \sin(b \cdot x_D + \gamma) + 2.$$



IX. Переходный процесс и расчет коэффициентов обратных связей.

Для построения переходного процесса включаем элементы

$B = 2$, $C = 2$. Вид переходного процесса показан на рисунке 7. Переходный процесс возникает от смещения по вертикали точки B на величину $y_{B0} - 2 = 0.5$, что вызывает смещение по вертикали точки D .

Копирование 5 шагов (интервал 0.2).

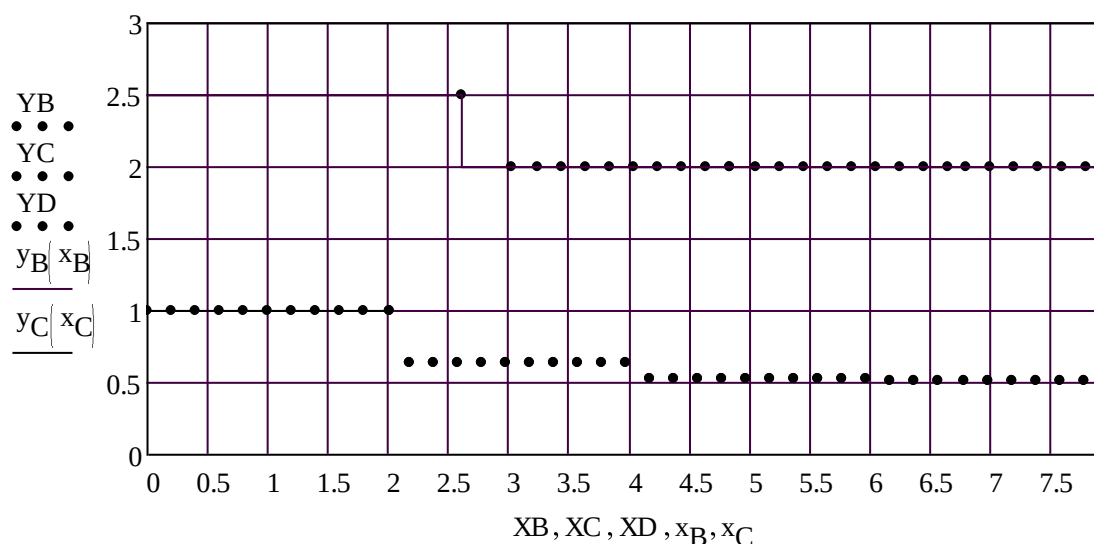


Рис. 7.

Далее смещение точки D в виде ступеньки копируется с уменьшением величины ступенек, что видно из рисунка 7. Если ограничиться тремя десятичными цифрами, $V := \text{round}(YD, 3)$, то количество ступенек равно 4. Добавление дополнительного элемента $V_{501} := 2$ в конце вектора V , не равного последнему, служит для вывода последнего элемента.

Подпрограмма 2 расчета коэффициентов обратных связей k .

Для построения графика зависимости коэффициента обратной связи от шага зададим количество шагов $p = k = 4$: $p := 1..4$. Из рисунка 8 видно, что коэффициент обратной связи k меняется от шага к шагу в отличие от случая, приведенного в [2, С. 18], где $k = \text{const}$.

	0
0	1
1	0.993
2	0.985
3	0.977
4	0.97
5	0.962
6	0.953
7	0.945
8	0.936
9	0.927
10	0.917
11	0.907
12	0.896
13	0.886
14	0.875
15	...

```

k :=
  j ← 0
  for i ∈ 0..Q
    continue if Vi+1 = Vi
    Sj ← Vi
    trace(S)
    j ← j + 1
  for r ∈ 0..3
    kr ← (Sr+2 - Sr+1) / (Sr+1 - Sr)
  k

```

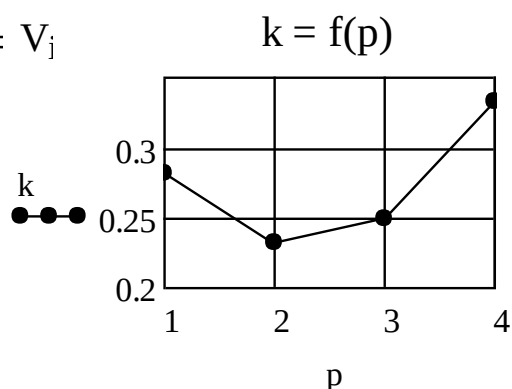


Рис. 8

Х. Для построения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) включаем элементы $B = 1$ и $C = 2$. Определяем максимальное и минимальное значение ординаты точки D :

$$YD_{\max} = \max(YD), \quad YD_{\min} = \min(YD).$$

Вычисляем значения амплитуды

$$a_D := \frac{YD_{\max} - YD_{\min}}{2}.$$

Изменяя значение частоты b , выписываем значения b и a_D в матрицу ba .

$ba^T =$		0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1	0.198	0.192	0.187	0.184	0.181	0.177	0.166	0.148	...	

В строке 0 приведены значения частоты, а в строке 1 – амплитуды. Значения частоты менялись от 0.1 до 2.1 через 0.1 рад, от 2.2 до 4 через 0.2 рад, от 4 до 9 через 0.5 рад.

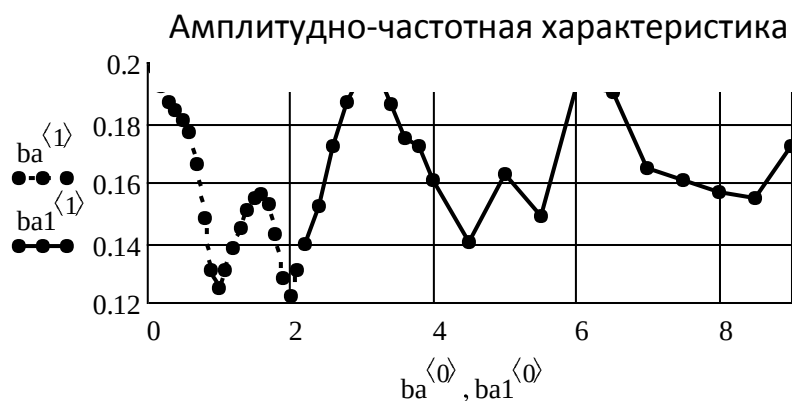


Рис. 9

Ввиду большой длины матрицы она разбита на две: ba и $ba1$. График АЧХ приведен на рисунке 9. Видно, что кривая АЧХ имеет сложный характер в отличие от [2, С. 108 – 112].

ХІ. При включении элементов $B = 3$ и $C = 3$ возникает случай совпадения частот кривых $y_B(x_B)$ и $y_C(x_C)$ и их начальных значений. При этом угол смещения по фазе между кривыми $y_B(x_B)$ и $y_D(x_D)$ $\gamma = 0$ рад, рисунок 10.

$$y_D(x_D) = a_D \cdot \cos(x_D, \pi/2) + 2.$$

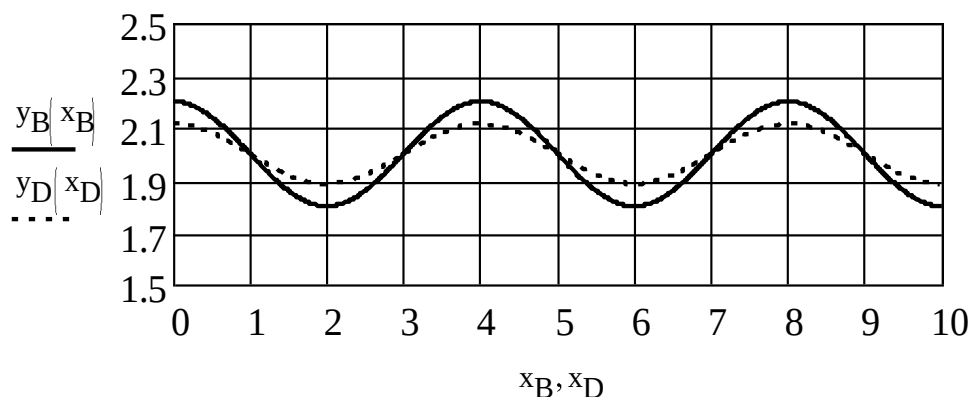


Рис. 10

XII. Копирование начального участка. Включить элементы $B = 2$ и $C = 1$. Устранить скачек точки B , поставив в средней строке $y_{B0} = 2$. Для наглядности увеличить амплитуду начального участка, например, $c = 0.6$. График копирования показан на рисунке 11.

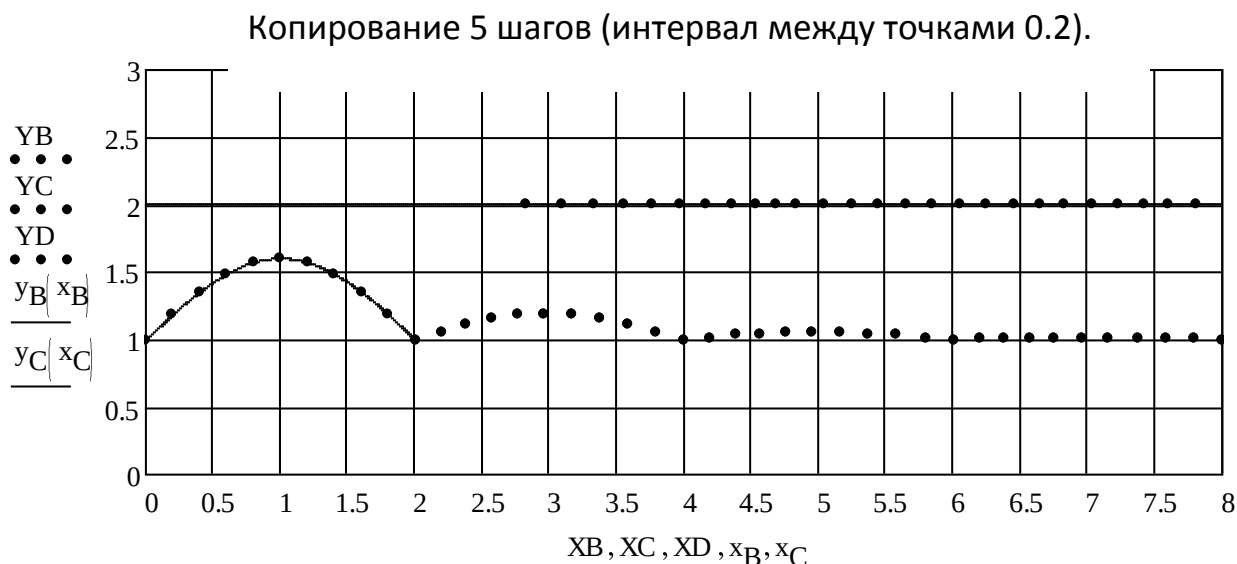


Рис. 11

Видно, что для приведенных коэффициентов обратных связей амплитуда начального бугра быстро убывает и после 4-х копирований зависимость $y_C(x_C)$ практически превращается в прямую вследствие условия $k < 1$.

Библиографический список

1. Ксендзов В. А. Графический метод исследования движения кинематических моделей машин и механизмов с запаздывающими обратными связями. Вестник РГАТУ № 2 2014. с. 30 - 32.
2. Ксендзов В. А. Введение в механику машин и механизмов с запаздывающими обратными связями. М., «Спутник+» 2009 192 с.

УДК 616:615.273:612.014.4

Кулешова О.А., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Пустовалов А.П., д.б.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЖИВОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВОЛНАМИ

Важная роль биологических мембран в жизнедеятельности клетки позволяет понять, почему повреждение мембран приводит к тяжелым нарушениям функционирования клеток, которые могут в свою очередь

сопровождаться развитием патологических состояний на уровне целого организма, что проявляется в частности в изменении реологических свойств крови, изменения вязкости плазмы крови, суспензии эритроцитов [2-7].

Возникает необходимость оценки, каким образом и в какой степени изменяются взаимоотношения сосудистая стенка-кровь, реологических свойств крови, в частности, на уровне биомембран при взаимодействии повреждающих факторов внешней среды с функциональными системами организма и при развитии последующей патологии, в какой степени они влияют на механизм действия лекарственных средств.

Практическая значимость подобных исследований определяется тем, что мембранология расшифровывает молекулярные механизмы развития заболеваний во взаимосвязи с биохимическими нарушениями, раскрывает патогенез болезней, связанных с нарушением организации мембран, дает новые диагностические методы и подходы для лечения конкретных заболеваний, исследует участие мембранного фактора в действии лекарственных средств на функциональные системы организма.

В этой связи важным представляется исследование вязкость крови, её плазмы, суспензии эритроцитов при действии на животных электромагнитных волн.

Эксперимент выполнен на 18 белых беспородных крысах массой 140-180 грамм по 6 животных в каждой серии: серия №1 – интактные животные; серия №2 – облучение животных γ -лучами однократно дозой 5 Грей в течение 5 минут; серия №3 - общее курсовое облучение электромагнитными волнами сверхвысокой частоты (ЭМВ СВЧ) производили с помощью аппарата ЛУЧ-58 (длина волны 12,6 см) в течение 7 дней ежедневно по 30 минут при плотности потока мощности (ППМ) 8 Вт/м².

Коэффициент вязкости названных выше жидкостей определяли при температуре 37⁰С с помощью капиллярного вискозиметра. В качестве эталонной жидкости с известным коэффициентом вязкости взята дистиллированная вода.

Плазму крови, эритроциты получали после 15-минутного центрифугирования крови при 1500 оборотах в минуту. Суспензию эритроцитов готовили в соотношении 1:1 с изотоническим фосфатным буфером при рН=7,35.

Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты вязкости крови, плазмы крови, суспензии эритроцитов в мПа · с.

Серия	Кровь	Плазма крови	Суспензия эритроцитов
№1	4,53±0,08	1,57±0,03	3,61±0,05
№2	3,45±0,14*	1,47±0,02*	4,69±0,12*
№3	4,99±0,03*	1,73±0,04	4,29±0,03*

Примечание: * - достоверные различия с интактными животными при P<0,05.

Из таблицы 1 видно, что при облучении крыс γ -лучами коэффициент вязкости крови и её плазмы уменьшался при увеличении вязкости суспензии эритроцитов. Ухудшение вязкости эритроцитов негативно сказывается на гемодинамике. Уменьшение же вязкости крови обусловлено в первую очередь зафиксированным нами снижением гематокрита до 22%.

Ионизирующая радиация может оказывать как не прямое, так и прямое действие на органы кровообращения и кровь, вызывая повреждения стенки сосудов, форменных элементов крови, изменяя тонус и реактивность кровеносных сосудов, нарушая проницаемость биомембран, что может быть обусловлено и ростом соотношения холестерин/фосфолипиды в мембранах эритроцитов, наличием липидной фракции в клетках, дисбалансом электролитов в системе эритроцит-плазма, уменьшением заряда эритроцитов [2-4].

При облучении животных ЭМВ СВЧ повышались коэффициенты вязкости всех исследованных нами жидкостей.

Эффекты микроволнового облучения могут быть связаны с прямым действием на клетки крови с возможным индуцированием выхода белковых структур из мембран или изменением их конформационного состояния. В качестве одного из основных механизмов действия СВЧ-излучения на клеточном уровне возможна концепция о ведущей роли биомембран в реакции биологических систем на микроволновое облучение. Суть этой концепции состоит в том, что биомембраны способны к селективному поглощению СВЧ-энергии, что обеспечивается гетерогенностью электрических и других физико-химических свойств мембраны и примембранных слоев. Избирательное поглощение микроволн в мембранах может включать как тепловой, так и нетепловой компоненты. В основе нетеплового поглощения СВЧ-энергии лежат и резонансные явления, степень проявления которых зависит от молекулярной организации микроструктур облучаемого объекта и условий облучения.

Эритроциты способны разнообразно воздействовать на различные стороны процесса гемоциркуляции, оказывая существенное влияние на процессы гемостаза и внутрисосудистого тромбообразования. Одним из главных факторов, влияющих на свойства крови, являются механические свойства эритроцитов, их деформируемость. К тому же движение крови и ее вязкость являются постоянно действующими факторами регуляции тонуса кровеносных сосудов.

Механические свойства эритроцитов тесно связаны с процессами активного транспорта ионов, а вязкость крови является постоянно действующим фактором регуляции тонуса кровеносных сосудов, взаимосвязанного с изменениями показанного нами и другими авторами электролитного состава плазмы крови, эритроцитов, тканей сердца и сосудистой стенки [2-7].

Результаты исследования нами коэффициента вязкости суспензии эритроцитов, измерения коэффициента вязкости крови и ее плазмы позволяют согласиться с мнением о том, что вискозиметрия может быть ценным

информативным показателем в практической медицине. Возросший в последнее время интерес к вискозиметрии обусловлен тем, что изменение реологических свойств крови возникает в ранние сроки патологий и эти свойства являются наиболее лабильными. Фармакологическое воздействие именно на это звено микроциркуляции может вызвать выраженный терапевтический эффект, степень которого может быть оценена и по исследованной нами вязкости жидкостей.

Выводы:

1. Облучение крыс γ -лучами однократно дозой 5 Грей в течение 5 минут вызывает уменьшение коэффициента вязкости крови, её плазмы, гематокрита с повышением вязкости суспензии эритроцитов.

2. Общее курсовое облучение ЭМВ СВЧ с длиной волны 12,6 см в течение 7 дней ежедневно по 30 минут при плотности потока мощности (ППМ) 8 Вт/м² способствует повышению коэффициента вязкости крови, её плазмы и суспензии эритроцитов.

Библиографический список

1. Каширина Л.Г. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита организма у молодых коров разной продуктивности / Л.Г.Каширина, А.В.Антонов, И.А.Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева.- 2013.- №1- С.8-12.

2. Пустовалов А.П. Влияние лучевого поражения и трентала на баланс катионов в сердечно-сосудистой системе и на вязкость крови белых крыс / А.П.Пустовалов, С.А.Сорокина // Медико-биологический вестник.- 2009.- №2.- С.43-49.

3. Пустовалов А.П. Влияние гипоксии, лучевого поражения и лекарственных средств на баланс катионов кальция и магния в сердечно-сосудистой системе белых крыс / А.П.Пустовалов, С.А.Сорокина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева.- 2012.- №1- С.25-27.

