

На правах рукописи



Клепиков Виктор Валерьевич

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ
ЗАГУЩЕННЫМИ СМАЗКАМИ**

Специальность 05.20.03 – Технологии и средства технического
обслуживания в сельском хозяйстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Мичуринск – наукоград РФ

2016

Работа выполнена в лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Все-российский научно-исследовательский институт использования техники и нефте-продуктов в сельском хозяйстве» (ФГБНУ ВНИИТиН).

Научный руководитель: доктор технических наук,
старший научный сотрудник
Петрашев Александр Иванович

Официальные оппоненты: **Быков Владимир Васильевич,**
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Московский государственный
университет леса», заведующий кафедрой
«Технология машиностроения и сервиса»

Соловьёва Светлана Павловна,
кандидат технических наук,
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
агротехнологический университет им. П.А.
Костычева», преподаватель кафедры
"Строительство инженерных сооружений и
механика"

Ведущая организация - ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
аграрный университет им. Н.И. Вавилова».

Защита диссертации состоится « 14 » октября 2016 года в 12⁰⁰ часов на заседа-нии диссертационного совета ДМ 220.041.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет» по адресу: 393760, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101, зал заседаний диссертационных со-ветов; тел/факс: 8(47545) 9-44-12, e-mail: dissov@mgau.ru.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» и на сайте www.mgau.ru, с авторефератом - на сайте Высшей аттестационной комиссии Ми-нистерства образования и науки Российской Федерации www.vak.ed.gov.ru.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные и скрепленные гербо-вой печатью, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан « ___ » _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент



Н.В. Михеев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Для реализации модели ускоренного экономического развития сельского хозяйства «Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года» предусматривает создание и производство почвообрабатывающей техники нового поколения. Высоких эксплуатационных показателей использования почвообрабатывающих агрегатов невозможно достичь без эффективных технологий восстановления, ремонта и технического обслуживания при хранении в межсезонный период. Необходимость в их разработке обусловлена тем, что среднероссийские издержки на поддержание техники в работоспособном состоянии составляют 12-15 % в себестоимости продукции, тогда как в зарубежной практике они не превышают 4-6 %.

Важным мероприятием, снижающим издержки, является защита рабочих органов машин от коррозионных поражений с помощью консервационных покрытий. Привлечение вторичных ресурсов для уменьшения затрат на консервацию машин связано с поиском оптимального состава консервационных материалов, выбором рациональных режимов их приготовления и нанесения. При этом простейшими по составу и технологии получения, дешевыми по стоимости являются защитные смазки, представляющие собой растворы загустителя в отработанном масле.

Решение задачи технико-технологического обеспечения противокоррозионной защиты почвообрабатывающей техники загущенными консервационными смазками из вторичных ресурсов нацеливает на создание энергоэффективных технических средств по их приготовлению и нанесению, способных надежно работать в различных эксплуатационных условиях хранения техники.

Степень разработанности темы. Система противокоррозионной защиты техники, используемой в сельском хозяйстве, сформировалась благодаря основополагающим трудам М.М. Севернева, Н.Н. Подлекарева, А.Э. Северного, Е.А. Пучина, В.И. Добрина, В.Д. Прохоренкова. Большую известность по исследованию коррозионного и коррозионно-механического изнашивания стальных деталей машин имеют работы Г.П. Каплуна, В.Е. Рязанова, В.Н. Дашкова, А.Л. Новикова, В.Ш. Сохадзе. Весомый вклад в разработку методов и средств противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники внесли В.И. Вигдорович, А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, С.М. Гайдар, В.В. Быков, О.И. Голяницкий, Н.И. Агафонов, И.И. Хилько, М.Б. Латышенок, А.В. Шемякин, С.П. Соловьева и другие.

Исследования и разработки, составившие основу диссертационной работы,

выполнены в 2012 – 2015 годах в соответствии с Планом фундаментальных и приоритетных прикладных исследований Россельхозакадемии по научному обеспечению развития АПК Российской Федерации на 2011-2015 годы по теме 09.04.07 «Разработать технологии, новые материалы, приборы и оборудование для хранения и эффективного использования моторного топлива и смазочных материалов», с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы в рамках темы 0648-2014-003 «Новые методы хранения и противокоррозионной защиты аграрной техники на основе ресурсосберегающих технологий, энергоэкономных технических средств и консервационных материалов из возобновляемого сырья».

В настоящее время для консервации плугов, культиваторов, дисковых борон и лущильников используют отработанные масла или бензино-битумные составы, которые наносят вручную. Научные рекомендации по приготовлению и применению загущенных смазок не востребованы из-за отсутствия технологического оборудования, адаптированного к условиям работы, связанной с хранением техники.

В данной работе предлагается технология консервации почвообрабатывающей техники, разработанная на основе использования загущенных смазок из ингибирующих коррозию кубовых остатков нефтехимических производств и отработанных масел, применения установки для приготовления смазок с комбинированным перемешивающим устройством и установки с локальной камерой нагрева для пневматического нанесения приготовленных смазок.

Цель работы – обеспечение противокоррозионной защиты почвообрабатывающей техники при хранении путем разработки ингибированной загущенной смазки и энергоэкономных технических средств для ее приготовления и нанесения.

В соответствии с поставленной целью, изучения состояния вопроса сформулированы **задачи исследования**:

1. Оценить функциональные свойства ингибированных загущенных смазок на основе отработанных масел и побочных продуктов нефтехимии при защите от коррозии рабочих органов почвообрабатывающей техники;

2. Обосновать рациональные параметры установки для нагрева и смешивания компонентов при приготовлении загущенной смазки из отработанных масел и побочных продуктов нефтехимии;

3. Исследовать и обосновать конструктивно-режимные показатели мобильного оборудования для энергоэкономного нагрева загущенной смазки и ее нанесения на рабочие поверхности машин при пониженной температуре;

4. Провести производственные исследования технологии консервации почвообрабатывающей техники с использованием загущенной смазки, созданных технических средств, и определить технико-экономические показатели ее реализации.

Объект исследования – технологические процессы приготовления и нанесения ингибированной загущенной смазки.