4. Пустовалов А.П. Эффекты воздействия электромагнитных излучений на биологические объекты в эксперименте / А.П.Пустовалов, Т.В. Меньшова, О.А. Кулешова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева.- 2013.- №1- С.112-114.

5. Терехина А.А. Электролиты в биологических жидкостях кобыл в связи с функциональным состоянием репродуктивной системы на протяжении года / А.А.Терехина, О.В.Баковецкая, О.А.Федосова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева.- 2012.- №2- С.29-31.

6. Afridi Hl. Evalution of calcium, magnesium, potassium and sodium in biological samples of male human immunodeficiency virus patients with tuberculosis and diarrhea compared to healthy control subjects in Pacistan / A.H.Panhwar, T.G.Kazi, F.N.Talpur at all. // Clin. Lab.- 2013.- №59 (5-6).- P.539-542.

7. Panhwar A.H. Distribution of potassium, calcium, magnesium and sodium levels in biological samples of Pacistani hypertensive patients and control subjects / A.H.Panhwar, T.G.Kazi, Hl Afridi at all // Clin. Lab.- 2014.- №Apr, 8 (2).- P.132-137.

УДК 631:362.7

*Курдюмов В.И., д.т.н., профессор,
Павлушин А.А., к.т.н.,
Сутягин С.А., к.т.н.,
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»
(г. Ульяновск, РФ)*

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ЗЕРНА В УСТАНОВКЕ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА

Предложена принципиально новая конструкция установки комбинированного типа для обеззараживания зерна и представлена сущность ее работы. Приведено сравнение технико-экономических показателей предложенной установки и конвейерной установки УСК-8 показало.

В сельскохозяйственном производстве ежегодно во время хранения зерна происходит его порча до 30 % за счет процессов жизнедеятельности насекомых, клещей и микроорганизмов (рисунок 1).



Точильщик зерновой

Мучной клещ

Рисунок 1 – Вредители зерна

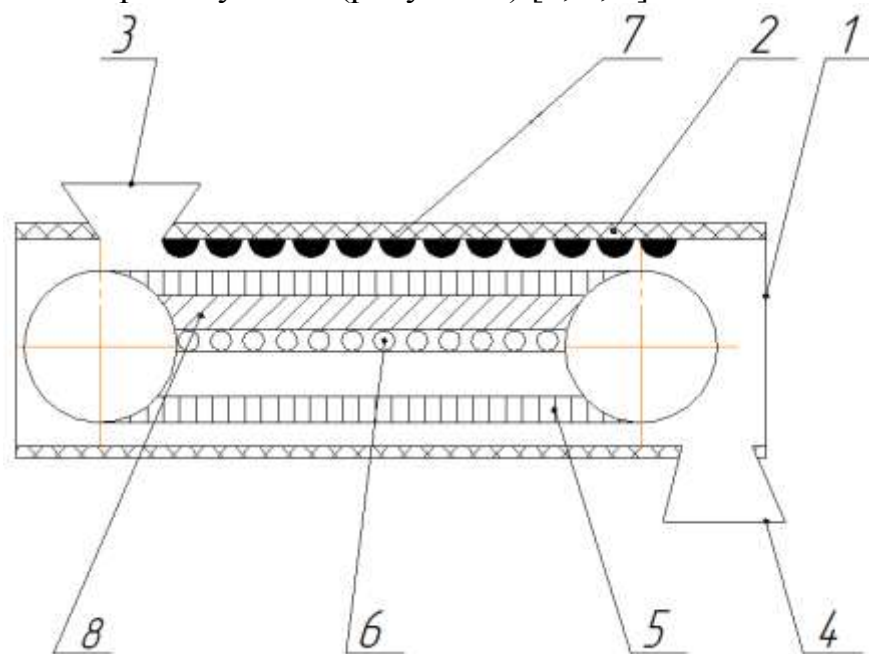
Семенное зерно теряет всхожесть от амбарного и рисового долгоносиков до 70 %, зернового точильщика до 68 %, малого мучного хрущака до 53 %, суринамского мукоеда до 25 % [1]. Вредители засоряют зерно экскрементами, личиночными шкурками, мертвыми особями, трухой и паутиной. Зерно склеивается в комки, при этом повышается его температура и влажность. Это приводит к самосогреванию зерна, его порче, ухудшению хлебопекарских качеств муки.

В настоящее время для обеззараживания зерна в крупных фермерских хозяйствах используют химические вещества или тепловую обработку в зерносушильных установках, например, установка АСТ – 3, в которой зерно нагревают токами СВЧ и нагретым воздухом. Однако, эти способы имеют существенные недостатки: обеззараживание химическими веществами

применяют только для зерна семенного назначения, тепловая обработка зерна в зерносушильных установках не обеспечивает требуемого качества обеззараживания, так как зерно обрабатывается в плотном слое и часть зерна не прогревается, а также использование зерносушильных установок не рентабельно в условиях небольших фермерских хозяйств, например удельная капиталоемкость установки АСТ – 3 составляет 240 тыс. руб.-ч/кг. Кроме того, установка имеет высокие удельные затраты энергии – 5 МДж/кг.

Поэтому разработка технических средств обеспечивающих требуемое качество обеззараживания зерна в условиях фермерских хозяйств, а также снижение удельных затрат энергии обеззараживания зерна является актуальной и важной научно-технической проблемой.

Для повышения качества обеззараживания зерна, снижения удельных затрат энергии и стоимости установки мы предлагаем конструкцию комбинированного типа, в которой зерно обеззараживается за счет подвода теплоты от греющей поверхности и воздействия ультрафиолетовых волн бактерицидного спектра излучения (рисунок 1) [2, 3, 4].



- 1 – кожух установки; 2 – теплоизолирующий материал; 3 – загрузочный бункер;
4 – выгрузное окно; 5 – скребковый транспортирующий рабочий орган;
6 – нагревательные элементы; 7 – ультрафиолетовые лампы; 8 – греющая пластина

Рисунок 2 – Установка для обеззараживания зерна

Установка работает следующим образом. Включают нагревательные элементы. После достижения необходимой температуры греющей пластины включают ультрафиолетовые лампы и подают зерно в загрузочный бункер. Из загрузочного бункера зерно поступает на греющую пластину, по которой перемещается скребковым транспортирующим рабочим органом к выгрузному окну в единичном слое. Под воздействием ультрафиолетовых лучей, испускаемых ультрафиолетовыми лампами погибают клещи и микроорганизмы. Контактируя с нагретой поверхностью греющей пластины,

нагревается зерно и вредные насекомые, которые находятся внутри зерна и на его поверхности. Обеззараженное зерно удаляется из установки через выгрузное окно.

За счет того, что зерно перемещается и одновременно перемешивается по всей ширине греющей пластины теплота подводится каждой частице зернового слоя.

Требуемое количество теплоты и дозу ультрафиолетового излучения соответственно определяют по уравнениям:

$$q = N\tau/(100m), \quad (1)$$

$$D = k_f n_{\text{л}} t_{\text{о}} \Phi_{\text{л}} / m k_3, \quad (2)$$

где: q - количество теплоты, Дж·с/кг; N - мощность нагревательных элементов, Дж; τ - время нагрева зерна, с; m - масса зерна, кг; D - доза ультрафиолетового излучения, Дж/м³; k_f - коэффициент использования бактерицидного потока; $n_{\text{л}}$ - число ламп в рабочей камере установки, шт; $\Phi_{\text{л}}$ - бактерицидный поток лампы, Дж; k_3 - коэффициент запаса.

Исследования показали, что за счет конструктивных особенностей предложенной установки при обеззараживании зерна погибло 99 % вредителей. При этом, удельные затраты энергии предложенной установки составили 4,1 МДж/кг, а удельная капиталоемкость 150 тыс. руб.-ч/кг, что по сравнению с существующей установкой АСТ-3 соответственно в 1,2 и 1,6 раза меньше.

Таким образом, использование предложенной установки позволяет качественно обеззаразить зерно в условиях фермерских хозяйств, а также снизить удельные затраты энергии и удельную капиталоемкость установки.

Библиографический список

1. Курдюмов, В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа [Текст] / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин. – Ульяновск, 2013. – 290 с.
2. Патент РФ № 2465527. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 27.10.2012 г.; Бюл. № 30.
3. Патент РФ № 2436630. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 31.05.2010 г.; Бюл. № 35.
4. Патент РФ № 2411432. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 07.10.2009 г.; Бюл. № 4.
5. Курдюмов, В.И. Энергозатраты на процесс сушки зерна [Текст] / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Вестник ВИЭСХ. – 2012. – Т. 2. – № 7. – С. 52-54.
6. Курдюмов, В.И. Повышение эффективности послеуборочной обработки зерна [Текст] / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 6. – С. 56-58.

*Курдюмов В.И., д.т.н., профессор,
Павлушин А.А., к.т.н.,
Шлёнкин К.В., к.т.н.,
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»
(г. Ульяновск, РФ)*

К ВОПРОСУ О МИНИМИЗАЦИИ ТЕПЛОПОТЕРЬ ПРИ КОНТАКТНОЙ СУШКЕ ЗЕРНА

Эффективность использования энергии в процессе сушки зерна при контактном способе теплоподвода во многом зависит от конструкции [2...5] и вида используемой теплоизоляции. Наличие тепловой изоляции снижает тепловые потери, а, следовательно, улучшает показатели энергосбережения устройства.

К теплоизоляционным материалам относят материалы с теплопроводностью не более 0,175 Вт/(м·К) при температуре 25 °С и плотностью не более 600 кг/м³ [1, 6]. Их подразделяют на неорганические и органические.

Среди неорганических теплоизоляционных материалов находят широкое применение: минеральная вата, базальтовое волокно, стеклянная вата, асбест хризолитовый, песок и щебень перлитовый вспученный, диатомит комовой. К органическим теплоизоляционным материалам относят плиты древесноволокнистые, фибролитовые, камышитовые, соломитовые (изготавливают из соломы и стеблей растений), торфяные, пробковые. Органическими теплоизоляционными материалами являются различные пенопласты.

Наложение теплоизоляции на цилиндрическую поверхность имеет свою особенность: при увеличении толщины изоляции тепловой поток в одних случаях может уменьшаться, а в других – увеличиваться. Это происходит в силу того, что при утолщении изоляции наряду со снижением внутреннего термического сопротивления возрастает наружная поверхность теплообмена, что способствует увеличению тепловых потерь.

Для обоснования толщины изоляционного слоя проведём тепловой расчёт для установившегося режима работы устройства, при котором температура кожуха t_k и тепловой поток через слои теплоизоляции постоянны.

На рисунке изображена схема распределения температуры в устройстве.

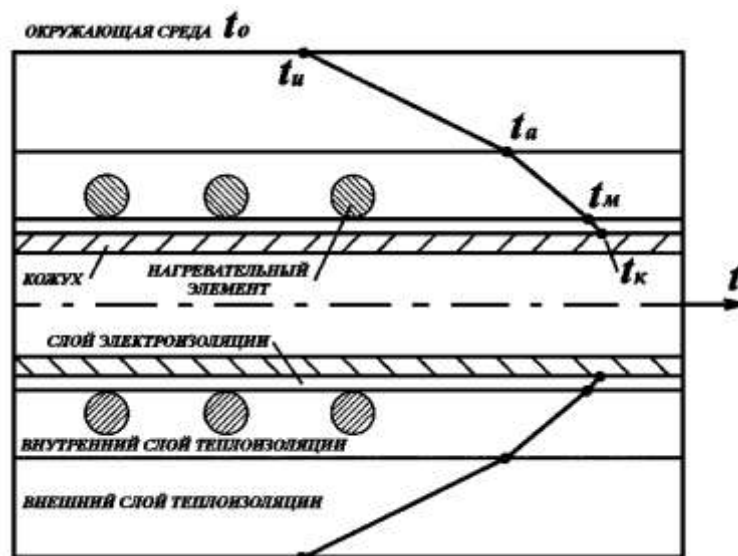


Рисунок – Распределение температуры в устройстве

Качество тепловой изоляции оценивают коэффициентом полезного действия:

$$\eta_u = 1 - \frac{\Phi_u}{\Phi_n},$$

где Φ_u – тепловые потери изолированного устройства, Вт; Φ_n – тепловые потери неизолированного устройства, Вт.

Тепловые потери многослойной цилиндрической оболочки, Вт,

$$\Phi = \frac{2\pi l}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} (t_{c1} - t_{c(n+1)}),$$

где l – длина кожуха устройства, м; n – число слоёв изоляции; λ_i – теплопроводность i -того слоя, Вт/(м·°C); t_{c1} – температура первого слоя, °C; $t_{c(n+1)}$ – температура последнего слоя, °C.

Удельные потери теплоты в окружающую среду, Вт/м,

$$q = \frac{t_k - t_o}{R},$$

где t_k – температура наружной поверхности кожуха устройства, °C; t_o – температура окружающей среды, °C; R – суммарное термическое сопротивление, м·°C /Вт.

Суммарное термическое сопротивление, м·°C/Вт,

$$R = R_s + R_a + R_u + R_o,$$

где R_s – термическое сопротивление слоя электроизоляции, м·°C/Вт; R_a – термическое сопротивление внутреннего слоя теплоизоляции, м·°C/Вт; R_u – термическое сопротивление внешнего слоя изоляции, м·°C/Вт; R_o – термическое сопротивление теплопередаче в окружающую среду, м·°C/Вт.

Термическое сопротивление слоя электроизоляции, м·°C/Вт,

$$R_3 = \frac{1}{2\pi\lambda_3} \ln \frac{d_3}{d_k},$$

где λ_3 – теплопроводность слоя электроизоляции, Вт/(м·°C); d_3 – диаметр слоя электроизоляции, м; d_k – диаметр кожуха устройства, м.

Термическое сопротивление внутреннего слоя теплоизоляции, м·°C/Вт,

$$R_a = \frac{1}{2\pi\lambda_a} \ln \frac{d_a}{d_m},$$

где λ_a – теплопроводность внутреннего слоя изоляции, м·°C/Вт; d_a – диаметр внутреннего слоя изоляции, м.

Термическое сопротивление внешнего слоя теплоизоляции, м·°C/Вт,

$$R_u = \frac{1}{2\pi\lambda_u} \ln \frac{d_u}{d_a},$$

где λ_u – теплопроводность внешнего слоя теплоизоляции, Вт/м·°C; d_u – диаметр внешнего слоя изоляции, м.

Сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности изоляции в окружающую среду, м·°C/Вт,

$$R_o = \frac{1}{\pi d_u \alpha_n},$$

где α_n – суммарный коэффициент теплообмена наружной поверхности тепловой изоляции, Вт/(м²·°C),

$$\alpha_n = \alpha_n^u + \alpha_n^k,$$

где α_n^u – коэффициент теплоотдачи излучением, Вт/(м²·°C); α_n^k – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²·°C).

Значение α_n^u определим по формуле:

$$\alpha_n^u = C \frac{\left(\frac{t_u}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_o}{100}\right)^4}{t_u - t_o},$$

где C – коэффициент излучения поверхности внешнего слоя теплоизоляции, Вт/(м²·°C⁴); t_u – температура наружной поверхности изоляции, °C; t_o – температура окружающей среды, °C.

Коэффициент излучения поверхности внешнего слоя теплоизоляции зависит от степени черноты полного нормального излучения ε выбранного материала.

Определяя по табличным данным степень черноты выбранного материала, находим коэффициент излучения поверхности

$$C = \varepsilon C_0,$$

где $C_0 = 5,67$ Вт/(м²·°C⁴) – коэффициент излучения абсолютно черного тела.

Коэффициент теплообмена конвекцией от наружной поверхности изоляции при естественной конвекции

$$\alpha_n^k = 1,16 \sqrt{t_u - t_o}.$$

Общие потери теплоты в окружающую среду, Вт,

$$\Phi_u = ql,$$

где l – длина устройства, м.

Потери теплоты в окружающую среду от неизолированного устройства определяют аналогично, без учёта толщины слоя изоляции.

Диаметры слоёв электроизоляции и теплоизоляции обусловлены конструктивными особенностями устройства, поэтому являются постоянными величинами. Следовательно, выбрав материал теплоизоляции и оптимизировав толщину слоёв, можно добиться снижения тепловых потерь при тепловой обработке зерна в предлагаемом устройстве и, следовательно, снижения энергетических затрат на этот процесс.