Предмет исследования – функциональные свойства загущенных смазок для защиты почвообрабатывающей техники; закономерности нагрева и смешивания компонентов при приготовлении загущенных смазок из отработанных масел и побочных продуктов нефтехимии, закономерности энергоэкономного нагрева и нанесения загущенной смазки.

Научная новизна работы:

- закономерности противокоррозионной защиты стали 65Г загущенными смазками на основе отработанных масел и кубовых остатков от производства аминов (присадка Эмульгин) и синтетических жирных кислот (присадка КО-СЖК);

- зависимости показателей плотности, эффективной теплоемкости и вязкости присадок Эмульгин, КО-СЖК и загущенной смазки от температуры нагрева;

- конструктивные и режимные параметры смесителя компонентов загущенных смазок с комбинированным перемешивающим устройством на основе листовой мешалки и шнековой ленты;

- математическая модель гидростатического взаимодействия присадки и масла с учетом изменения их плотностей в процессе совместного нагрева;

- математическая модель взаимосвязи производительности пневматического нанесения загущенной смазки с конструктивно-технологическими показателями локальной камеры для совершенствования средств нагрева загущенной смазки при пониженной температуре воздуха;

- метод оценки качества смешивания компонентов по условной вязкости проб полученной смазки с верхнего и нижнего уровней резервуара смесителя;

- экспериментально-аналитические зависимости интенсивности энергоэкономного нагрева загущенной смазки в напорном баке от объема локальной камеры, параметров разделяющей сетки, мощности нагревателя, наличия зазора между сеткой и стенкой бака для определения режима эффективного нанесения консервационных покрытий в условиях пониженной температуры.

Теоретическая и практическая значимость.

Теоретические исследования позволили установить взаимосвязь показателей

процессов приготовления и нанесения загущенных смазок с параметрами создаваемых технических средств и теплофизическими характеристиками используемых компонентов. Результаты теоретических исследований применяются при совершенствовании технических средств для консервации сельскохозяйственной техники в условиях пониженной температуры.

Определен диапазон рациональной концентрации присадки Эмульгин, 12-15 %, в загущенной смазке, защищающей от атмосферной коррозии почвообрабатывающие рабочие органы из стали 65Г при открытом хранении в течение 9-12 мес.

Разработаны технические средства для консервации почвообрабатывающих и других сельскохозяйственных машин при подготовке к хранению:

- передвижная установка ОПУ-80 для приготовления загущенных смазок;
- передвижная установка УЛН-2М для нагрева и нанесения смазок.

Новизна технических решений подтверждена патентом РФ № 2525493 на «Устройство для нагрева защитной смазки при нанесении на сельхозмашины».

Методология и методы исследований. Теоретические исследования проводились с использованием методов математического моделирования процессов приготовления загущенной смазки в резервуаре смесителя и ее нагрева в локальной камере напорного бака, методов теплотехники и гидростатики при обосновании компоновки устройств для нагрева смазки и смешивания компонентов разной плотности. Экспериментальные исследования выполнялись на основе теории планирования эксперимента, стандартных и общепринятых методов, а также методик, учитывающих специфику данной работы. Использовались поверенные и калиброванные приборы, инструменты для проведения линейных, весовых, потенциостатических, электротехнических, теплотехнических измерений; а также специально изготовленные лабораторные стенды. Анализ результатов осуществлялся с привлечением статистических методов обработки экспериментальных данных.

Положения, выносимые на защиту:

- математическая модель взаимосвязи производительности пневматического нанесения загущенной смазки с конструктивно-технологическими показателями локальной камеры нагрева и теплофизическими свойствами смазки;

- результаты экспериментальной оценки функциональных свойств и защитной эффективности загущенных смазок на основе отработанных масел и побочных продуктов нефтехимии, ингибирующих коррозию почвообрабатывающей техники;

- результаты исследования технологического процесса приготовления загущенной смазки в установке с комбинированным перемешивающим устройством,

полученные при нагреве и смешивании компонентов смазки;

- энергоэкономный технологический процесс ускоренного нагрева загущенной смазки в локальной камере технологической установки для нанесения консервационных покрытий в условиях пониженной температуры;

- результаты опытно-производственной проверки и оценки эффективности применения технических средств при консервации загущенными смазками рабочих органов почвообрабатывающей техники.

Реализация результатов исследований осуществлена с участием экспериментального производства ФГБНУ ВНИИТиН - при изготовлении установки ОПУ-80 для приготовления загущенной смазки и установки УЛН-2М для ее нанесения; КПЗ им. Ленина Тамбовского района - при внедрении технологии и установок ОПУ-80, УЛН-2М для консервации техники загущенной смазкой с присадкой Эмульгин; ОАО «Знаменский сахарный завод» – филиал «Жердевский» – при внедрении технологии и установки УЛН-2М для консервации механизмов буртоукладочных комплексов загущенной смазкой с присадкой КО-СЖК.

Степень достоверности результатов подтверждена теоретическими и экспериментальными исследованиями, выполненными с использованием методов математического моделирования, известных положений теплотехники, гидростатики, стандартных методик и теории планирования экспериментов. Опытные данные получены на современных поверенных приборах и аппаратах, при их обработке использованы методы математической статистики и регрессионного анализа. Результаты теоретических исследований хорошо согласуются с данными эксперимента и опытно-производственной проверки технологии консервации с применением разработанных защитных смазок и созданных технических средств.

Апробация результатов. Основные результаты диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на Международных научно-технических и научно-практических конференциях: «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции» (Тамбов, ВНИИТиН, 2013, 2015); «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» (Минск, НПЦ по механизации сельского хозяйства, 2013, 2014); «Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции» (Минск, БГАТУ, 2013, 2015); «Программа модернизации инженерно-технического обслуживания АПК как основа промышленной и образовательной политики» (Москва, ГОСНИТИ, 2014); «Инновации в сельском хозяйстве» (Москва, ВИЭСХ, 2014); «Актуальные проблемы научно-технического процесса в АПК» (Ставрополь,

СтГАУ, 2015); «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» (Великие Луки, ВелГСХА, 2015); «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК» (Мичуринск, МичГАУ, 2015).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 28 научных работ, в том числе 8 в изданиях, рекомендованных ВАК, получен 1 патент на изобретение. Общий объем публикаций составил 13,9 печ. л., в том числе 5,2 печ. л. принадлежит лично соискателю.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 126 наименований и приложений. Работа изложена на 194 страницах, включает 154 страницы основного текста, 60 рисунков, 10 таблиц и 5 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, представлены цели и задачи, приведены положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** «Состояние вопроса и задачи исследования» представлены результаты анализа влияния внешних факторов на коррозионную стойкость и прочность деталей сельскохозяйственной техники, рассмотрены технологические процессы консервации машин при постановке на хранение, дана оценка применяемым консервационным материалам, технологиям и оборудованию для приготовления вязких загущенных смазок и их нанесению с подогревом.

Анализ исследований по хранению почвообрабатывающих машин показал:

- остатки загрязнений на поверхностях деталей ускоряют процесс их коррозионного разрушения;
- качество консервации зависит от свойств применяемых материалов, от пригодности технологического оборудования к работе в условиях хранения машин;
- при оценке защитных и технологических свойств консервационных материалов, их доступности для сельхозпроизводителя, выбраны загущенные смазки, содержащие отработанные масла и противокоррозионные присадки из побочных продуктов нефтехимии;
- технические средства для приготовления загущенных смазок, их нанесения не достаточно мобильны, малоэффективны и энергоемки;
- отсутствие научно-обоснованных предложений по оценке качества смешивания компонентов при приготовлении загущенной смазки, по выбору энергоэкономного режима ее нагрева при нанесении, отрицательно сказывается на качестве противокоррозионной защиты почвообрабатывающей техники;

- из-за высокого ценового уровня нерентабельно использование импортного оборудования для нанесения загущенных смазок.

На основе результатов проведенного анализа сформулированы задачи исследований, изложенные в «Общей характеристике работы».

Во **второй главе** «Теоретические предпосылки разработки технологии и средств консервации техники загущенными смазками» отражены результаты математического моделирования процессов приготовления загущенной консервационной смазки в резервуаре смесителя и ее нагрева в локальной камере напорного бака при нанесении.

Компоненты, пригодные для приготовления загущенной смазки, различаются по физико-технологическим свойствам: плотности, вязкости, термопластичности. Процесс приготовления загущенной смазки заключается в механических и тепловых воздействиях на присадку, масло и их смесь для получения готового продукта, однородного по составу и свойствам.

Баланс затрат времени $t_{\text{пс}}$ в цикле техпроцесса приготовления загущенной смазки складывается из следующих элементов:

$$t_{\text{пс}} = t_{\text{п1}} + t_{\text{п2}} + t_{\text{п3}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{п1}}$ - время работы нагревателя, с; $t_{\text{п2}}$ - время работы мешалки, с; $t_{\text{п3}}$ - время технологического обслуживания оборудования (загрузка масла и присадки, настройка режимных параметров, слив готовой смазки), с.

Время $t_{\text{п1}}$ работы нагревателя зависит от его мощности, объема присадки и масла, их плотностей, теплоемкостей, температуры нагрева и теплопотерь:

$$t_{\text{п1}} = \frac{(V_{\text{п}}c_{\text{п}}\rho_{\text{п}} + V_{\text{м}}c_{\text{м}}\rho_{\text{м}})(T_{\text{к}} - T_{\text{н}})}{N_{\text{н}}\eta_{\text{т}}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{п}}$, $V_{\text{м}}$ – объем присадки и масла, м³; $c_{\text{п}}$, $c_{\text{м}}$ – теплоемкость присадки и масла, Дж/(кг·°С); $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{м}}$ – плотность присадки и масла, кг/м³; $T_{\text{н}}$, $T_{\text{к}}$ – начальная и конечная температуры нагрева компонентов, °С; $N_{\text{н}}$ – мощность нагревателя, Вт; $\eta_{\text{т}}$ - коэффициент полезного использования энергии нагревателя.

Время $t_{\text{п2}}$ смешивания определим по формуле, предложенной Ф. Стренком:

$$t_{\text{п2}} = \frac{k_{\text{т}}}{n_{\text{м}}} \left(\frac{D_{\text{р}}}{d_{\text{м}}} \right)^2, \quad (3)$$

где $k_{\text{т}}$ - коэффициент, учитывающий тип мешалки и степень неоднородности смеси;

$n_{\text{м}}$ - обороты мешалки, с⁻¹; $D_{\text{р}}$, $d_{\text{м}}$ - диаметры резервуара и лопастей мешалки, м.

Установлено, что время смешивания компонентов также зависит от их вязкости ν и плотности ρ :

$$t_{п2} \sim (\rho\nu)^{0,5}. \quad (4)$$

Так как вязкость и плотность компонентов снижаются при нагреве, то процесс смешивания присадки с маслом будет протекать интенсивнее с повышением температуры T нагрева.

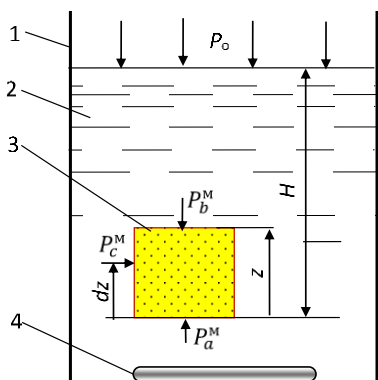
Производительность W_c ($\text{м}^3/\text{с}$) техпроцесса приготовления загущенной смазки:

$$W_c = \frac{V_{п} + V_{м}}{t_{пс}} = \frac{(V_{п} + V_{м})}{\frac{(V_{п}c_{п}\rho_{п} + V_{м}c_{м}\rho_{м})(T - T_{н})}{N_{н}\eta_{т}} + \frac{k_{т}}{n_{м}} \left(\frac{D_{п}}{d_{м}}\right)^2 + t_{п3}}}. \quad (5)$$

При разработке смесителя следует учитывать соотношение плотностей присадки $\rho_{п}$ и отработанного масла $\rho_{м}$, закономерности их изменения в процессе нагрева. В процессе плавления присадки ее плотность может сравняться с плотностью отработанного масла при температуре T_c :

$$T_c = T_{н} + \frac{\rho_{п} - \rho_{м}}{\rho_{п}\beta_{п} - \rho_{м}\beta_{м}}. \quad (6)$$

где $\beta_{м}$ и $\beta_{п}$ - температурные коэффициенты плотности масла и присадки, $^{\circ}\text{C}^{-1}$.