Библиографический список

1. Курдюмов, В.И. . Тепловая обработка зерна в установках контактного типа [Текст] / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин. – Ульяновск, 2013. – 290 с.
2. Патент РФ № 2465527. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 27.10.2012 г.; Бюл. № 30.
3. Патент РФ № 2436630. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 31.05.2010 г.; Бюл. № 35.
4. Патент РФ № 2411432. Устройство для сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. – Оpubл. 07.10.2009 г.; Бюл. № 4.
5. Курдюмов, В.И. Энергозатраты на процесс сушки зерна [Текст] / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Вестник ВИЭСХ. – 2012. – Т. 2. – № 7. – С. 52-54.
6. Курдюмов, В.И. Повышение эффективности послеуборочной обработки зерна [Текст] / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 6. – С. 56-58.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ – ОСНОВОПОЛАГАЮЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ (Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. N 120) большая часть продовольственных продуктов должна производиться аграриями страны: зерна – не менее 95%; сахара – не менее 80%; растительного масла – не менее 80%; мяса и мясопродуктов – не менее 85%; молока и молокопродуктов – не менее 90%; рыбной продукции – не менее 80%; картофеля – не менее 95%. Для достижения обозначенных параметров потребуется: *«поэтапное снижение зависимости отечественного агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов от импорта технологий, машин, оборудования и других ресурсов»* [1]. Как показали события последнего времени: развернувшийся мировой финансово-экономический кризис, санкции со стороны развитых стран, что устойчивость и сбалансированность российского сектора промышленности далеко от желаемых результатов. В 2013 году объем рынка сельхозтехники в России составил – 84 млрд. руб., доля отечественной техники – 22,5 млрд. руб. Международная практика свидетельствует: если доля импорта стратегически важных товаров, необходимых для внутреннего потребления страны, превышает 25%, то возникает угроза для национальной безопасности. И выходит, что по сельхозмашиностроению угроза по безопасности нависла вполне реальная. В последние годы Правительство РФ предпринимало меры, чтобы исправить эту ситуацию. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2012г. № 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» общий объем субсидий 2015 г. должен превысить 3 млрд. рублей. В целях реализации программы льготного лизинга сельскохозяйственной техники российского производства и поддержки экспорта уставной капитал ОАО «Росагролизинг» был увеличен до 2 млрд. руб. Поддержка сельхозмашиностроения будет осуществляться по программе «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328). По программе российские производители на конкурсной основе получают субсидии из бюджета на компенсацию части затрат на уплату % по кредитам. Одной из составляющих отрасли сельхозмашиностроения является – производство оросительной техники. При сохранении существующих площадей орошения (4,3 млн. га) стране потребуется: широкозахватных дождевальных машин кругового действия – 28,6 тыс. штук, широкозахватных дождевальных машин фронтального действия – 12,6 тыс. штук, мобильных дождевальных агрегатов, работающих от открытой оросительной сети – 8,7 тыс. штук, шланговых дождевальных машин – 5,6 тыс. штук, мобильных систем на основе быстро

сборных трубопроводов (комплекты по 50 га) – 7,0 тыс. штук, систем капельного орошения (в пересчете на 10 га) – 20,0 тыс. единиц [2]. Россия при имеющихся производственных мощностях не может обеспечить такие объемы производства и поставок оросительной техники, а привлечение для решения этой проблемы дилерских фирм не выход из положения, так как главным критерием для них является получение прибыли любыми путями. Единственно правильный путь – развитие отечественного производства с использованием западных технологий, создание технологий орошения, более тесно увязанных с конкретными агроландшафтами и почвенно-климатическими условиями регионов [5, С. 19 – 22]. В настоящее время в России 80% рынка оросительной техники занято зарубежными компаниями, главными из которых являются: Rain Bird, Valmont Ind (США), Perrot (Германия), Sigma (Чехия), R.Bauer (Австрия), OCMYC (Италия), France Pivot и T-Systems Europe Irrifrance (Франция), Netafim (Израиль). В 2012г. российские производители поставили продукции на 200 млн.руб, а зарубежные компании поставили в РФ продукции на 2 134,4 млн.руб.(источник: база данных деклараций на товары ФТС РФ). Созданные в стране льготные условия ввоза импортной сельхозтехники, позволили оказать поддержку производителям ЕС в размере 11 млрд. \$; при этом, немецкие производители получили более 5 млрд. \$. В России оросительную технику выпускают: ООО «Ортех» (Волгоград) – продукция: ДКШ-64 "Волжанка", ДДА-100, ДШ «Агрос», передвижные насосные станции; ЗАО «Фрегат» (г.Н.Новгород), ЗАО «Фрегат» (г. Саратов) – продукция: широкозахватные дождевальные машины кругового действия с гидроприводом: ДМ "Фрегат", ДМ "Фрегат-Н"; РАНТЦ «Радуга» (г.Коломна) – продукция: дождевальная техника для орошения до 20 га. К достоинствам зарубежных компаний производителей техники можно отнести: высокий уровень организации и концентрации производства; выпуск техники с высокой степенью автоматизации и многофункционального использования; широкий диапазон модификаций техники; возможность поставки единичных экземпляров по заказу для конкретных условий применения; высокий уровень дизайна и комфортности; наличие компьютерных средств управления и контроля. К недостаткам: высокую стоимость продукции; отсутствие службы гарантийного и послегарантийного ремонта и сервисного обслуживания; отсутствие информации о технико-эксплуатационных параметрах качества дождя. Средняя сложившаяся стоимость широкозахватной дождевальной техники от 70000 \$ до 150000 \$ (см.таблицу 1).

Таблица 1– Анализ цен на импортную оросительную технику, 2015 г.

Модель	Производитель	Цена, тыс.долл.
<i>шланговые дождеватели</i>		
RKD	Испания	30,1
<i>фронтальные машины с захватом 800 м</i>		
Valley 800м	Valmont irrigation, США	116,1
Pivot 800м	RM, Италия	151,4
Pivot 800м	RKD, Испания	115,8

Зарубежные образцы дождевальной техники не проходят системы Государственных испытаний в РФ, поэтому они не соответствуют отечественным стандартам. Особенности конструкции каркаса, опорных тележек и прочих несущих элементов у широкозахватных дождевальных машин ведущих фирм производителей таких как: «Valmont Ind», «Renke», «RDK», «Zigmatik» - (США), «R.Bauer» (Австрия), «ОСМУС» (Италия), «France Pivot» и «T-Systems Europe Irrifrance» (Франция) и российской ЗАО «Фрегат» идентичны, имеют различие лишь на 15%, а технико-эксплуатационные характеристики качества дождя и равномерности полива находятся на одном уровне. Коэффициент эффективного полива у всех производителей находится на высоком уровне не менее 0,8. Использование для ходовой системы дождевальных машин мотор-компонентов (мотор-редукторов) авторского исполнения, могут позволить себе лишь крупные производители, такие как: «Valmont Ind», «Renke», «Zigmatik», «R.Bauer», остальные компании используют универсальные мотор-компоненты американской компании «UMC». При комплектации дождевого пояса многие западные производители используют универсальные дождевальные насадки, изготавливающиеся фирмами «Nelson» и «Cenihger». Каждая компания разрабатывает свою систему управления поливными машинами с помощью GSM (программирование орошения).

Производство шланго-барабанных дождевальных машин сконцентрировано в Европе, в связи с тем, что данный тип поливной техники хорошо вписывается в местные условия хозяйствования ведущегося на мелкоконтурных участках сложной конфигурации. Значительных отличий от российских машин не отмечается, так: намоточный барабан с катушкой у всех производителей одинаковый; используемые полиэтиленовые трубопроводы имеют высокую степень износостойкости и гибкости; в качестве привода намоточного барабана зарубежные производители используют водяные турбины с системой механических передач, которые идентичны на 80%; в качестве устройства для распределения воды на поле применяют на 100% универсальные дождевальные консоли; в системах управления машинами используются тахометры и бортовые компьютеры. Компания «Bauer» не доверяют производство шлангов сторонним организациям и производят их сама для разных типов дождевальных машин.

Для обеспечения сельхозпроизводителей страны необходимой оросительной техникой потребуется наладить серийный выпуск дождевальных машин: ДМ «Фрегат», ДШ «Агрос», которые по показателям производительности, энергоёмкости, материалоемкости, трудозатратам, качеству полива не уступают зарубежным аналогам (см.таблица 1.). Поэтапно развивающееся в стране импортозамещение должно привести: к росту занятости населения, к снижению безработицы; активизации НИР; увеличению спроса на отечественные товары. Проводимая политика импортозамещения должна создать благоприятную среду для роста национальной промышленности в области производства оросительной техники [6. С.34 –38].

Таблица 2 – Сравнительный анализ российской и зарубежной оросительной техники, 2015 г.

Марка ДМ, фирма, страна	«ДМ «Фрегат», ЗАО «ОРТЕХ», РФ	«Valley»Valmont.inc, 7002 North 288 Street Вэлли, США
Принцип перемещения и способ забора воды	круговой, с забором воды из закрытой оросительной сети	круговой, с забором воды из гидранта закрытой оросительной сети
Расход воды, л/с	70	31-263
Давление на входе в ДМ, МПа	0,35-0,4	0,21- 0,4
Диаметр водопроводящего трубопровода, мм	168;152.	254;219;168,3;152,4.
Ширина захвата или радиус полива ДМ, м	483	В зависимости от типа центральной опоры: опора 6 $\frac{5}{8}$ " до 396; опора 8" до 457; опора 10" до 850
Конструкция ферменного каркаса	Трёхпоясная ферменная конструкция треугольного сечения верхний пояс – водопроводящий трубопровод	Трёх поясная ферменная конструкция треугольного сечения верхний пояс – водопроводящий трубопровод
Система привода тележек	По одному червячному редуктору на каждое колесо с приводом от главного мотор-редуктора (вертикальная компоновка)	По одному червячному редуктору на каждое колесо с передаточным числом 52:1 и приводом от главного мотор-редуктора
Система управления тележками	Автоматическая система управления электро-приводом на устаревшей элементной базе	Автоматическая система управления электроприводом на микропроцессорах
Дождевой пояс	125 дождевальных насадок на коротких изогнутых патрубках	Насадки-распылители свисающие на длинных гибких шлангах
Системы повышения проходимости	В базовой комплектации в РФ не предусмотрено	Изменяемый размер шин от 279 до 429 мм; изменяемый привод тележек – трёх колёсный (V-3); четырёх колёсный (Spider)
Варианты исполнения трубопровода	Только оцинкованный	3 варианта исполнения: оцинкованный; POLY-SPAN с гальванической парой;

Процесс импортозамещения в России должен проходить в векторе: от простых товаров к наукоемким и по трем направлениям: первое – охватывать импортные товары, аналоги которых производятся в стране в недостаточном количестве (необходимо наращивать выпуск востребованной продукции); второе – охватывать импортные товары, которые в стране не производятся, но выпуск, которых необходимо освоить в короткое время (потребуются инвестиции в новые производства); третье – выпуск продукции, производство которой в стране экономически невыгодно (ввоз импортной техники без ограничений). Развитие материально-технической базы машиностроительных заводов специализирующихся на производстве оросительной техники - решение проблем выпуска энергосберегающей, экологически безопасной конкурентоспособной поливной техникой.

Библиографический список

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mcsx.ru>.
2. Федеральный закон «О мелиорации земель» от 10.01.1996 N 4-ФЗ (ред. от 31.12.2014) [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.consultant.ru>
3. Медведев, А.В. Использование инструментов региональной экономической политики для проведения процесса реструктуризации на промышленном предприятии [Текст] / А.В. Медведев, Я.М. Старовойтова // «Управление экономическими системами: электронный научный журнал [Электронный ресурс]. – 2012. – № 11 (47). – URL: <http://www.uecs.ru>
4. Медведев, А.В. Развитие промышленного потенциала региона в контексте общего развития экономики России [Текст] / А.В. Медведев, Я.М. Старовойтова // Сборник материалов IX межрегиональной научно-практической конференции «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, инновации» (г.Волжский, 2013 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.volpi.ru>
5. Медведева, Л.Н. Инновационные технологии – будущее сельскохозяйственного производства [Текст] / Л.Н. Медведева, М.К. Старовойтов, Л.Б. Рогожникова // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 6. – С. 19 – 22.
6. Назарчук, Е.Н. Импортозамещающая стратегия развития российских предприятий [Текст] / Е.Н. Назарчук // Инновационное развитие экономики: Материалы международной научно-практич. конф. (г. Ярославль, 2005). – С. 34-38.

МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫЙ НА СОЧЕТАННОМ ДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Достижения научно-технической революции за последние десятилетия привели к появлению новых высокоэффективных методов селекции. Постепенно утрачивает свое ведущее положение индуцированный мутагенез, который является продолжением и развитием методов селекции, основанных на выявлении и использовании спонтанных мутаций. К его основным разделам в настоящее время относятся прежде всего химический мутагенез и радиационный мутагенез, посредством которых было получено множество сортов основных сельскохозяйственных культур, созданы научные и практические предпосылки для повышения эффективности медицины, животноводства, рыбоводства и лесоводства.

Между тем, к началу 21 века обострилась проблема создания ценного исходного материала для селекции новых сортов. Выяснилось, что имеющийся в распоряжении селекционеров генофонд той или иной культуры уже не может полностью обеспечить решение поставленных задач, так как интенсивная селекционная практика в значительной степени исчерпала потенциальные возможности большинства сельскохозяйственных культур. Вся совокупность массива современных данных свидетельствует о высоком уровне генетической стабильности сельскохозяйственных растений, что затрудняет получение новых исходных форм для селекции.

В сложившейся ситуации существует необходимость в разработке принципиально новых способов и методов изменения наследственности, потому что возможности химического и радиационного мутагенеза, как показывает многолетний опыт и теоретические исследования, все же достаточно ограничены. В связи с этим, были проведены исследования, из которых вытекает возможность развития, изучения и широкого применения в практике нового средства индуцированного мутагенеза, а именно, сенсibilизированного фотомутагенеза (СЛФ).

Как известно, в начале 60-х годов были созданы оптические квантовые генераторы – лазеры. Спустя весьма непродолжительное время, было выяснено, что лазерное излучение (ЛИ) обладает мутагенным действием. Это обусловило попытку формирования нового направления экспериментального мутагенеза, а именно лазерного мутагенеза. В литературе описан целый ряд работ по мутагенному воздействию ЛИ на бактерии и одноклеточные организмы, в районе длины волны излучения $\lambda \approx 260$ нм. Было исследовано воздействие ЛИ различных длин волн, различной интенсивности и дозы на другие

биологические объекты и обнаружено множество фотобиологических эффектов.

Однако, оказалось, что выявление мутагенного эффекта ЛИ, при воздействии на высшие организмы, связано с большими трудностями или вообще невозможно, главным образом из-за чрезвычайно низкой проникающей способности ЛИ на длине волны $\lambda \approx 260$ нм, спектр поглощения ДНК на которой, к тому же практически полностью перекрывался спектрами поглощения содержащихся в клетках белков. Возможно, вследствие этих причин, интерес к лазерному излучению, как возможному средству индуцирования генетической изменчивости у высших растений, резко снизился, и число публикаций по использованию ЛИ как мутагенного фактора по отношению к высшим растениям, начиная с (80-90)-х годов, было минимальным. Считаем, что все же главным фактором снижения интереса к СЛФ было все-таки бурное развитие генной инженерии, позволившей не только далеко продвинуть теоретическую биологию, но и получить целый ряд научно и практически значимых биологических организмов.

Между тем, как показывает время, ЛИ в сочетании с хромофорными группировками молекул-сенситизаторов в качестве посредника между ЛИ и биологической молекулой, вполне может служить в качестве мощного средства научных исследований и экспериментального мутагенеза. К тому же нельзя отрицать значимости метода СЛФ для оценки экологической ситуации.

Актуальность экологического аспекта проблемы связана с тем, что бурное развитие промышленности к началу 21 века, способствует появлению большого количества новых химических веществ искусственного происхождения и мощных источников электромагнитного излучения. Можно предположить возникновение таких ситуаций, когда химические вещества, считавшиеся до сих пор биологически неактивными, при совместном действии с возросшей по интенсивности УФ-частью солнечного спектра или с оптическими источниками искусственного происхождения, могут создавать неожиданные физиологические и мутагенные эффекты. Причем, опасность представляет не только прямое попадание луча на биологический объект, но, при наличии в воздухе определенных веществ – сенситизаторов, могут возникать объемные пространственные области с индуцированными в них долгоживущими радикалами, являющимися не менее опасными, чем прямое воздействие луча.

Известно из курса физики, что коэффициент пропускания ϑ энергии светового луча через различные среды очень сильно зависит от длины волны λ [10]. Проведенные нами эксперименты подтверждают эту закономерность по отношению к биологическим системам. Они проводились на изготовленных препаратах эпидермы кукурузы и томата с нижней стороны листа. Результаты приведены в таблице 1.

Так как, поглощение происходит каждым монослоем клеток, то зависимость плотности мощности (P_m) ЛИ после прохождения светом n слоев клеток может определяться по закону геометрической прогрессии: $P_m(n) = P_0 \cdot \vartheta^n$,

где P_0 – начальная плотность мощности ЛИ. Проведенный анализ возможного уменьшения интенсивности ЛИ за счет отражения и рассеивания показывает, что на каждые 10 слоев клеток происходит дополнительное снижение P_m примерно на порядок.

В этом случае обобщенная формула для оценки реальной плотности мощности ЛИ после прохождения n слоев клеток имеет вид:

$$P_m(n) = P_0 \cdot 9^n \cdot 10^{-(n/10)}$$

Исследования, проведенные со свежей пылью томата и кукурузы показывают, что внутри пыльцевых зерен развивается плотность мощности P_m ЛИ всего лишь на (1-2) порядка меньше исходной интенсивности P_0 . В этом смысле, использование пылицы, как объекта совместного воздействия сенсibilизаторов и ЛИ при индицировании генетических изменений, должно представлять особый интерес.

Таблица 1 - Зависимость коэффициента пропускания 9 от длины световой волны λ для монослоя клеток эпидермы кукурузы линий НМV404, XL18 и томата сорта «Факел»

Длина волны λ , нм	200	250	300	350	400	500	600	700
Кукуруза линии НМV404								
Коэффициент пропускания 9	0,036	0,44	0,67	0,75	0,77	0,82	0,83	0,84
Кукуруза линии XL18								
Коэффициент пропускания 9	0,032	0,44	0,65	0,71	0,76	0,80	0,84	0,86
Томат сорта «Факел».								
Коэффициент пропускания 9	0,029	0,38	0,58	0,66	0,74	0,82	0,86	0,87

Как следует из результатов, приведенных в таблице 1, для разных видов растений выполняется одинаковая закономерность; через растительные ткани плохо проникает свет с длиной волны $\lambda > 300$ нм и относительно хорошо проникает свет с длиной волны $\lambda < 300$ нм. По всей видимости, именно в этом кроется одна из причин малого числа публикаций о мутагенном действии ЛИ ($\lambda > 300$ нм) на высшие растения и большого числа публикаций о высокой мутагенной активности УФ – лазеров ($\lambda < 300$ нм) при воздействии на бактерии и клеточные культуры.

Теоретически метод СЛФ получил развитие в и апробацию на молекулярном уровне в научных коллективах г. Новосибирска [1] и Кишинева [2].

Они его обозначали как метод ДАМ (метод двухквантовой аффинной модификации). Метод СЛФ (ДАМ) предполагает использование в качестве

молекул - сенсibilизаторов такие, которые бы отвечали, по меньшей мере, 3-м условиям:

Имели бы исключительно высокое химическое сродство именно к нуклеиновым кислотам (НК), но не к белкам, углеводам и прочим компонентам.

Имели бы спектры поглощения, у которых были бы 2 максимума поглощения. Один должен быть в УФ (или близкой к ней) области, другой должен быть в видимой области с длиной волны поглощения $\lambda \sim 530$ нм, которой соответствует активное поглощение световой энергии молекулами НК.

Сенсibilизатор не должен быть токсичным. Он должен легко поглощаться, связываться с НК и легко выводиться из организма.

Поиск эффективного прижизненного сенсibilизатора проводился по оригинальной разработанной методике среди большой группы веществ, использование которых предполагает избирательное связывание с ДНК генома. Было проанализировано более 150 препаратов, используемых в биохимии, в цитологической и гистологической практике и при лечении онкологических заболеваний. Сенсibilизаторы подбирались под длины волн излучения лазеров $\lambda = 337$ нм и $\lambda = 532$ нм. В работе были использованы известные из цитологии сенсibilизирующие красители акридин оранжевый (АО) и этидий бромистый (EtBr), а также впервые выявленные в качестве сенсibilизаторов 6-меркаптопурин (6МП) и хлорохин (ХЛ) [8, 3].

Эффективность сенсibilизаторов оценивалась по количеству одонитевых и двунитевых разрывов (ОНР и ДНР) ДНК, при облучении комплексов ДНК-сенсibilизатор лазерным излучением (ЛИ). Молярное отношение γ (сенсibilизатор-нуклеотид) менялось в экспериментах от 1:90 до 1:1. При этом выяснилось, что зависимость степени фрагментации ДНК от величины γ имеет характер, близкий к линейному.

Выявлено, что нахождение ДНК в комплексе с сенсibilизаторами 6МП, ХЛ, EtBr, АО, в течение длительного времени ($t = 6$ часов), не приводит к фрагментации ДНК. Установлено, что для всех используемых сенсibilизаторов степень фрагментации ДНК при воздействии на комплексы ДНК-сенсibilизатор лазера ЛГИ-21 ($\lambda = 337$ нм) не зависит от плотности мощности ЛИ в интервале от 10^7 Вт/м² до 10^{11} Вт/м², при постоянной плотности дозы излучения $P_d = 1,6 \cdot 10^5$ Дж/м².

Для изучения доминирующих механизмов передачи световой энергии с молекулы сенсibilизатора на ДНК проводились исследования с использованием эффективного «тушителя радикалов» – 2-меркаптоэтанола (2МЭ). Определены численные значения количества ОНР и ДНР ДНК, при облучении комплексов ДНК-сенсibilизатор ЛИ, с предварительным добавлением к облучаемым комплексам 2МЭ в конечных концентрациях 10^{-3} М, 10^{-2} М, 10^{-1} М, 0,5 М, 1 М.

Установлено, что добавление к облучаемым комплексам 2МЭ в возрастающих концентрациях, приводит к уменьшению числа разрывов ДНК, однако, начиная с концентраций (0,1 – 0,5) М, дальнейшее снижение числа

разрывов ДНК прекращается. Определено, что при плотности мощности P_m ЛИ в интервале от 10^7 Вт/м² до 10^{11} Вт/м², остаточное число разрывов ДНК составляет для 6МП – 12,7%, для ХЛ – 15,5%, для EtBr – 14,3%, для АО – 19,8% от контрольных значений.

Определено, что отношение числа ОНР ДНК к числу ДНР ДНК, возникающих в молекулах ДНК, при воздействии на комплексы ДНК-сенсibilизатор ЛИ ($\lambda = 337$ нм, $\lambda = 532$ нм) с P_m из интервала от 10^7 Вт/м² до 10^{11} Вт/м², для сенсibilизаторов 6МП, ХЛ, EtBr, АО находится в пределах от 12 до 14, что соответствует расчетному отношению числа ОНР и ДНР ДНК, при условии возникновения ДНР ДНК как следствие двух близкорасположенных ОНР ДНК. Для ЛИ ($\lambda = 532$ нм) с $P_m = 2 \cdot 10^{13}$ Вт/м², при воздействии на комплекс ДНК-АО, отношение числа ОНР к ДНР ДНК составляет 11-12, что указывает на появление одноударного механизма индуцирования ДНР ДНК при такой плотности мощности ЛИ [6,5].

Установление условий функционирования одноударного механизма образования ДНР ДНК в системах *in vitro* может иметь особое значение при перенесении воздействий на системы *in vivo* [7,4].

Таким образом, метод СЛФ можно считать перспективным в плане дальнейшего изучения биологических систем и формирования новых форм организмов. Если генная инженерия предполагает применение уже изученных методик (инженерия), то СЛФ предполагает изучение с появлением неожиданных эффектов, которые, обычно и ведут к научным открытиям.

Библиографический список

1. Бенимецкая Л.В. и др., «Нелинейная лазерная фотомодификация нуклеиновых кислот, индуцированная интеркалирующими красителями», //Биофизика, 1987, т. XXXII, вып.4 с. 716 – 731.
2. Бурилков В.К., Крочик Г.М., «Биологическое действие лазерного излучения», Кишинев, «Штиинца», 1989.
3. Бурилков В.К., Чесноков Ю.В., Пащенко В.М. Патент RU № 2037291 С1, А 01 Н 1/04 «Способ образования одно-и двунитевых разрывов в ДНК и индуцирования хромосомных aberrаций у кукурузы» 1995, г. Москва.
4. Дудин Г.П., Лысиков В.Н., «Индукцированный мутагенез и использование его в селекции растений.», Монография, Киров, 2009.
5. Пащенко В.М., Астахова И.А. «О механизмах распределения энергии в ДНК», //Сборник научных трудов, РГСХА, Рязань, 2001, с. 47-49.
6. Пащенко В.М., Бурилков В.К., Чесноков Ю.В., «О возможном механизме взаимодействия ЛИ с комплексом ДНК-6-меркаптопурин», //Известия АН РМ, сер. Биологические и химические науки, № 1, 1993, Кишинев, с.33-36.
7. Пащенко В.М., Лысиков В.Н. «Возможности сенсibilизированного фотомутагенеза по индуцированию генетической изменчивости у растений», //Радиационная биология. Радиоэкология, РАН, Москва, 2000, т.40, № 3, с.292 – 298.

8. Пашенко В.М. Патент RU № 2007908 C1, А 01 Н 1/04 «Сенсибилизатор – интеркалятор». 1992, г. Москва

9. Пустовалов А.П. Эффекты воздействия электромагнитных излучений на биологические объекты в эксперименте / А.П.Пустовалов, Т.В. Меньшова, О.А. Кулешова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева.- 2013.- №1- С.112-114.

10. Сивухин Л.В. «Общий курс физики. Оптика», учебное пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений, Москва, «Наука». 1985.

УДК 637.232.14

*Набатчиков А.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Панферов Н.С., ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Ульянов В.М., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО РГАТУ,
Хрипин В.А., к.т.н., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(Рязань, РФ)*

ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ

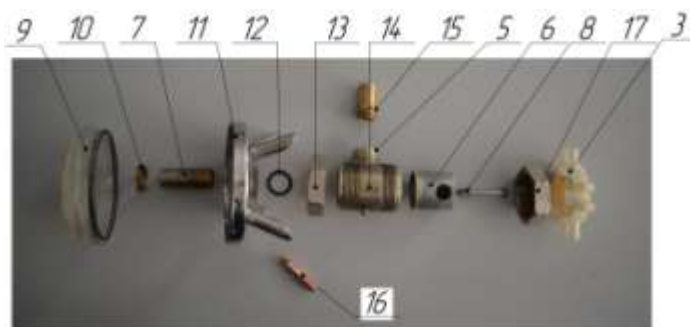
Машинное доение коров является одним из основных технологических процессов, от уровня его развития в значительной мере зависит эффективность молочного скотоводства в целом. Особенно это актуально с ростом продуктивности коров, когда для доения коров требуются высокопроизводительные аппараты, рассчитанные на большие потоки молока и обеспечивающие стабильный вакуум под сосками вымени.

Нами разработан двухтактный доильный аппарат попарного доения с верхней эвакуацией молока из коллектора, обладающий высокой отсасывающей способностью и обеспечивающий безопасное для здоровья выдаивание высокопродуктивных коров.

Оригинальным в предлагаемом доильном аппарате является выполнение его подвесной части (рис. 1а).



а



б

1 – доильный стакан; 2 – коллектор; 3 – распределитель; 4 – шланги; 5 – выходной молочный патрубок; 6 – клапан; 7 – отсасывающая трубка; 8 – шток; 9 – крышка молокоотборной камеры; 10 – гайка; 11 – корпус коллектора; 12 – кольцо; 13, 17 – крышка корпуса клапана нижняя и верхняя; 14 – корпус клапана; 15 – штуцер; 16 – сменный патрубок.

Рисунок 1– Подвесная часть доильного аппарата: общий вид (а); б – коллектор в разобранном виде

Подвесная часть включает в себя двухкамерные доильные стаканы 1, коллектор 2, распределитель 3, шланги 4. Коллектор (рис. 1б) выполнен с верхним расположением выходного молочного патрубка 5, перекрывающим клапаном 6. Внутри коллектора по осевой установлена отсасывающая трубка 7, нижний конец которой размещен у днища крышки молокосорной камеры 9 коллектора, а верхний в зоне выходного отверстия молочного патрубка 5. Подключение и отключение коллектора осуществляется оператором посредством штока 8, перемещающего клапаном 6.

При работе доильного аппарата молоко от доильных стаканов поступает в молокосорную камеру коллектора и далее отсасывается через трубку и выходной патрубок в молокопровод. Эвакуация молока через отсасывающую трубку с верхним отводом из коллектора значительно повышает его производительность и стабилизирует вакуумный режим под сосками вымени коровы при доении.

Для проведения экспериментальных исследований разработанного доильного аппарата на кафедре механизации животноводства была разработана лабораторная установка (рис. 2).



1 – искусственное вымя; 2 – подвесная часть доильного аппарата; 3 – пульсатор; 4 – шланги; 5 – доильное ведро; 6 – счетчик газа; 7 – бак для жидкости; 8 – напорная труба; 9 – расширительная емкость; 10 – имитаторы сосков.

Рисунок 2 – Общий вид лабораторной установки

Она включает искусственное вымя 1, испытуемый доильный аппарат, состоящий из подвесной части 2, пульсатора 3, шлангов 4, доильного ведра 5 и

счетчика газа 6. Искусственное вымя состоит из бака для жидкости 7, напорной трубы 8, расширительной емкости 9, имитаторов сосков со сквозными каналами и клапанами 10.

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования, в ходе которых будут определены оптимальные параметры предлагаемого доильного аппарата с верхней эвакуацией молока из коллектора.

Библиографический список

1. Ульянов В.М. Экспериментальные исследования доильного аппарата с изменяющимся центром масс в производственных условиях/Ульянов В.М., Хрипин В.А., Мяснянкина М.Н., Карпов Ю.Н.// Вестник Рязанского государственного агротехнического университета имени П.А. Костычева, 2014, №3, С.48...53.

2. Доильный аппарат. Патент РФ №2457675./ Ульянов В.М., Чумиков В.В. // Оpubл. 10.08.12, бюл. № 22.

УДК 638.171.2

*Нагаев Н.Б., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА ТЕЧЕНИЯ РАЗВАРЕННОГО ВОСКОВОГО СЫРЬЯ

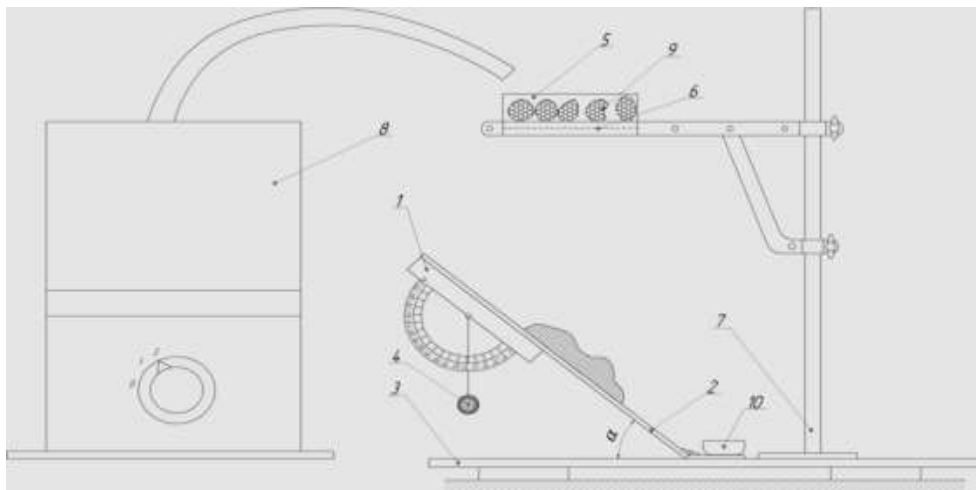
Воск пчелиный – продукт жизнедеятельности пчёл, жироподобное зернистое вещество, сложное органическое соединение, какое полностью ещё не изученное и в наши дни. Для процесса вытопки воска из пчелиных сотов существует различные установки. В ФГБОУ ВПО РГАТУ был разработан агрегат для вытопки воска из рамок с восковым сырьем[1,5].

Для обоснования параметров необходимо знать коэффициент трения воскового сырья при переходе из одного агрегатного состояния в другое, то есть из твердого состояния в жидкое в процессе его вытопки. Восковое сырье в процессе его использования в улье темнеет из-за того, что после каждого выведенного поколения пчел в ячейках сотов остаются коконы личинок и их экскременты. Поэтому, в течение использования пчелами воскового сырья оно набирает большое количество примесей.

Известно, что средняя восковитость у рамок 2 лет использования 90 %. В процессе вытопки восковое сырье предполагается разваривать насыщенным паром, после чего оно перемещается в воскопресс по наклонному дну камеры центрифуги. Коэффициенты трения воскового сырья и воска уже были определены и представлены ранее, но восковое сырье в зависимости от времени использования его маткой для засева расплодом набирает большое количество примесей, у которых коэффициент трения гораздо выше[2]. Поэтому было очень важно определить именно оптимальный угол течения разваренного воскового сырья, что бы избежать чрезмерного налипания

примесей, содержащихся в восковом сырье, на наклонное дно камеры центрифуги. Их накапливание на поверхности течения потока расплавленного воскового сырья, затрудняет его перемещение в воскопресс, тем самым увеличивает длительность процесса вытопки, а так же требуется очистка дна центрифуги после нескольких циклов.

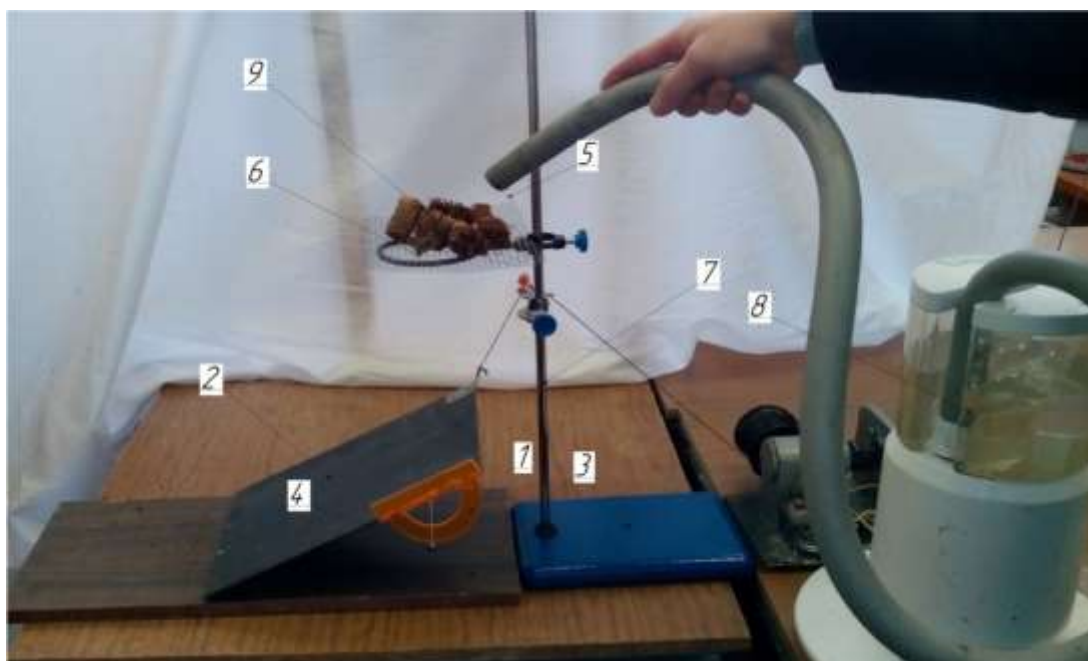
Для определения оптимального угла течения разваренного воскового сырья были использованы куски воскового сырья, вырезанные из гнездовых рамок. Для осуществления исследований была разработана установка, схема которой представлена на рисунке 1. Установка состоит из двух пластин, которые шарнирно соединены между собой. Одна пластина 3 неподвижна и расположена горизонтально, а вторая пластина 2 имеет возможность менять угол наклона, который регистрировали с помощью угломера 1 ГОСТ 5378-887. Разваривание воскового сырья происходило при помощи парообразователя 8 KITFORT-907. Для сбора разваренного воскового сырья предусмотрена емкость 10.



1 – угломер; 2 – наклонная пластина; 3 – основание; 4 – отвес; 5 – бункер; 6 – сетка; 7 – штатив; 8 – парообразователь KITFORT-907; 9 – куски воскового сырья; 10 – емкость для сбора разваренного воскового сырья.

Рисунок 1– Схема установки для определения оптимального угла течения разваренного воскового сырья

Для проведения исследований были отобраны куски сотов без перги, вырезанные из рамок, собранных из различных районов Рязанской области. Порядок проведения опыта был следующим. Кусковое восковое сырье 9 загружалось в бункер 5. Включался парообразователь 8 и на восковое сырье подавался насыщенный пар. Восковое сырье разваривалось, проникало через сетку 6, и под действием силы тяжести стекало по наклонной пластине в емкость 10 для сбора. В процессе опытов изменялся угол наклона наклонной пластины 2 с шагом в 5° от 30° до 60° и измерялся угломером 1 ГОСТ 5378-887. Для достоверности результатов исследования опыт повторялся в пятикратной повторности.