1 - резервуар; 2 - отработанное масло; 3 - присадка;
4 - нагреватель.

Рисунок 1 – Схема гидростатических давлений при нагреве компонентов

С ростом температуры ($T > T_c$) плотность плавящейся присадки может оказаться ниже плотности отработанного масла и она всплывет под действием вертикального перепада ΔP_B гидростатических давлений:

$$\Delta P_B = (\rho_{м} - \rho_{п})gz, \quad (7)$$

где g – ускорение свободного падения; z – высота объема присадки.

Схема гидростатических давлений, действующих со стороны масла на присадку при нагреве, показана на рисунке 1.

Для эффективного смешивания компонентов перемешивающее устройство должно принудительно нагнетать всплывшую присадку вглубь масла, преодолевая вертикальный перепад гидростатических давлений.

В объеме присадки также действует горизонтальный перепад ΔP_T гидростатических давлений. Его величина изменяется по высоте dz :

$$\Delta P_T = (\rho_{м} - \rho_{п})gdz. \quad (8)$$

Горизонтальный перепад гидростатических давлений является движущей силой, обеспечивающей растекание всплывающей присадки по уровню свободной поверхности, а не всплывающей - по дну резервуара.

Чтобы минимизировать потребление энергии и снизить длительность предварительного нагрева смазки до рабочей температуры разработана конструктивно-технологическая схема устройства с локальной камерой нагрева (рисунок 2).

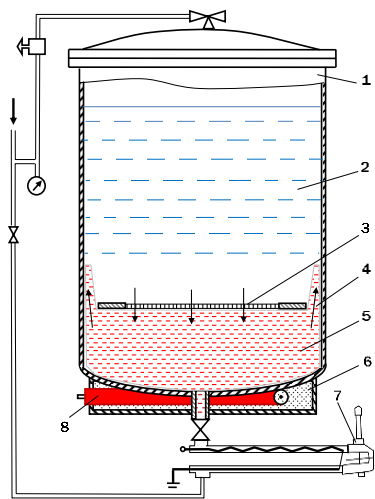


Рисунок 2 – Схема устройства с локальной камерой нагрева смазки

Горизонтальная сетка 3 разделяет бак 1 на верхнюю надкамерную полость 2 и нижнюю полость - локальную камеру 5 нагрева. Между сеткой 3 и стенкой бака имеется зазор 4 для выхода нагретой смазки из локальной камеры. Под днищем бака выполнен нагреватель, содержащий корпус 6 и электрическую ТЭН-конфорку 8, которая вмурована в теплопроводящий материал. Внутри

шланга для подачи смазки к распылителю 7 пропущена нагревательная спираль, соединенная с понижающим трансформатором (220/36 В).

При включении ТЭН-конфорки нагревается днище, от которого нагревается смазка в локальной камере 5, а затем от горячей смазки - сетка 3. Сетка препятствует конвективному теплообмену между нагретой смазкой в локальной камере 5 и холодной смазкой в надкамерной полости 2.

Управление циркуляцией и температурой нагрева смазки в локальной камере осуществляется путем ограничения оттока горячей смазки в надкамерную полость.

Процесс нагрева смазки в локальной камере оценивается интенсивностью (I) изменения ее температуры, которая зависит от мощности ТЭН-конфорки:

$$I = \frac{(T_{\Gamma} - T_{\text{х}})}{t_{\text{н}}} = \frac{N_{\text{к}}(1 - k_{\text{п}})\eta_{\text{п}}}{V_{\text{к}}\rho_{\text{к}}c_{\text{к}}(1 + k_{\text{б}})} \quad (9)$$

где T_{Γ} , $T_{\text{х}}$ – температура нагретой и холодной смазки; $t_{\text{н}}$ – длительность предварительного нагрева смазки; $N_{\text{к}}$ – мощность ТЭН-конфорки; $k_{\text{п}}$ – коэффициент пропускной способности разделительной сетки; $\eta_{\text{п}}$ – коэффициент теплопотерь при нагреве смазки $\rho_{\text{к}}$, $c_{\text{к}}$ – плотность и теплоемкость смазки, Дж/(кг·°С); $k_{\text{б}}$ – коэффициент, учитывающий теплотраты на нагрев элементов бака.

Производительность ($B_{\text{н}}$) пневматического нанесения загущенной смазки за-

висит как от мощности (N_k) ТЭН-конфорки и интенсивности нагрева, так и от норматива (A) расхода смазки на 1 м^2 , коэффициента (k_T) потерь на туманообразование:

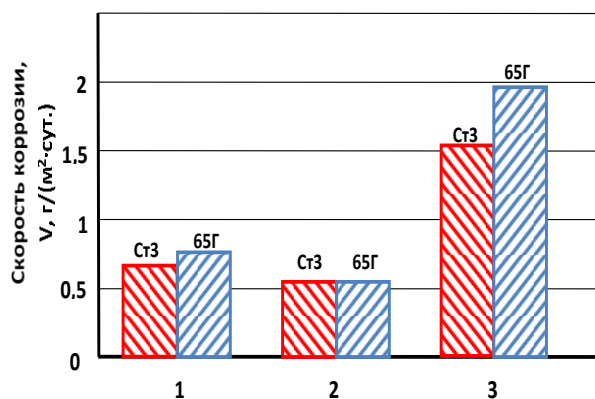
$$B_H = \frac{N_k \eta_{\text{п}}}{A \cdot (T_{\text{г}} - T_{\text{х}}) \cdot c_{\text{к}} (1 + k_T)} \quad (10)$$

Уравнение (9) отражает тенденцию повышения интенсивности нагрева загущенной смазки с ростом мощности ТЭН-конфорки и теплоизолированности бака при снижении объема локальной камеры и пропускной способности разделительной сетки. Однако установить степень влияния этих факторов на нагрев смазки возможно только экспериментальным путем.