1 – угломер; 2 – наклонная пластина; 3 – основание; 4 – отвес; 5 – бункер; 6 – сетка; 7 – штатив; 8 – парообразователь KITFORT-907; 9 – куски воскового сырья.

Рисунок 2– Общий вид установки для определения оптимального угла течения разваренного воскового сырья

Результаты эксперимента по определению оптимального угла течения расплавленного воска представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения оптимального угла течения расплавленного воска

Угол наклона подвижной пластины, (α)	Оценка качества течения расплавленного воска
30	Удовлетворительное течение воска, примеси остаются на наклонной пластине и тормозят течение воска
35	Удовлетворительное течение, меньше примесей остаются на наклонной пластине и тормозят течение воска
45	Хорошее течение, часть примесей захватывается потоком расплавленного воска
50	Хорошее течение, мелкие и средние примеси захватывается потоком расплавленного воска
55	Хорошее течение, мелкие и средние примеси захватывается потоком расплавленного воска.
60	Хорошее течение, примеси полностью захватывается потоком расплавленного воска

Анализируя таблицу 1 можно сделать вывод о том, что с увеличением угла наклона подвижной пластины улучшается течение разваренного воскового сырья, так как примеси, накапливающиеся в восковом сырье, захватываются потоком расплавленного сырья, чего не происходит при малом угле наклона.

Итоги исследований говорят о том, что для оптимального течения разваренного воскового сырья угол наклона составляет 50°, так как при меньших углах на поверхности течения воска задерживаются примеси, содержащиеся в восковом сырье и препятствуют течению расплавленной массы, требуется очистка поверхности течения. При больших углах воск течет немного лучше, но такие углы негативно скажутся на металлоемкости агрегата и увеличит затраты энергии на процесс вытопки воска, так как увеличатся габаритные размеры агрегата.

Библиографический список

1. Пат № 2528960 Российская федерация, МПК А01К 56/09. /Агрегат для вытопки воска В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Т.В. Торженева, В.Д. Липин, -№ 2013112090/13,опубл. 20.09.2014; Бюл № 26.
2. Оптимальный угол течения воска./ Некрашевич В.Ф., Нагаев Н.Б., Мамонов Р.А., Буренин К.В., Грунин Н.А., Епифанцев Д.А.// Пчеловодство № 10 2014г., стр. 45-48
3. Некрашевич В.Ф., Кирьянов Ю.Н. Механизация пчеловодства. – 2-е изд., перераб. и расшир. – Рязань, 2011. – 266 с.
4. Изучение пластических и адгезионных свойств воска/ В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин //Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета, Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2013. – стр. 54-58.
5. Центробежный агрегат для вытопки воска из пчелиных сотов АВВЦ 20/19/Некрашевич В.Ф., Нагаев Н.Б., Торженева Т.В., Епифанцев Д.А., Урляпов М.В.//, Пчеловодство № 2 2015 г., - стр. 52-53, Москва, 2015

УДК 631.1

*Попов Д.Н., к.э.н.,
Попова Л.В., д.э.н., профессор,
ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет»,
(г. Волгоград, РФ)*

ПРИОРИТЕТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

Современное состояние аграрной сферы России характеризуется высокой вариацией производства по годам, преобладанием устаревших технологических укладов, низким уровнем эффективности и неустойчивым финансовым положением большинства сельских товаропроизводителей. Одним из необходимых условий выхода хозяйствующих субъектов аграрного сектора на качественно новый уровень хозяйствования является разработка и реализация инновационных моделей их развития. Очевидно, что эффективность

реализации таких моделей будет зависеть от их комплексности и степени охвата всех элементов, определяющих условия функционирования агроэкономических систем, материально-технической базы хозяйствующих субъектов и адекватных организационно-экономических механизмов.

Существующие подходы к формированию инновационных моделей, как правило, не обеспечивают системного решения данной проблемы. В одних исследовательских программах акцент делается на применении новой техники и повышении уровня интенсивности производства, в других рассматриваются конкретные технологические инновации – использование новых сортов сельскохозяйственных культур, пород сельскохозяйственных животных, в отдельных – приоритет отдается трансферу научных разработок в производство. В прикладных экономических исследованиях значительное внимание уделяется отдельным организационно-экономическим и социально-экономическим аспектам инновационной деятельности, в том числе совершенствованию институциональной среды, рационализации форм государственной поддержки, а также новым методам управления производственными системами в аграрной сфере.

Как показывает практика передовых аграрных предприятий, максимальная отдача от внедрения инновационных решений в сельском хозяйстве предполагает их системное использование, подкрепляемое масштабными инвестициями.

Отечественный АПК на современном этапе своего развития сочетает в себе прогрессивный и патриархальный уклады, передовые и отсталые технологии производства. Основная причина низкого уровня использования интенсивных и ресурсосберегающих технологий состоит в отсутствии экономического и организационного обеспечения инновационного процесса.

Импульсом инновационного развития сельского хозяйства послужило его включение в состав национальных программ развития экономики страны. Реализация приоритетного национального проекта «Развитие АПК» в 2006-2007 гг. дала начало развитию ряда инновационных процессов в агросфере. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы, Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации продолжили взятый новый курс на преобразование сельскохозяйственной сферы [4,6].

Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства содержит механизм преобразования сельского хозяйства в эффективно функционирующую систему путем освоения агротехнологий и машин интенсивного типа, а также материально-технических ресурсов нового поколения [5].

В настоящее время в стране осуществляется интенсивная работа по созданию системы внедрения инноваций, предусматривающей смену модели экономического роста с сырьевой на инновационную. Реализацию такой модели предполагается осуществить путем внедрения ресурсосберегающих технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, применения

отечественной техники последнего поколения. Об этом свидетельствует обобщенная оценка инновационных технологий (таблица) [1].

Таблица 1 – Обобщенная оценка эффективности применения инновационных технологий (на примере производства зерна озимой пшеницы) на Юге России, 2008–2012 гг.

Показатель	Сравниваемые технологии			
	Традиционные (базовые)	Интенсивные	Ресурсосберегающие	Экологически допустимые
Урожайность, ц с 1 га	40,2	50,5	46,7	45,4
Затраты труда на 1 га, чел-ч	28,4	23,2	19,4	16,7
Материалоемкость, руб/ц	58,6	107,1	80,7	90,4
Расход ГСМ на 1 га, кг	35,4	45,6	40,3	43,4
Стоимость парка машин на 100 га посева, млн руб.	1,42	1,61	1,05	1,35
Себестоимость 1 ц, руб.	120,4	186,3	173,2	174,5
Чистый доход с 1 га, тыс. руб.	4,6	6,8	7,3	7,4
Показатель эффективности технологии в целом	1,0	1,23	1,44	1,04

Примером современной технологии почвосберегающего, «щадящего» земледелия является технология No-till («нулевая» обработка почвы). В отличие от органических (биологических) и традиционных технологий No-till требует жесткого соблюдения всех норм применения химических средств защиты посевов, полного комплекта минеральных удобрений и, главное, - коренного обновления машинно-тракторного парка, что само по себе отражает не только положительную тенденцию в плане снижения материальных и трудовых затрат, но и внедрения экономически целесообразной системы земледелия [2, с. 36]. Результаты исследований свидетельствуют, что переход на такие технологии при возделывании зерновых колосовых культур позволяет на 14 % уменьшить потребность в тракторах и на 10 % – в сельхозмашинах, сократить расход топлива на 17 %, а затраты живого труда – на 6 %.

Еще одним перспективным направлением является переход на технологию послойной безотвальной обработки почвы на базе комбинированных многооперационных машин и орудий [3]. Ее эффективность проявляется в сравнении как с традиционной отвальной вспашкой, так и технологией No-till: до 30 % сокращаются затраты труда, на 23 % – расход топлива, на 36–46 % – потребность в тракторах и сельскохозяйственных машинах, что позволяет, в свою очередь, уменьшить стоимость машинно-тракторного парка на 18 % и сократить прямые эксплуатационные затраты на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур на 15%.

По данным Министерства сельского хозяйства РФ, разработан ряд новейших высоких технологий на базе инновационного развития материально-технической базы научных учреждений [7]:

- разработано и налажено опытное производство почвообрабатывающих посевных агрегатов с пневматическим высевом семян. Они позволяют совместить за один проход предпосевную обработку почвы, посев, прикатывание и создание мульчирующего слоя почвы, уменьшить количество проходов агрегата по полю, что экономит топливо и производственные затраты, сокращает количество обслуживающего персонала и сроки выполнения работ. При этом производительность увеличивается в 2–3 раза, расход топлива снижается в 2–2,5 раза;

- созданы новые высокопродуктивные, с повышенным качеством зерна, сорта озимой мягкой пшеницы – «Табор», «Трио», шарозерной – «Прасковья», твердой озимой – «Соло» с потенциалом урожайности свыше 10 т с 1 га, скороспелый сорт озимой пшеницы «Кристалл» с урожайностью свыше 7 т с 1 га, высокими макаронными достоинствами, со слабым поражением бурой, желтой ржавчиной и мучнистой росой;

- созданы зональные экологически и экономически оправданные системы и технологии первичного и промышленного семеноводства сельскохозяйственных культур, обеспечившие в 2009 г. производство в системе Россельхозакадемии 360 тыс. т семян высших репродукций, полностью покрывающих потребности товаропроизводителей в семенах, с эффективностью их использования около 22 млрд руб.;

- разработаны многовариантные ресурсосберегающие технологии создания сеяных сенокосов и пастбищ на мелиорируемых торфяниках страны, обеспечивающие высокую их продуктивность, чистую прибыль до 5–8 тыс. руб./га при себестоимости 100 к. ед. 150–250 руб. и рентабельности производства кормов 70–120 %.

Одним из приоритетов инновационного развития материально-технической базы сельского хозяйства становится разработка и выпуск многофункциональных машин и орудий, позволяющих осуществить принципиально новые технологии. Акцент на стадии конструирования сельскохозяйственной техники делается на увеличение ширины захвата, вместимости бункера, повышение грузоподъемности, рост мощности двигателей, рабочих и транспортных скоростей, применение новых рабочих органов и электроники. Комплекс таких машин обеспечит рост производительности труда, сокращение потерь продукции при уборке, создаст благоприятные условия для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных.

В Стратегии машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года определено, что парк тракторов России рационально оптимизировать на уровне 0,85–0,95 млн шт. [5] Предлагаемый парк машин рассчитан на существенное увеличение в нем мощных сельскохозяйственных агрегатов: если сейчас средняя мощность

трактора около 100 л. с., то к 2020 году ее предполагается удвоить (довести до 200 л. с.).

Таким образом, определены приоритеты развития МТБ сельского хозяйства на инновационной основе: техническая оснащенность; технологическая модернизация; развитие сети трансфера технологий и машин.

Библиографический список

1. Индюков, А.И. Формирование и использование материально-технической базы в сельском хозяйстве на инновационной основе (теоретический аспект) : монография [Текст] / А.И. Индюков. – Ставрополь : Ставролит, 2013. – 64 с.

2. Попова, Л.В. Основные элементы экономического механизма обновления материально-технической базы сельского хозяйства [Текст] / Л.В. Попова, А.Г. Досова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011 г. - № 1. – с. 35-37.

3. Попова, Л.В. Повышение эффективности воспроизводства основных фондов на основе развития агролизинга [Электронный ресурс] / Л.В. Попова, И.А. Кошкарев, Д.Н. Попов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, (апрель) 4/2012. – URL : <http://uecs.ru/uecs40-402012/item/1232-2012-04-09-05-53-55>

4. Постановление Правительства РФ № 717 от 14 июля 2012 года «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» // СПС КонсультантПлюс.

5. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года [Текст] / В.И. Фисинин и др. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.

6. Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // СПС КонсультантПлюс.

7. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.mcsx.ru>

УДК 631.356

*Рембалович Г.К., д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕПАРИРУЮЩИХ ОРГАНОВ КОМБАЙНОВ ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ НА СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ

Картофель в Российской Федерации возделывается практически во всех почвенно-климатических зонах. Потенциальная эффективность его производства в традиционно аграрных регионах Европейской части России различается на 10...40%, при этом в зонах с наибольшей потенциальной

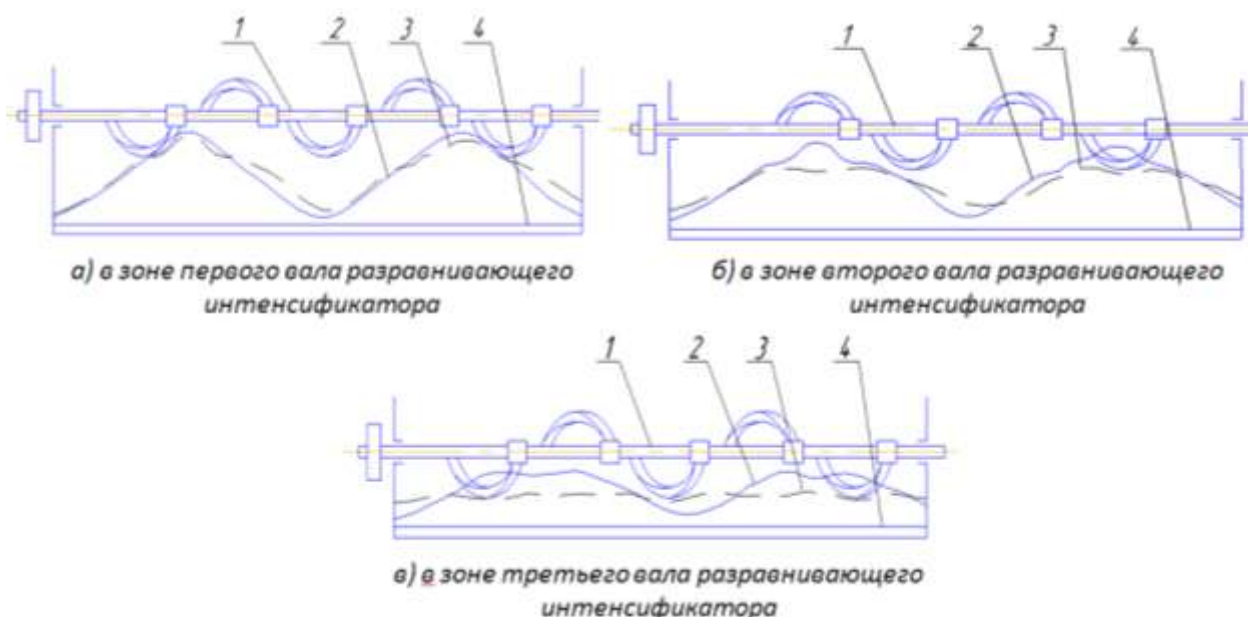
эффективностью производства картофеля зачастую возделывается на плодородных тяжелых суглинистых почвах (до 30% от общей площади). Машинная уборка картофеля на тяжелых суглинистых почвах осложняется повышенной связностью картофельного вороха, что приводит к неравномерности распределения вороха по технологической зоне сепарирующих рабочих органов и снижению эффективности очистки от примесей при повышении потерь и повреждений клубней.

Таким образом, создание новых научно-обоснованных технических решений сепарирующих органов картофелеуборочных комбайнов для условий тяжелых суглинистых почв является актуальной научно-технической задачей, решение которой вносит значительный вклад в развитие страны.

Проблемами, связанными с совершенствованием технологий и средств машинной уборки картофеля, занимались и занимаются многие известные ученые, в частности: Бoryчев С.Н., Бышов Н.В., Верещагин Н.И., Горячкин В.П., Ерохин М.Н., Колчин Н.Н., Костенко М.Ю., Ларюшин Н.П., Максимов Л.М., Петров Г.Д., Пшеченков К.А., Савельев А.П., Славкин В.И., Сорокин А.А., Угланов М.Б., Успенский И.А., Чаткин М.Н., Baganz K., Brecka J., Peters R., Schulze P. и другие [1,2,3,4]. Эти ученые внесли большой вклад в изучение вопроса сепарации картофельного вороха, но существующее разнообразие конструктивно-технологических схем сепарирующих рабочих органов комбайнов далеко не исчерпало возможности повышения эффективности машинной уборки картофеля. В частности, недостаточно изученными остаются особенности процесса сепарации в условиях тяжелых суглинистых почв.

В результате анализа научно-производственного опыта машинной уборки картофеля установлено, что недостаточная эффективность сепарации в комбайнах на тяжелых суглинистых почвах обусловлена повышенной связностью картофельного вороха, что приводит к сгруживанию вороха на отдельных участках технологической зоны сепарации, и к недоиспользованию сепарирующей способности остальных участков. Для повышения эффективности отделения примесей в комбайнах применяют интенсификацию, причем существующие интенсификаторы сепарации предназначены для ворошения или для поперечного смещения картофельного вороха. Первые, как правило, выполненные из упругих материалов, разрушают связность вороха; принцип работы вторых основан на отводе вороха неупругими рабочими элементами из наиболее загруженных участков зоны сепарации, но ни те, ни другие на тяжелых суглинистых почвах полностью не решают проблемы повышения чистоты клубней за счет обеспечения равномерности распределения картофельного вороха в технологической зоне сепарирующих органов, с сохранением качества продукции. Анализируя возможные пути решения данной проблемы, нами была предложена научная гипотеза: применение в конструкции сепарирующих органов комбайнов упругих разравнивающих интенсификаторов для воздействия на картофельный ворох повышает эффективность выделения примесей при сохранении качества клубней.

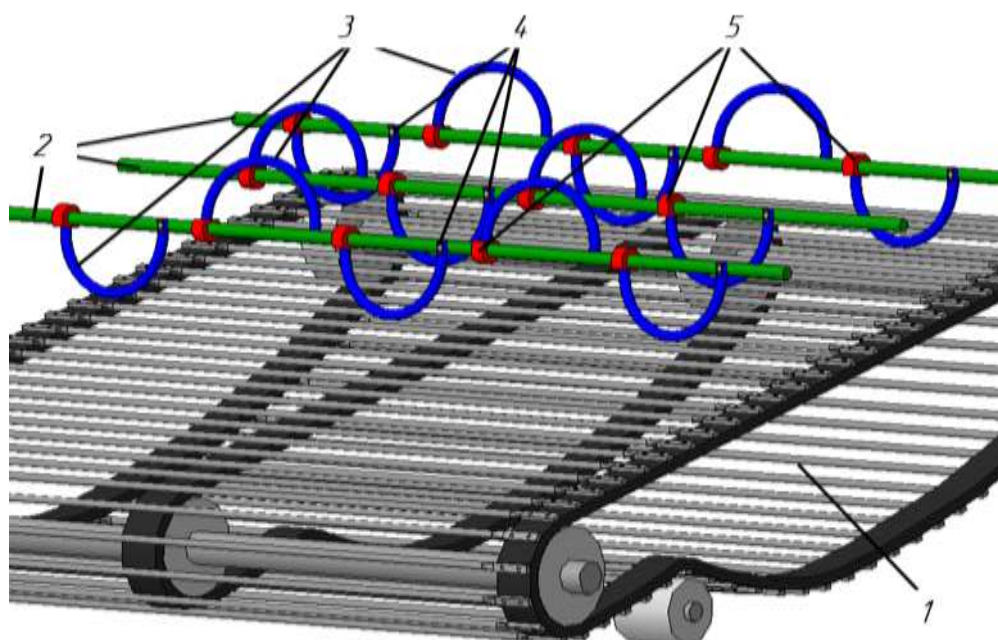
Анализ научно-производственного опыта показывает, что наиболее эффективным сепарирующим органом для тяжелых суглинистых почв является прутковый конвейер с расположенными над его рабочей ветвью приводными интенсификаторами. Поэтому для дальнейших исследований нами была выбрана именно эта схема. Для повышения эффективности сепарации нами предлагается осуществлять интенсификацию с разравниванием, применяя при этом упругие рабочие элементы. Модель воздействия на картофельный ворох с использованием этих принципов представлена на рисунке 1. При поступлении на основной конвейер наблюдается сгуживание картофельного вороха в зоне рядков, что связано с неравномерным распределением вороха по ширине конвейера. Упругие рабочие элементы первого вала разравнивающего интенсификатора, вращаясь, воздействуют на картофельный ворох. Каждый рабочий элемент закреплен в двух точках крепления. В одной точке это глухая заделка, а во второй точке соединение выполнено в виде подвижного шарнира с возможностью перемещения вдоль и вокруг оси вала интенсификатора. При этом ворох проходит под валом интенсификатора и действует на упругий рабочий элемент, его подвижный шарнир начинает смещаться вдоль и вокруг вала, рабочий элемент деформируется, и воздействует на ворох. После выхода рабочего элемента из зоны контакта упругий элемент принимает исходную форму, и процесс повторяется. Таким образом достигается перераспределение вороха по ширине конвейера. Последующие валы интенсификатора установлены ступенчато ближе к полотну конвейера, что связано с сепарацией массы и уменьшением толщины слоя вороха по длине конвейера. Принцип их действия аналогичен. Необходимость использования нескольких валов обусловлена задачей минимизации воздействия на ворох в конкретных точках, с увеличением количества точек воздействия, чтобы охватить при этом наибольшую площадь поверхности, и повысить равномерность распределения вороха по технологической зоне сепарации.



1- вал разравнивающего интенсификатора; 2- картофельный ворох до интенсификатора; 3- картофельный ворох после интенсификатора; 4- полотно конвейера

Рисунок 1 - Интенсификация процесса сепарации с разравниванием и применением упругих рабочих элементов

На основании проведенных теоретических исследований [5,6]нами предлагается новая конструктивно-технологическая схема (рисунок 2) рабочего органа первичной сепарации картофелеуборочных комбайнов (патент РФ № 2438289[7,8]) с упругим разравнивающим интенсификатором. Установлено, что поперечное перемещение компонентов картофельного вороха по ширине пруткового элеватора при использовании данного рабочего органа будет достигать 0,35 м, что оптимально для междурядий 70-75 см.



1 – полотно основного конвейера; 2 – приводные валы разравнивающего интенсификатора; 3 – упругие рабочие элементы интенсификатора; 4 – шарнир; 5 – промежуточная втулка

Рисунок 2 –Прутковый конвейер с упругими разравнивающими интенсификаторами картофелеуборочного комбайна

Экспериментальными исследованиями [9,10,11] установлено, что на существующих сепарирующих рабочих органах неравномерность распределения вороха по участкам рабочей зоны сепарации достигает 30%. Следует отметить, что влажность почвы существенно влияет на равномерность распределения картофельного вороха по технологической зоне сепарации. При повышенной влажности почвы применение упругих разравнивающих интенсификаторов изменило неравномерность с 30 до 6%, а при пониженной – с 18 до 4%.

Полевые испытания предложенного рабочего органа при его установке на комбайн (тип почвы – чернозем выщелоченный, по механическому составу – тяжелый суглинок) показали следующие результаты:

- повышение чистоты клубней в таре на 3,5...13,3% (в зависимости от условий);
- снижение потерь продукции на 0,5...3,3% (при сравнении относительных значений – зачастую более чем в 2 раза);
- повышение сменной производительности уборочных работ на 13...18%, что также немаловажно для сельхозтоваропроизводителей.

Таким образом, установлено, что применение в конструкции комбайнов упругих разравнивающих интенсификаторов сепарирующих органов, при уборке картофеля на тяжелых суглинистых почвах позволяет повысить эффективность выделения примесей при сохранении качества клубней.

Библиографический список

1. Бышов, Н.В., Сорокин А.А. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных машин / Н.В. Бышов, А.А. Сорокин, И.А. Успенский, и др. // учебное пособие. - Рязань, РГАТУ, 2005. – 284 с.
2. Туболев, С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук. – М.: Агроспас. – 2010. – 316 с.
3. Чаткин, М.Н. Повышение эффективности функционирования комбинированных почвообрабатывающих машин с ротационными активными рабочими органами / М.Н. Чаткин. Дис. ...д-ртехн. наук. –Саранск.- 2008. – 459 с.
4. 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.
5. Бышов, Н.В. 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 РГАТУ. – 2014. - № 4. - С. 59-64.
6. Рембалович, Г.К. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах

динамическим методом / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Д.Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №102. – [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/026.pdf>. (дата обращения: 20.01.2015).

7. 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.

8. Пат. 2438289 МПК А 01 D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины. / Рязанов Н.А., Успенский И.А., Рембалович Г.К. [и др.] Оpubл. 10.01.2012 Бюл. №1.

9. Бышов, Н.В. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Г.К. Рембалович [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2013. - №1.– С. 23-25.

10. Рембалович, Г.К. Исследование равномерности просеивания почвы по ширине конвейера первичной сепарации в картофелеуборочных машинах / Г.К. Рембалович // Вестник РГАТУ. – 2013. - № 4. - С. 79-82.

11. Бышов, Н.В. Повышение эксплуатационно-технологических показателей транспортной и специальной техники на уборке картофеля / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Г.К. Рембалович [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №88. – [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/34.pdf>. (дата обращения: 07.06.2013).

УДК 662.76

*Светлов М.И., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ С РАЗРАБОТКОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Газификация твердого топлива получила распространение в конце 19 века. В основе газогенерации лежит сжигание твердого топлива в обедненной кислородом среде. Подача воздуха обеспечивается на уровне 30-35% от теоретически необходимого для горения уровня. Поэтому можно говорить скорее об управляемом тлении, чем о горении.

Газогенераторы - не новое явление в технике. Во время Великой Отечественной Войны топливо поставлялось в основном для фронта. Поэтому грузовые и, даже, легковые машины ездили на дровах. В газогенераторную колонку загружались чурки или деревянные обрезки, газогенератор вырабатывал газ, на котором работал двигатель внутреннего сгорания. Хорошую мощность на таком топливе развить было сложно, но машины ездили относительно надежно[1].

Для средних и малых энергетических предприятий, деревообрабатывающих производств применение газогенераторных установок очень выгодно. Если нет необходимости отделения газовой смеси, газогенераторные установки работают как эффективные теплогенераторы с КПД близким к 0.9, обеспечивая нужды в тепловой энергии для технологических нужд и в отоплении. Эффективно применение газогенераторных установок на деревообрабатывающих предприятиях для сушки древесины.

При работе газогенератора в составе твердотопливного котла можно сжигать отходы практически любой длины. Одновременно решаются экологические проблемы и проблемы утилизации отходов, снижается себестоимость выпускаемой продукции. Анализ затрат на отопление сушильных камер и промышленных зданий и сооружений, применяющих газогенераторные установки показывает, что затраты на топливо от 3 до 25 раз меньше, чем при традиционном его сжигании в котлах или отоплении электронагревательными установками. При использовании в качестве топлива отходов деревообработки собственного производства экономический эффект возрастает. Опыт эксплуатации отопительного оборудования с использованием газогенераторов в составе сушильных камер показал, что срок их окупаемости находится в пределах от 2-х месяцев до 1 года.[2]

Применение газогенераторных установок для выработки электроэнергии показывает, что экономически они более эффективны, чем остальные направления малой энергетики (ветряки, солнечные панели и др.). Причиной тому невысокая стоимость оборудования и возможность использования отходов производства, ТБО, неделовой древесины. В Якутии был произведен подсчет эффективности применения газогенераторных установок взамен дизельных генераторов. Экономия по топливу составила 14 раз, срок окупаемости установок от 1 года до 3 лет. При этом был решен ряд экологических проблем с необходимостью утилизации большого леса и лесных завалов.[3]

Однако широкому внедрению газогенераторов в паре ДВС + электрогенератор препятствуют следующие факторы:

- низкая калорийность генераторного газа;
- загрязненность генераторного газа твердыми и газообразными смолистыми веществами.

Проблема снижения мощности ДВС из-за низкой калорийности генераторного газа для деревообрабатывающих производств не является актуальной ввиду того, что топливом для газогенераторной установки служат отходы производства.

Газификация твердого топлива требует подбора специальных технологических решений по подготовке газа для поступления его в двигатель. Разработка методов очистки генераторного газа – один из критических, ключевых моментов применения установок. При выходе из газогенератора газ загрязнен вредными примесями, к числу которых относится зола, угольная пыль, сажа, смолистые вещества. Механические примеси и смолы,

содержащиеся в газе, осаживаясь во всасывающей системе и цилиндрах двигателя, нарушают нормальную работу двигателя и, постепенно загрязняя смазку, вызывают преждевременный износ трущихся деталей.[4] Для работы двигателя внутреннего сгорания, в течение заявленного заводом изготовителем ресурса требуется уделять внимание качеству генераторного газа. При этом должна сохраняться мобильность установки.

Таким образом, решение поставленных проблем позволит повысить эффективность газогенераторных установок, работающих в составе двигателя внутреннего сгорания – электрогенератор с выработкой электроэнергии для питания силовых приводных электродвигателей различных устройств. В качестве таких устройств могут использоваться:

- агрегаты для разделки и подготовки древесины для газогенератора (корчеватели, измельчители, подсушиватели, компрессоры...);
- пилорама для разделки деловой древесины;
- вакуумная сушилка;
- устройства для производства из опилок пеллет (гранулятор) или топливных брикетов (пресс).

Для улучшения качества генераторного газа кафедрой «Автотракторной техники и теплоэнергетики» Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева предложен способ очистки и увеличения калорийности генераторного газа (рис.1) Способ заключается в том, что в газогенераторе установлен теплообменник, через который прокачивается вода из смолосборника, установленного на газопроводе и частично заполненного водой. При прохождении через теплообменник вода подогревается до состояния перегретого пара, который поступает с воздухом в активную зону газогенератора для увеличения калорийности газа путем обогащения водородом, а также в газопровод. Подача перегретого пара в газопровод выполняет функцию активатора, перегретый пар вследствие своей высокой активности вступает в реакцию с продуктами генераторного газа. Полученная парогазовая смесь поступает в смолосборник, где происходит полная конденсация, за счет того что он заполнен водой, и осаждение связанных паром вредных продуктов генераторного газа, позволяя нейтрализовать механические примеси. Затем очищенный газ подается в двигатель внутреннего сгорания.

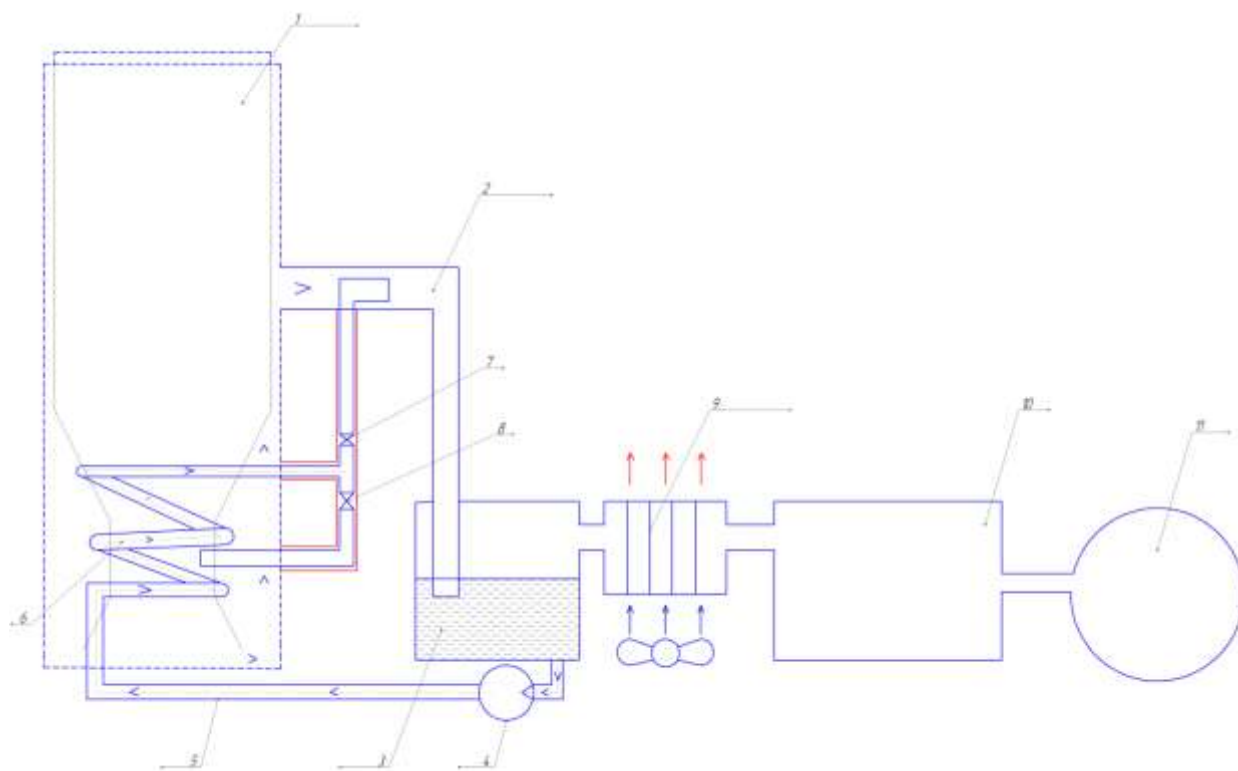


Рисунок 1 – Способ очистки и увеличения калорийности генераторного газа газогенератора: 1-газогенератор; 2-газопровод; 3-смолосорбник; 4-насос; 5-трубопровод; 6-теплообменник; 7-дрозель; 8-дрозель; 9-теплообменник; 10-двигатель УД-15; 11-генератор

Проведенные испытания показали надежность работы газогенератора, агрегатов системы очистки, двигателя электрогенератора на всех исследованных режимах работы. Удалось получить заявленные технико-экономические показатели созданной установки.

В качестве источника электрической энергии используется электрогенератор, соединенный двигателем УД-15, который основное время работает на газе, получаемом в результате термохимической конверсии древесных и растительных отходов в газогенераторной установке.

Преимущества предлагаемого способа для энергетической установки

- Повышенная эффективность термохимической переработки исходного топлива;
- Мобильность и небольшие размеры;
- Малый вес, размещение установки без фундамента, доставка на автомобильном транспорте;

Использование предлагаемых установок в различных областях народного хозяйства позволяет получить ощутимые экономические, социальные и экологические эффекты, связанные с экономией нефтяных топлив. Уменьшением транспортных расходов на доставку топлива и вывозку отходов, улучшением экологической обстановки за счет снижения выбросов токсичных составляющих с выпускными газами и переработки отходов, а также условий труда и быта населения в отдаленных регионах.

Стабильный рынок сбыта позволяет организовать серийное производство энергетических установок со сроком окупаемости вложенных средств 2-3 года.

Библиографический список

1. Юдушкин, Н.Г. Газогенераторные тракторы: теория, конструкция, расчет [Текст] / Н.Г. Юдушкин. – М. : МАШГИЗ, 1955, – С.168-189.
2. Коваль, С.П. Газогенераторные установки. Переработка отходов в полезную энергию [Электронный ресурс] / С.П. Коваль. – URL : <http://portal-energo.ru/articles/details/id/127>.
3. Пат. РФ № 2225429. Расчет газогенераторной установки «НАТИ III ПЕЭМ» для трактора «Интернационал 22-36» / Ветров И.М., Шабаров А.Б., Андреев О.В., Шатарин А.В. – Оpubл. 10.03.2004; Бюл. № 2225.
4. Токарев, Г.Г. Газогенераторные автомобили [Текст] / Г.Г. Токарев. – М. : МАШГИЗ, 1955. – С. 127-148.

УДК 621.436.25

*Семеренко И.П., к.т.н., профессор, РВВДКУ
(г. Рязань, РФ)*

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕМОНТУ АЗОТИРОВАННЫХ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

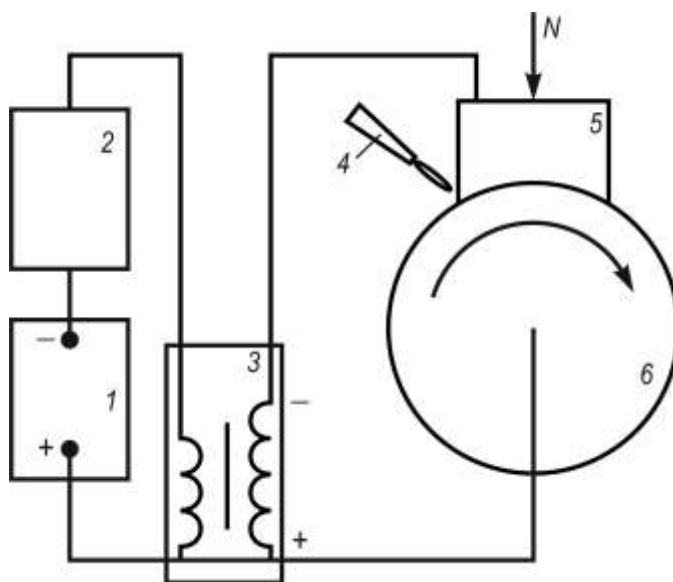
Основным эксплуатационным дефектом коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания является износ коренных и шатунных шеек [2]. В настоящее время при производстве шейки стальных коленчатых валов подвергаются азотированию на глубину до 0,3 миллиметра [1].