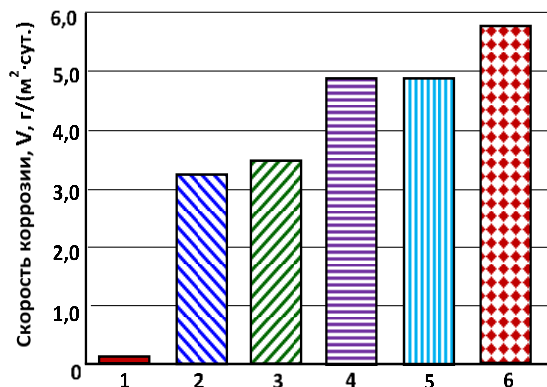
В третьей главе «Обоснование противокоррозионной защиты рабочих органов почвообрабатывающей техники» приведены данные по коррозионной стойкости стали 65Г в эксплуатационных средах, обоснованы составы загущенных смазок для защиты почвообрабатывающей техники.

В реальных условиях при консервации почвообрабатывающей техники используют отработанные масла с низкими защитными свойствами. Коррозия увеличивает тяговое сопротивление и силовые нагрузки на них в процессе эксплуатации, которые приводят к деформации и разрушению рам почвообрабатывающих машин.

На рисунке 3 показана коррозионная стойкость стали 65Г. Скорости коррозии сталей 65Г и Ст3 на открытой площадке в условиях воздействия почвы равны значны – 0,7 и 0,8 г/(м²·сут), в 3% растворе хлорида натрия выше в 3-4 раза.



Стали 65Г и Ст3 в почве: 1 - на площадке, 2 - под навесом; 3 - в 3% растворе хлорида натрия



Сталь 65Г в растворах минеральных удобрений: 1- вода; 2- карбамид; 3- суперфосфат; 4- азофоска; 5- сульфат аммония; 6 - аммиачная селитра

Рисунок 3 – Скорость коррозии сталей в эксплуатационных средах

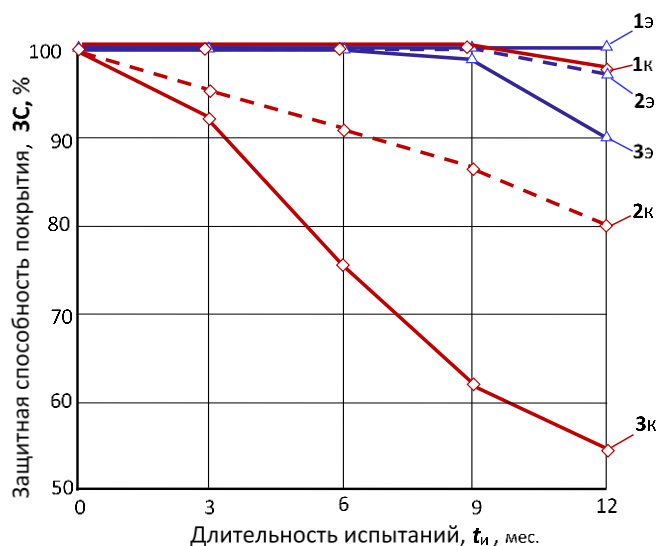
В концентрированных растворах минеральных удобрений большую коррозионную активность на стали 65Г проявили азофоска, сульфата аммония - по 4,8 г/(м²·сут), аммиачная селитра – 5,8 г/(м²·сут).

В сухих удобрениях скорость коррозии была в 10 раз ниже.

Электрохимические измерения показали, что введение в отработанное масло 5-10 % присадки Эмульгин повышало потенциал коррозии стали 65Г от минус 0,46 до минус 0,16 В и сильнее тормозило электрохимическую коррозию, чем введение 10-15% присадки КО-СЖК. Подтверждена способность этих присадок тормозить развитие коррозионных процессов при нанесении на влажные поверхности сталей.

По результатам атмосферных испытаний в течение года хорошо защищала сталь 65Г смазка, содержащая отработанное масло с 12-15% присадки Эмульгин, которая при толщине покрытия 75-90 мкм имела уровень защитной способности 97-99%. Уровень защитной способности загущенной смазки с 15-20% присадки КО-СЖК составил 80-97% при толщине покрытия до 100 мкм (рисунок 4).

Защита металла обеспечивалась не только благодаря действию ингибиторов



Эмульгин: 15% - 1э, 13% - 2э, 10% - 3э
и КО-СЖК: 20% - 1к, 15% - 2к, 10% - 3к

Рисунок 4 - Динамика изменения защитной способности покрытий на основе отработанного масла в зависимости от содержания присадок

при консервации сельхозмашин.

Определены значения эффективной теплоемкости противокоррозионных присадок Эмульгин, КО-СЖК, отработанного масла и загущенной смазки с 10 % Эмульгина при температурах 20 и 70 °С.

Максимальное значение эффективной теплоемкости при 70 °С имеет присадка

коррозии, но и загущающим свойствам присадок, способствовавшим формированию несмываемых покрытий достаточной толщины.

В четвертой главе «Обоснование технологических процессов приготовления и нанесения загущенных смазок» приведены результаты исследований теплофизических и реологических свойств загущенных смазок, обоснованы технологические процессы и технические средства приготовления загущенных смазок и их нанесения

Эмульгин: 4250 Дж/(кг·°С). Значения эффективной теплоемкости необходимы при расчете теплового баланса установок для нагрева, смешивание компонентов и нанесения загущенной смазки.

Установлены эмпирические закономерности изменения плотностей отработанного масла (ρ^M) и присадок ($\rho^П$) Эмульгин, КО-СЖК при нагреве. Выделено три температурных интервала, отличающихся темпом изменения плотностей присадок: нагрев в твердом состоянии, при плавлении, нагрев в жидком состоянии.