Техническими условиями (ТУ) на капитальный ремонт двигателей семейства КамАЗ для шеек коленчатых валов установлено четыре ремонтных размера с интервалом уменьшения диаметра на 0,5 миллиметра [2]. После шлифования коренных или шатунных шеек коленчатого вала под 1-й ремонтный размер их диаметр уменьшается на 0,5 миллиметра, то есть удаляется почти полностью азотированный слой. Поэтому коленчатый вал, отремонтированный данным способом, не отвечает требованиям ТУ по твердости поверхностного слоя шеек и, как следствие, по износостойкости. Твердость поверхностного слоя шеек азотированного коленчатого вала дизеля КамАЗ, прошлифованных под 1-й ремонтный размер, составляет около HRC30, а требования ТУ - HRC52-62 [3].

В практике ремонта коленчатых валов зачастую ограничиваются шлифованием шеек под ремонтный размер, но помимо восстановления формы и размеров шеек требуется упрочнение их поверхностного слоя. Поэтому после шлифования шеек азотированных коленчатых валов под ремонтный размер требуется проводить их азотирование или упрочнение другим способом.

С целью упрочнения поверхностного слоя прошлифованных шеек коленчатых валов в РВВДКУ разработана технология высоковольтного

электроискрового упрочнения поверхностного слоя шеек коленчатых валов. Сущность этого метода заключается в насыщении поверхностного слоя шеек коленчатого вала различными легирующими элементами в процессе высоковольтных электроискровых разрядов между инструментом и коленчатым валом в среде моторного масла (рисунок 1). Применение высоких напряжений при электроискровом упрочнении позволяет сократить время процесса и довести глубину воздействия до значений равных 0,3 миллиметра.



1 – источник питания постоянного тока; 2 – генератор импульсов;
3 – автотрансформатор; 4 – устройство для подачи масла; 5 – электрод-инструмент;
6 – шейка коленчатого вала

Рисунок 1 – Принципиальная схема реализации метода высоковольтного электроискрового упрочнения шеек коленчатых валов

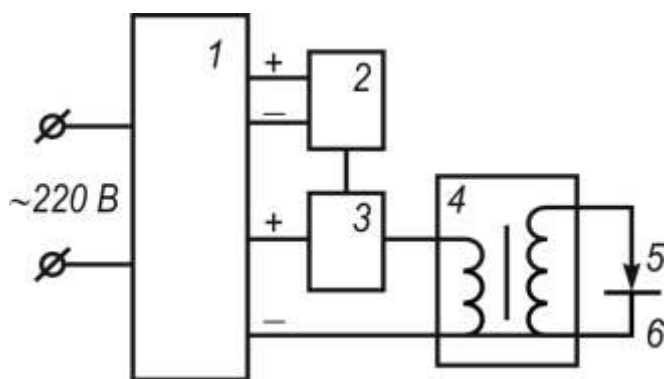
Высоковольтное электроискровое упрочнение шеек коленчатых валов осуществляется следующим образом. Обрабатываемая шейка 6 подключается к положительному полюсу автотрансформатора 3, а электрод-инструмент 5 - к отрицательному полюсу. Первичная обмотка автотрансформатора 3 питается от источника питания постоянного тока 1, а импульсы тока создаются генератором импульсов 2, который включён последовательно к первичной обмотке. Коленчатый вал приводится во вращение, к шейке подводится электрод-инструмент 5, к которому прикладывается усилие, обеспечивающее удельное давление в контакте около 0,5 МПа. Между электродами подаётся моторное масло через устройство 4, а затем включают источник питания 1. Генератор импульсов 2 преобразует постоянный ток в импульсный с регулируемой частотой и напряжением, что обеспечивает силу импульсного тока между шейкой 6 и электродом-инструментом до 100 мА.

На способ и устройство для высоковольтного электроискрового упрочнения получены патенты РФ на изобретения [4, 5].

Принципиальная схема установки для высоковольтного электроискрового упрочнения представлено на рисунке 2. Установка работает следующим

образом. При включении источника питания постоянного тока 1 к внешней сети электрический ток проходит через генератор импульсов 2, на выходе которого возникают импульсы. Под действием импульсов открывается тиристор 3 и первичная обмотка высоковольтного автотрансформатора 4 питается импульсным током от источника питания постоянного тока. В момент прохождения импульса тока через первичную обмотку высоковольтного автотрансформатора во вторичной обмотке наводится ЭДС и между электродом-инструментом 5 и обрабатываемой шейкой происходит искровой разряд, который приводит к упрочнению поверхности обрабатываемой детали. Данная схема установки обеспечивает высокую производительность процесса высоковольтного электроискрового упрочнения за счёт высокой частоты разрядов.

Таким образом, после шлифования шеек азотированных коленчатых валов под ремонтный размер предлагается проводить упрочнение поверхностного слоя с применением высоковольтного электроискрового упрочнения, что позволит повысить твердость поверхностного слоя до HRC62.



1 – источник питания постоянного тока; 2 – генератор импульсов; 3 - тиристор; 4 - высоковольтный автотрансформатор; 5 - электрод-инструмент; 6 - упрочняемая деталь

Рисунок 2 – Схема установки для электроискрового упрочнения

Выводы. Предлагаемые метод высоковольтного электроискрового упрочнения поверхностного слоя шеек коленчатых валов и устройство для его осуществления позволят значительно повысить ресурс отремонтированных коленчатых валов до уровня новых изделий.

Направлениями дальнейших исследований считаются установление оптимальных значений конструктивных параметров и рабочих режимов устройства, а также поиск наиболее выгодных с технологической точки зрения энергетических и экологических условий его промышленного применения.

Библиографический список

1. Руководство по капитальному ремонту двигателя КамАЗ-740. – Ч. 2. – С.-П.: 29.КТЦ, 1988.

2. Технологические карты по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей КамАЗ. – М.: Политекс, 1992.

3. Титунин Б.А. и др. Ремонт автомобилей КамАЗ. – Л.: Агропромиздат, 1987.

4. Пат. РФ 2175281 Российская Федерация, МПК7 В 23 Н 9/04 Способ электроискрового упрочнения тел вращения / Горностаев А.И., Казаков А.А., Моос Е.Н., Семеренко И.П., Свиридов В.Н.; заявитель и патентообладатель РВАИ. - № 99106755/02; заявл. 29.03.99; опубл. 27.10.01, Бюл. № 30.

5. Пат. РФ 2171162 Российская Федерация, МПК7 В 23 Н 9/04 Устройство для электроискрового упрочнения / Горностаев А.И., Казаков А.А., Минаков С.В., Новиков В.А., Семеренко И.П.; заявитель и патентообладатель РВАИ. - № 99106753/02; заявл. 29.03.99; опубл. 27.07.01, Бюл. № 21.

УДК 001.891.55

*Туркин В.Н., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГТУ
(г. Рязань, РФ)*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ СТОЛБА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАГРУЗОЧНОЙ КАМЕРЕ УСТРОЙСТВА ПЕРЕГРУЗКИ НА ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

В настоящее время повышение эффективности механизации перегрузки сыпучих грузов является важной задачей агрохимической отрасли, в которой используются бункерные системы, оснащенные машинами, дозированно перегружающими различные пылящие материалы, такие как стандартные туки, современные биологизированные минеральные удобрения, тукосмеси и пр.

Создаваемые средства механизации должны отличаться надежной работой, минимальными энергозатратами и обеспечивать заданную производительность при экологической чистоте рабочих процессов.

Для целей дозированной перегрузки сыпучих грузов из бункерных систем на последующее технологическое звено было разработано и изготовлено подбункерное устройство перегрузки на базе трубчато-скребкового конвейера с приемной загрузочной камерой. Данное устройство имеет научную новизну и описано ранее, в следующих источниках [1, 2, 3, 4]. Устройство перегрузки позволяет энергоэффективно, в закрытом, «экологически чистом» транспортном потоке перемещать сыпучий материал.

Однако работа рассматриваемого устройства в сопряжении с бункерными системами осложняется наличием воздействия нормального давления столба материала, находящегося в бункере, на работу подбункерного конвейера. На практике бункера имеют значительную высоту порядка 6-12 метров и, следовательно, высокое давление столба материала. Поэтому истекающий из бункеров в загрузочную камеру сыпучий материал будет влиять на работоспособность и производительность устройства перегрузки.

С целью выяснения работоспособности и производительности устройства перегрузки в зависимости от величины нормального давления столба минеральных удобрений в его загрузочной камере были проведены лабораторно-производственные испытания устройства.

Разработка, изготовление и проведение лабораторно-производственных испытаний устройства перегрузки были осуществлены на промышленном предприятии по производству трубчато-скребковых конвейеров ОАО «Техноприбор» (город Чебоксары).

Загрузочная камера устройства выполнена в виде V-образного невысокого бункера длиной 400 мм, расположенного по длине конвейера. Линейная скорость цепи трубчато-скребкового конвейера устройства составляла 0,09 и 0,1 м/с.

Для пошагового увеличения вертикальной нагрузки на рабочие органы конвейера от имитированного столба удобрений устанавливали на загрузочную камеру бункер в виде короба без дна. В коробе, на выровненной горизонтальной поверхности засыпанных в него удобрений размещали прижимную пластину с установкой на пластину сменных грузов различной массы от 50 до 250 кг с шагом 50 кг.

Для проведения опытов были выбраны наиболее востребованные в сельском хозяйстве минеральные удобрения: сложное, гранулированное - азофоска и мелкокристаллическое, простое - хлористый калий.

После включения привода конвейера проводились замеры производительности устройства по весу перегружаемых удобрений и времени работы конвейера.

По результатам данных исследований получены и обработаны посредством статистических программ Excel для ПЭВМ РС графические зависимости производительности (рис. 1) устройства перегрузки от нормального давления минеральных удобрений в его загрузочной камере.

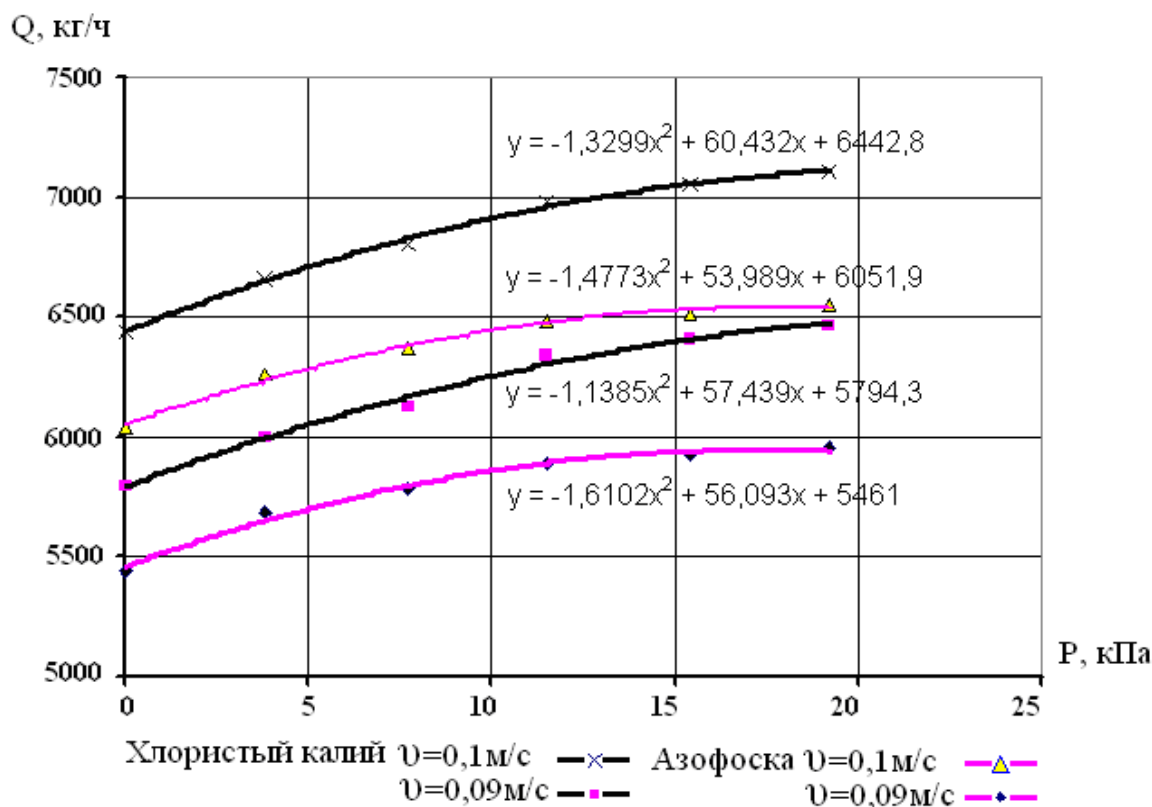


Рисунок 1 – Графические зависимости производительности устройства перегрузки от нормального давления удобрений в его загрузочной камере

Из графических зависимостей, приведенных на рисунке 1 видно, что при увеличении давления минеральных удобрений с 0 до 18-19 кПа и поступательной скорости цепи с 0,09 до 0,1 м/с производительность устройства перегрузки повышается.

Однако в диапазоне давлений 18-19 кПа наблюдается нестабильный, прерывистый режим работы устройства, а при дальнейшем увеличении давления свыше 19-21 кПа наблюдается его полная остановка. Данные явления говорят о чрезмерном повышении силы трения поверхности сдвига сыпучего материала в загрузочной камере из-за повышения давления столба удобрений в камере и, как следствие - неработоспособность устройства в данных условиях.

Исходя из условий и методики проведения эксперимента, можно сказать, что увеличение производительности установки связано с процессом уплотнения материала, вызванного повышением уплотняющей нормальной нагрузки от вышележащих слоев сыпучего материала в бункере, имитированного в эксперименте сменными грузами, а так же увеличением скорости перемещения рабочих органов трубчато-скребкового конвейера. При этом производительность увеличивается для хлористого калия при скорости цепи 0,09 м/с с 5800 до 6470 кг/ч (на 10,3%), при скорости 0,1 м/с с 6440 до 7110 кг/ч (на 9,4%) и для азофоски при скорости цепи 0,09 м/с с 5440 до 5960 кг/ч (на 8,7%), при скорости 0,1 м/с с 6040 до 6555 кг/ч (на 7,8%) .

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что повышение давления столба сыпучего материала в загрузочной камере, не оборудованной

дополнительными конструктивными элементами, рассматриваемого устройства перегрузки приводит к росту производительности устройства в результате уплотнения материала и скорости перемещения рабочих органов конвейера. Полученные выводы необходимо учитывать при последующем проектировании и применении подобных перспективных средств механизации.

Библиографический список

1. Туркин В.Н. Технология и устройство для перегрузки сыпучих минеральных удобрений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст] / Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Костычева. Рязань, 2009.

2. Некрашевич В.Ф., Туркин В.Н., Синяков А.Г. Технология и средства для перегрузки сыпучих материалов из вагонов в прирельсовый склад. [Текст] / Техника в сельском хозяйстве, 2009. № 1.

3. Некрашевич В.Ф., Синяков А.Г., Туркин В.Н. Устройство для перегрузки сыпучего материала из железнодорожных вагонов. [Текст] / Патент на полезную модель RUS 68445 23.01.2007.

4. Исследование степени истирания гранулированной азофоски трубчато-цепным конвейером в производственных условиях [Текст] / Сборник научных трудов по материалам международной юбилейной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства» и 10-летию кафедры «Товароведения и экспертизы» - Рязань, ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014г.

УДК 001.891.55

*Туркин В.Н., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ СТОЛБА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАГРУЗОЧНОЙ КАМЕРЕ УСТРОЙСТВА ПЕРЕГРУЗКИ НА ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ

В современных экономических условиях важнейшим аспектом повышения эффективности средств механизации является уменьшение их эксплуатационных энергозатрат.

Данное обстоятельство в полной мере относится к агрохимической отрасли, в которой работают энергонасыщенные машины, участвующие в энергоемких процессах перегрузки сыпучих минеральных удобрений, тукосмесей, биологизированных туков из бункерных систем на последующее технологическое звено.

Однако работа подбункерных машин осложняется негативным воздействием нормального давления столба сыпучего груза в бункере на рабочие органы машины, приводя к высоким затратам энергии работы машин и

выхода ее из строя. При этом на практике используются бункера значительной высотой порядка 6-12 метров, и, соответственно - значительным давлением столба материала в них.

Для целей энергоэффективной перегрузки сыпучих минеральных удобрений из бункерных систем на последующее технологическое звено было разработано и изготовлено подбункерное устройство перегрузки на базе трубчато-скребкового конвейера с загрузочной приемной камерой. Данное устройство имеет научную новизну и описано ранее в следующих источниках [1, 2, 3, 4].

С целью выяснения работоспособности и энергетических затрат устройства перегрузки от нормального давления столба минеральных удобрений в его загрузочной камере были проведены лабораторно-производственные испытания на промышленном предприятии по производству трубчато-скребковых конвейеров ОАО «Техноприбор» (г.Чебоксары)

По результатам данных испытаний были получены графические зависимости затрат мощности (рис. 1) устройства перегрузки от нормального давления удобрений в его загрузочной камере длиной 400 мм и линейной скорости цепи 0,09 и 0,1 м/с.

Из графических зависимостей, приведенных на рисунке 1 видно, что при увеличении давления минеральных удобрений с 0 до 18-19 кПа и поступательной скорости цепи с 0,09 до 0,1 м/с затраты электрической мощности устройства перегрузки повышаются.