Получены аппроксимирующие зависимости $\rho(T)$ плотности присадок и отработанного масла от температуры. Например, изменение плотности при плавлении присадок описывается зависимостями:

- для присадки Эмульгин:

$$\rho^Э = 895,5 \cdot [1 - 55,9 \cdot 10^{-4}(T - 40)];$$

- для присадки КО-СЖК:

$$\rho^K = 942 \cdot [1 - 23 \cdot 10^{-4}(T - 40)].$$

Положение присадки в масле определяется по разности плотностей:

$$\Delta\rho = \rho^M - \rho^П. \quad (11)$$

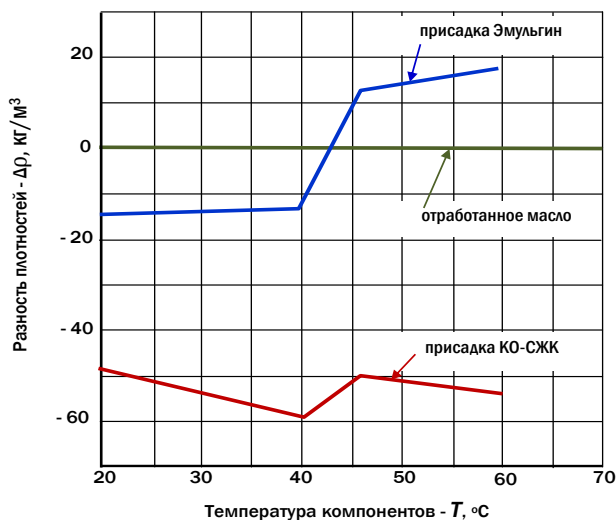


Рисунок 5 – Изменение плотности при нагреве

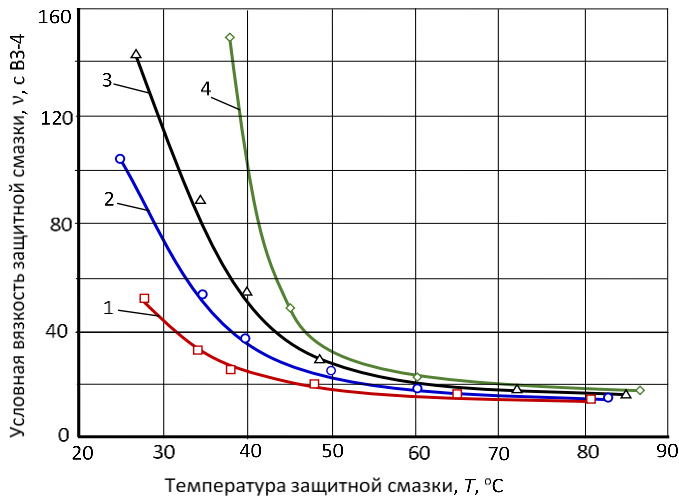
температуре свыше 43 °С.

Плотность приготовленных смазок изменяется при нагреве. По данным измерений рассчитаны температурные коэффициенты (β) плотностей загущенных смазок, например, для смазки, содержащей 15 % Эмульгина: $\beta = 7,6 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Исследовано влияние содержания присадки Эмульгин на условную вязкость

Графики на рисунке 5, построенные по формуле (11) с использованием аппроксимирующих зависимостей, иллюстрируют положение присадок при нагреве в резервуаре с отработанным маслом. Присадка КО-СЖК при нагреве все время находится в масле на дне резервуара.

Присадка Эмульгин при загрузке в бак сначала опускается на уровень дна, а затем в процессе плавления поднимается на поверхность масла при



Содержание присадки Эмульгин в загущенной смазке, мас. %: 1 – 10; 2 – 15; 3 – 20; 4 – 25

Рисунок 6 – Зависимость вязкости v загущенной смазки от температуры T нагрева

загущенной смазки, измеренную на вискозиметре ВЗ-4 (рисунок 6). Для обеспечения надежности технологического процесса нанесения загущенных смазок с содержанием присадки Эмульгин от 10 до 20 % их надо предварительно подогреть до температуры выше 45 °C, чтобы снизить вязкость до 40 сВЗ-4.

Разработана установка ОПУ-80 для приготовления загущенных смазок путем нагрева и плавления присадок, их смешивания в жидком

состоянии с отработанным маслом при температуре 80-85 °C. Установка оснащена теплоизолированным резервуаром вместимостью 80 л, электрическим нагревателем

из трех ТЭН-конфорок мощностью до 3-х кВт, комбинированным перемешивающим устройством из листовой мешалки и шнека (рисунок 7).

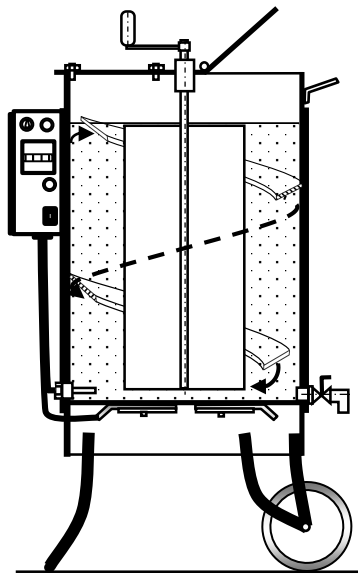


Рисунок 7 – Схема установки ОПУ-80 для приготовления загущенной смазки

Для приготовления загущенной смазки в резервуар загружают присадку, заливают отработанное масло и включают ТЭН-конфорки. При нагреве компонентов до 85 °C присадка полностью расплавляется и разжижается, затем ее смешивают с отработанным маслом. При вращении мешалки компоненты смазки вовлекаются во вращательное движение и отбрасываются к шнеку. Взаимодействуя со шнеком, они перемещаются в осевом направлении на новый уровень глубины резервуара.

Экспериментально подтверждено нагнетание всплывшей присадки Эмульгин в масло и их эффективное смешивание в объеме 75 л при частоте вращения вала мешалки 90 об/мин в течение 0,2-0,25 ч.

Обоснована методика оценки однородности состава двухкомпонентной загущенной смазки по значениям вязкости проб, взятых с верхнего и нижнего уровней резервуара. Величину отклонения ΔK_n концентрации присадки по уровням резервуара предложено рассчитывать по формуле:

$$\Delta K_{\Pi} = (v_{\text{верх}} - v_{\text{низ}}) / \text{Ш}_k(T), \quad (12)$$

где $v_{\text{верх}}$, $v_{\text{низ}}$ - вязкость проб смазки вверху и внизу резервуара, с ВЗ-4;
 $\text{Ш}_k(T)$ – широта измерения концентрации присадки в смазке по ее вязкости.

По данным исследований в процессе приготовления загущенной смазки с 15 % Эмульгина различие по концентрации присадки в пробах не превысило 0,5 %.



Рисунок 8 – Установка для нанесения загущенных смазок

Разработана установка УЛН-2М (рисунок 8) для нагрева и пневматического нанесения загущенных смазок при пониженной температуре (до 0 °С).

Установка имеет напорный бак на 20 л с локальной камерой, ТЭН-конфорку на 0,35-1,0 кВт под его дном с теплопередачей через периклаз, шланг подачи смазки с нагревательной спиралью на 0,25 кВт; работает от электросети 220 В и компрессора.

Проведены исследования и получены адекватные уравнения со значимыми коэффициентами регрессии, устанавливающие степень влияния параметров локальной камеры (мощности нагревателя – X_1 , объема – X_2 , зазора между сеткой и стенкой бака – X_3 , величины ячеек сетки – X_4) и концентрации присадки Эмульгин в отработанном масле на интенсивность (Y) предварительного нагрева загущенных смазок.

Интенсивность (Y_1) нагрева в локальной камере загущенной смазки, содержащей 10 % Эмульгина и 90 % отработанного масла, описывается уравнением:

$$Y_1 = 1,08 + 0,34X_1 - 0,24X_2 - 0,14X_3 - 0,08X_4 \quad (13)$$

Из уравнения (13) максимальная величина интенсивности нагрева загущенной смазки: $I_{\text{max}} = 1,88$ °С/мин, а минимальная - $I_{\text{min}} = 0,28$ °С/мин.

В уравнении регрессии для интенсивности (Y_2) нагрева загущенной смазки, содержащей 20 % присадки Эмульгин и 80 % отработанного масла, коэффициент при факторе X_4 , учитывающем влияние параметров сетки, оказался незначимым:

$$Y_2 = 1,18 + 0,37X_1 - 0,28X_2 - 0,1X_3. \quad (14)$$

Таким образом, выявлена необходимость в применении разделяющей сетки с меньшими ячейками (0,64 мм² и менее) для нагрева менее вязких смазок (с концентрацией Эмульгина 10 % и менее).

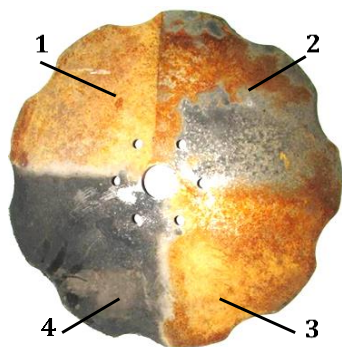
Из уравнения (14) определена максимальная и минимальная интенсивности

нагрева смазки в локальной камере: $I_{\max} = 1,93 \text{ }^\circ\text{C} / \text{мин}$; $I_{\min} = 0,43 \text{ }^\circ\text{C} / \text{мин}$.

Исследованием динамики нагрева загущенной смазки установлено, что в локальной камере темп ее нагрева выше при отсутствии бокового зазора между стенкой бака и разделительной сеткой, а при наличии зазора усиливается интенсивность тепломассопереноса из локальной камеры в надкамерную полость.

Предложено терморегулирующее устройство с цилиндром, автономно управляющим зазором между сеткой и стенкой бака. Определен параметр сопротивления загущенной смазки – $0,8 \text{ кПа}\cdot\text{с}$, обосновано использование давления паров ацетона для включения устройства при нагреве смазки свыше $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

В пятой главе «Производственные исследования технологии и оборудования для консервации техники загущенными смазками» приведены результаты реализации разработанной технологии при консервации почвообрабатывающей техники загущенными смазками в КПЗ им. Ленина Тамбовского района.



1 – без покрытия; 2 и 4 – смазка с 10 % и 15 % Эмульгина; 3 – отработанное масло.

Рисунок 9 – диск бороны после 9 мес. испытаний.

Технология включает технологические процессы и средства для приготовления смазок из отходов производств и средства для их нанесения с подогревом в условиях пониженной температуры. Результаты производственных исследований защитных свойств консервационных покрытий из загущенных смазок, содержащих отработанное масло и присадку Эмульгин, подтверждают способность смазки с 10 % Эмульгина защищать почвообрабатывающую технику при хранении до 6

месяцев. Повышение концентрации присадки Эмульгин до 12 - 15 % оправдано при увеличении срока хранения до 9 месяцев (рисунок 9).

Определены параметры цикла приготовления загущенной смазки с 12 % Эмульгина в объеме 73 л на установке ОПУ-80:

масса загрузки присадки Эмульгин – 8 кг, объем загрузки отработанного масла – 64 л, длительность цикла – 1,46 ч (88 мин), производительность установки – 50 л/ч, энергоемкость процесса при $7 \text{ }^\circ\text{C}$ – $0,06 \text{ кВт}\cdot\text{ч/л}$.

Определены показатели процесса нанесения загущенной смазки посредством

установки УЛН-2М при давлениях выдачи 0,1 - 0,15 МПа и распыления 0,3 – 0,4 МПа: техническая производительность нанесения - 130 м²/ч; удельный расход смазки на 1 м² поверхности - 118 г/м². При работе установки УЛН-2М расход топлива трактором МТЗ-80 на привод компрессора У43104 и генератора составил 3,1 л/ч.

Установлены средние значения затрат труда, загущенной смазки и топлива при консервации плуга ПЛН-5-35, бороны БДТ-3,0 и сеялки СЗУ-3,6.

В шестой главе «Технико-экономическая оценка реализации результатов исследования» представлены результаты внедрения разработанной технологии консервации.