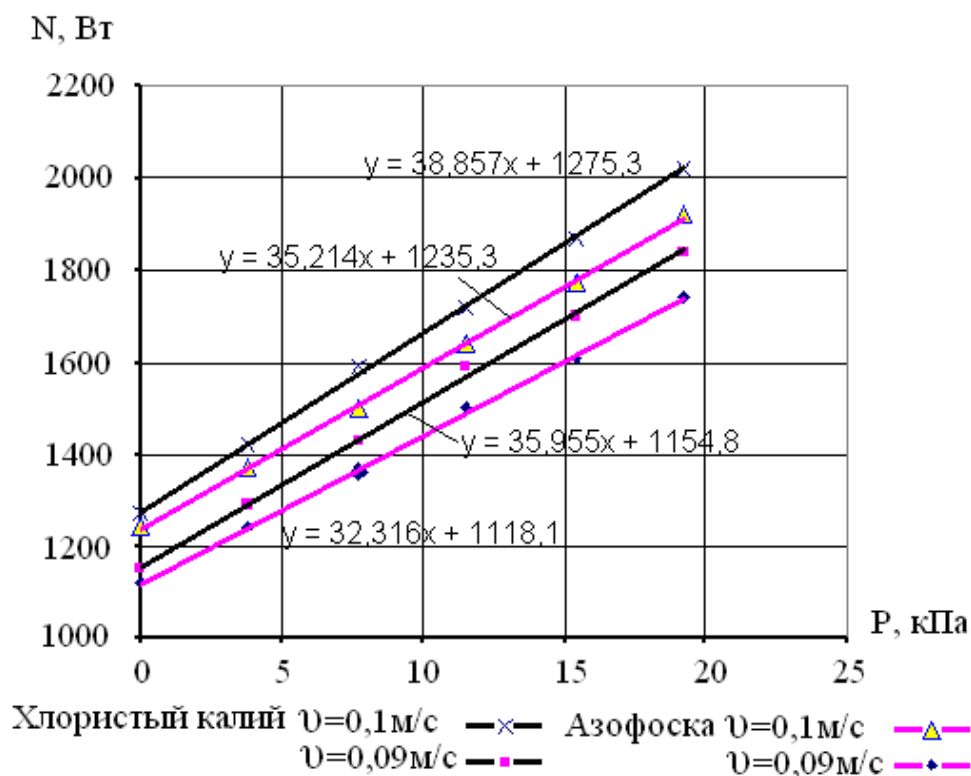


Рисунок 1 – Графические зависимости затрат мощности устройства перегрузки от нормального давления удобрений в его загрузочной камере

Увеличение затрат мощности при повышении нормального давления удобрений в загрузочной камере связано с возрастанием силы трения поверхности сдвига удобрений рабочими органами устройства. При этом затраты мощности больше для хлорида калия (при скорости цепи 0,09м/с: 1150-1840Вт, при скорости 0,1м/с: 1270-2020Вт), чем для азофоски (при скорости цепи 0,09м/с: 1120-1740Вт, при скорости 0,1м/с: 1240-1920Вт), у которого значения объемной массы, а так же коэффициентов внешнего и внутреннего трения выше, чем у азофоски.

Важнейшим фактом исследований является то обстоятельство, что при увеличении давления в загрузочной камере устройства свыше 18-19кПа, для всех видов минеральных удобрений, наблюдалась крайне неустойчивая работа устройства, сопровождаемая его вибрацией, прерывистым движением цепи и повышением силы тока привода более 5А.

При дальнейшем увеличении давления свыше 19-21кПа, нестабильный режим работы протекает очень непродолжительное время и, в конечном итоге, наблюдается остановка устройства перегрузки. Данные явления происходят вследствие того, что мощность, требуемая на перемещение тягово-рабочих органов устройства становится больше мощности, развиваемой его приводом, в результате чего происходит срабатывание системы защиты электропривода и отключение устройства.

Таким образом, в данных условиях эксперимента повышение давления столба удобрений в загрузочной камере свыше 19-21кПа приводит к нарушению работоспособности и отказу работы устройства перегрузки.

По результатам опытов можно сделать вывод, о том, что повышение давления столба сыпучего материала в загрузочной камере устройства перегрузки приводит к пропорциональному росту его энергозатрат, что связано с увеличением силы трения поверхности сдвига удобрений в загрузочной камере устройства. При увеличении давления столба сыпучего материала выше 18кПа работа устройства перегрузки без специальных конструктивных элементов, позволяющих эффективно снижать давление материала на его рабочие органы, невозможна.

Библиографический список

1. Туркин В.Н. Технология и устройство для перегрузки сыпучих минеральных удобрений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст] / Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Костычева. Рязань, 2009.

2. Некрашевич В.Ф., Туркин В.Н., Синяков А.Г. Технология и средства для перегрузки сыпучих материалов из вагонов в прирельсовый склад. [Текст] / Техника в сельском хозяйстве, 2009. № 1.

3. Некрашевич В.Ф., Синяков А.Г., Туркин В.Н. Устройство для перегрузки сыпучего материала из железнодорожных вагонов. [Текст] / Патент на полезную модель RUS 68445 23.01.2007.

4. Исследование степени истирания гранулированной азофоски трубчато-цепным конвейером в производственных условиях [Текст] / Сборник научных трудов по материалам международной юбилейной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства» и 10-летию кафедры «Товароведения и экспертизы» - Рязань, ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014 г.

УДК 662.758.2

*Черных И.В., ФГБОУ ВПО РГАТУ
(г. Рязань, РФ)*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ В СФЕРЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В Концепции развития науки в сфере обеспечения агропромышленного комплекса России на период до 2025 г. (утв. приказом Министерства сельского хозяйства России от 27 июня 2007 г. № 342) отмечено, что разработка технологий и технологического оборудования, связанных с использованием возобновляемых источников энергии, является одним из приоритетных направлений развития аграрной науки в области электрификации, автоматизации и механизации. Причиной поиска нетрадиционных источников энергии является постоянное повышение цен на нефть, что в первую очередь отрицательно сказывается на сельском хозяйстве, в котором основная часть расходов связана с потреблением светлых нефтепродуктов[1..3].

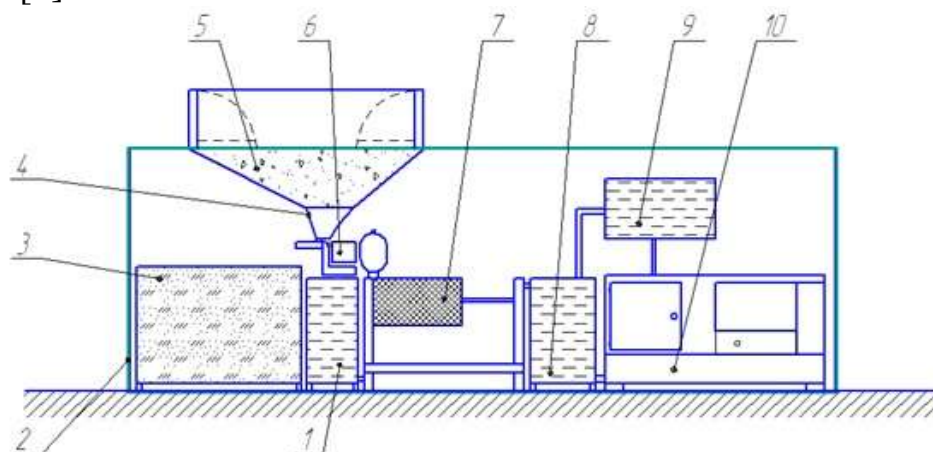
Одним из наиболее развивающихся направлений в использование альтернативной энергетики является применение биотоплива на основе растительных масел. На первых местах по производству и потреблению этого вида топлива стоят Франция, Германия, США и Италия [5]. Россия отстает от перечисленных стран по этим показателям, но в последние годы растет количество исследований в области разработки оборудования для получения и использования биотоплива на основе растительных масел. Нельзя не отметить вклад в развитие этой сферы высших аграрных учебных заведений Пензы, Ульяновск, Орла, Российского университета нефти и газа и многих других. На счету этих вузов десятки изобретений таких, как подогреватель для биотоплива, двухтопливные системы питания, устройства для производства биодизеля, форсунки для растительного топлива и многое другое оборудования для адаптации работы дизельных двигателей на смесевом или полностью биологическом топливе. В то же время замечен рост производства масличных культур в Липецкой, Белгородской, и Воронежской областях, Республике Татарстан и других регионах РФ [5].

На сегодняшний день маслодобывающая отрасль, удовлетворяющая как пищевые, так и технические нужды, все больше ориентируется на производства малых мощностей, в фермерских хозяйствах, в непосредственной близости от территории возделывания масличных культур. Что подразумевает под собой применение менее эффективных способов производства, использование

полезных площадей хозяйств, но с минимальным количеством стартовых капиталовложений и затрат на транспортировку, хранение материала [6]. Аналогично ситуация обстоит и с производством возобновляемого топлива в виде чистого растительного масла, смесового топлива или биодизеля.

В соответствии с Концепцией развития науки в сфере АПК Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева уже долгое время занимается исследованием в области использования альтернативной энергетики в сельском хозяйстве, в частности использованием растительного масла в качестве частичной или полной замены нефтяного топлива. В 2013-2014 году были разработаны и запатентованы два устройства, направленные на повышение эффективности производства масла из семян масличных культур семейства крестоцветных (рапс, сурепица), как наиболее подходящих для использования в качестве топлива.

Одно из них линия для получения масла из семян масличных культур контейнерного типа (рис. 1), включающая в себя минимально необходимое оборудование для производства масла способом холодного прессования. Размещенное в грузовом контейнере, чем достигается ее мобильность и компактность [7].

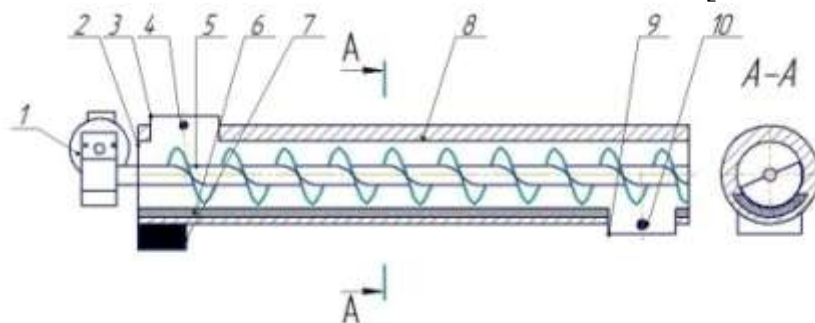


- 1 – емкость для неочищенного масла, 2 – грузовой контейнер, 3 – емкость для жмыха, 4 – узел подготовки семян для прессования, 5 – бункер для семян, 6 – пресс-экструдер, 7 – фильтр тонкой очистки, 8 – емкость для очищенного масла, 9 – емкость для биотоплива, 10 – биодизельная генераторная установка.

Рисунок 1 – Линия для получения масла из семян масличных культур контейнерного типа

Второе устройство представляет собой шнек с регулируемым подогревателем. В фермерских хозяйствах, в условиях нашего климата, в особенности в холодное время года, при напольном хранении масличного материала, процесс прессования проходит при пониженных температурах, что негативно влияет на количественные и качественные показатели конечного продукта. Установка для подготовки растительного масличного сырья к прессованию (рис 2) предназначена для регулировки температурного режима процесса переработки масличных. Это в конечном итоге даст возможность получить максимальный выход масла при необходимом качестве. При использовании высокой температуры добиться наибольшей эффективности

производства, пренебрегая качеством, в случае использования масла в технических целях, или использовать оптимальный режим для получения качественного пищевого масла но в меньшем количестве[8].



1 – привод, 2 – корпус, 3 – патрубок подвода, 4 – датчик измерения температуры, 5 – транспортирующий шнек, 6 – нагреватель, 7 – устройство регулировки температуры, 8 – кожух нагревателя, 9 – патрубок отвода, 10 – датчик контроля температуры.
Рисунок 2 – Установка для подготовки растительного масляного сырья к прессованию

В настоящее время растительное масло, как источник энергии применяют в чистом виде, в смеси с дизельным топливом или в виде биодизеля, продукта переэтерификации метанолом. Применение возобновляемого топлива как альтернативы нефтяному в любом из перечисленных видов, помимо преимуществ, таких как экологичность производства и использования, возобновляемость, имеет и недостатки, основные из которых представлены ниже:

- Чистое растительное масло имеет повышенную вязкость, что требует дорогостоящего изменения конструкции двигателя, также при его использовании наблюдается повышенное нагарообразование;
- Смесевое топливо имеет повышенную вязкость при низких температурах, требует частичной доработки и настройки системы питания двигателя, также имеет место повышение нагарообразования;
- Биодизельное топливо наиболее сложное в изготовлении, как следствие имеет наивысшую цену.

В Рязанском ГАТУ наряду с разработкой способов повышения эффективности переработки масляных занимаются и переоборудованием дизелей для адаптации их работы на биологическом смесином топливе. На большинство из устройств уже получены патенты, а заявки на остальные уже получили положительное решение.

- Распылитель форсунки для биотоплива снабженный вставками с винтовыми нарезками за счет чего достигается более тонкий распыл, что в свою очередь уменьшает нагарообразование (Патент № 2456470).
- Подогреватель биотоплива, который уменьшает вязкость топлива растительного происхождения перед смешиванием его с минеральным. Используя охлаждающую жидкость двигателя, что дает возможность работать двигателю при пониженных температурах. В тоже время он имеет простейшую конструкцию, что делает его изготовление очень дешевым (Патент № 151613).

- Трехтопливная система питания тракторного дизеля. Используя биологическое топливо в смеси с минеральным в различных соотношениях, в зависимости от режимов работы, дает возможность минимизировать потери мощности, нагарообразование (Заявка № 2015115650/06)[4].

Своевременно проводятся и экспериментальные исследования необходимые для уточнения конструктивных особенностей запатентованного оборудования и режимов их работы. Так, для выявления оптимального температурного режима работы установки для подготовки растительного масличного сырья к прессования был проведен эксперимент. Он выявил повышение выхода масла при дополнительном нагреве масличного материала перед прессованием, и понижение его, со значительным ухудшением его качества, при последующим нагреве. В тоже время проводился эксперимент по определению физико-механических свойств смесового топлива в различных соотношениях.

На данном этапе развития применение возобновляемого топлива в агропромышленном комплексе России минимально. Что в первую очередь связано с недостаточной информированностью в этой области сельхозтоваропроизводителей и отсутствием необходимого уровня механизации процессов производства и использования биологического топлива. А также, что немаловажно, это связано с отсутствием финансирования науки в таком приоритетном направлении, как разработка технологий и технологического оборудования связанного с использованием возобновляемых источников энергии в области электрификации, автоматизации и механизации. Вследствие чего, все эксперименты остаются на лабораторной стадии, а патенты не выходят за рамки теоретических разработок.

Несмотря на вышесказанное, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева принимает непосредственное участие в развитие аграрной науки и продолжает свои плодотворные научные исследования в области использования возобновляемых источников энергии. Создаются полезные модели и изобретения. Проводятся лабораторные и производственные испытания, с получением положительных результатов. Разрабатываются методики экспериментальных исследования и рекомендации по эксплуатации оборудования. Результаты научной деятельности публикуются в центральной и региональной печати.

Библиографический список

1. Орсик, Л.С. Биоэнергетика: мировой опыт и прогнозы развития [Текст] / Л.С. Орсик, Н.Т. Сорокин, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, Н.П. Мишуров, В.С. Тихонравов. – М. : ФГНУ Росинформагротех, 2008. – 404 с.
2. Сорокин, Н.Т. Биоэнергетика и проблемные вопросы ее развития в России [Текст] / Н.Т. Сорокин // Материалы 2-го Международного конгресса «Биоэнергетика-2007». – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2008. – С. 70-74.

3. Федоренко, В.Ф. Состояние и развитие производства биотоплива : Науч. аналит. об. [Текст] / В.Ф. Федоренко. – М. : ФГНУ Росинформагротех, 2007. – 130 с.
4. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по зарегистрированным патентным документам [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.fips.ru>
5. Барановский, С. Альтернативная энергетика России : Проблемы и перспективы [Текст] / С. Барановский, А. Чумаков // Альтернативная энергетика. – 2008. – № 1. – С. 2-6.
6. Курушин, С.Ю. Повышение эффективности работы цехов малой мощности для переработки масличных за счет рациональной механизации и предварительного подогрева сырья : дис. ... канд. техн. наук [Текст] / С.Ю. Курушин. – Волгоград, 2001. – 202 с.
7. Пат. РФ № 2013125815/13 Линия для получения масла из семян масличных культур контейнерного типа / Бышов Н.В., Корнюшин В.М., Бачурин А.Н., Бышов Д.Н., Костенко П.А., Черных И.В., Горохов А.А. – Оpubл. 27.11.2013, Бюл. № 33.
8. Пат. РФ № 2014117990/13. Установка для подготовки растительного масличного сырья к прессованию / Черных И.В., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Бышов Д.Н., Корнюшин В.М., Горохов А.А., Ильин О.А. – Оpubл. 27.08.2014, Бюл. № 24.
9. Ильин, О.А. Современные системы питания для работы дизельных двигателей на рапсовом масле, их преимущества и недостатки [Текст] / О.А. Ильин, П.С. Смирнов, В.М. Корнюшин, И.В. Черных, Н.В. Бышов // Сборник материалов межвузовской научно-практической конференции «Современная наука глазами молодых ученых: достижения, проблемы, перспективы (27 марта 2014 года)». – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – С. 41-48.
10. Корнюшин, В.М. Газ-топливо, ухудшающее экологию [Текст] / В.М. Корнюшин // Автомобильная промышленность. – 2007. – №9. – С. 11-12.
11. Корнюшин, В.М. Переоборудование трактора МТЗ-80 для работы на рапсовом масле [Текст] / 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.

*Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 14,4. Тираж 500 экз. Заказ № 1264
подписано в печать 19.06.2015
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1*

ISBN 978-5-98660-252-3



9 785986 602523