Определение показателей экономической эффективности новой технологии консервации загущенными смазками проводили в сравнении с базовой технологией консервации бензино-битумными составами. Использование установки ОПУ-80 для приготовления за смазки позволяет снизить эксплуатационные издержки на 3278 руб/год. Применение установки УЛН-2М для нагрева и нанесения загущенных смазок снижает эксплуатационные издержки еще на 15478 руб/год. Затраты хозяйства на внедрение новой технологии консервации техники загущенными смазками окупятся за 2 года работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ исследований по хранению почвообрабатывающих машин показал, что некачественная консервация ускоряет процесс коррозионного разрушения их рабочих органов, вследствие которого снижаются работоспособность и ресурс машин, увеличиваются затраты на ремонт и устранение отказов. Качество консервации зависит от свойств применяемых материалов, от пригодности технологического оборудования к работе в условиях хранения машин. При оценке защитных и технологических свойств консервационных материалов, их доступности для сельхозпроизводителя в условиях диспаритета цен, выбраны загущенные смазки, содержащие отработанные масла и противокоррозионные присадки из побочных продуктов нефтехимии (присадки Эмульгин и КО-СЖК). Выявлена необходимость в разработке энергоэффективных технических средств для реализации процессов приготовления и нанесения загущенных смазок.

2. Теоретические исследования установлено, что процесс приготовления загущенной смазки интенсифицируется с повышением температуры нагрева компонентов и при нагнетании расплавленной присадки в объем отработанного масла для усиления их вертикальной циркуляции. Производительность пневматического

нанесения загущенной смазки при пониженной температуре взаимосвязана с конструктивно-технологическими показателями локальной камеры, выполненной в напорном баке для ускоренного нагрева смазки с минимальными энергозатратами.

3. Исследована коррозионная стойкость стали 65Г, используемой в почвообрабатывающих органах, при воздействии коррозионно-активных сред. Скорости коррозии сталей 65Г и Ст3 в условиях воздействия влажной почвы на открытой площадке практически равнозначны – 0,7 и 0,8 г/(м²·сут), а в 3 % растворе хлорида натрия выше в 3-4 раза. В концентрированных растворах минеральных удобрений большую коррозионную активность на стали 65Г проявили азофоска, сульфата аммония - по 4,8 г/(м²·сут) и аммиачная селитра – 5,8 г/(м²·сут). В сухих удобрениях процесс коррозии металла протекал в 10 раз медленнее. Электрохимические измерения показали, что введение в отработанное масло 5-10 % присадки Эмульгин повышало потенциал коррозии стали 65Г от минус 0,46 до минус 0,16 В и сильнее тормозило электрохимическую коррозию, чем введение 10-15 % присадки КО-СЖК. По результатам годовых атмосферных испытаний, покрытие из загущенной смазки с 12-15 % присадки Эмульгин при толщине 75-90 мкм показало защитную способность стали 65Г на уровне 97-99 %. Уровень защитной способности покрытия из загущенной смазки с 15-20 % присадки КО-СЖК при толщине до 100 мкм составил 80-97 %.

4. Определены значения эффективной теплоемкости противокоррозионных присадок Эмульгин и КО-СЖК, которые при 70 °С составили 4250 и 2870 Дж/(кг·°С) соответственно. Обоснованы эмпирические закономерности изменения плотностей термопластичных присадок Эмульгин, КО-СЖК и отработанного масла при нагреве, установлена температура всплытия присадки Эмульгин в масле при нагреве свыше 43 °С. Разработана установка ОПУ-80 для приготовления загущенных смазок путем нагрева и плавления присадок, их смешивания в жидком состоянии с отработанным маслом при нагреве до 80-85 °С. Установка оснащена теплоизолированным резервуаром вместимостью 80 л с ТЭН-конфорками под ним мощностью до 3-х кВт, комбинированным перемешивающим устройством из листовой мешалки и шнековой ленты шириной 50 мм, закрепленной на стенке резервуара под углом 20°. Экспериментально подтверждено нагнетание всплывшей присадки Эмульгин в масло и их эффективное смешивание в объеме 75 л при частоте вращения вала мешалки 90 об/мин в течение 0,2-0,25 ч. Обоснована методика оценки однородности состава загущенной смазки по вязкости проб с верхнего и нижнего

уровней резервуара. В процессе приготовления загущенной смазки с 15 % Эмульгина различие в концентрациях присадки на этих уровнях не превысило 0,5 %.

5. Для пневматического нанесения загущенных смазок при пониженной температуре разработана передвижная установка УЛН-2М, оборудованная напорным баком вместимостью 20 л с локальной камерой нагрева и шлангом подачи смазки с нагревательной спиралью на 0,25 кВт. Под дном бака установлена ТЭН-конфорка мощностью 0,35-1,0 кВт с теплопередачей через периклаз. Получены уравнения регрессии, описывающие влияние параметров локальной камеры (объема, мощности нагревателя, зазора между сеткой и стенкой бака, величины ячеек сетки) и концентрации присадки Эмульгин на интенсивность нагрева загущенных смазок. Определены значения параметров, способствующих повышению интенсивности нагрева загущенной смазки в локальной камере в 6,7 раза и обеспечивающих ее нагрев до 45 °С в течение 0,25 ч. Предложено терморегулирующее устройство, срабатывающее от давления паров ацетона при нагреве смазки в локальной камере свыше 60 °С. Показано, что фольгированный теплоизолятор на внутренней поверхности крышки напорного бака замедляет темп охлаждения смазки в 2,3 раза.

6. В результате производственных испытаний технологии и оборудования для консервации почвообрабатывающей техники загущенными смазками установлено:

- загущенная смазка, содержащая смесь отработанных масел и 10 % присадки Эмульгин защищает почвообрабатывающую технику при хранении до 6 месяцев, повышение концентрации присадки до 12-15 % необходимо при увеличении срока хранения техники до 9-12 месяцев;

- при приготовлении на установке ОПУ-80 загущенной смазки с 12 % Эмульгина в объеме 73 л длительность цикла нагрева и смешивания составляет 1,46 ч, производительность установки – 50 л/ч, затраты электроэнергии – 4,4 кВт·ч, энергоемкость процесса при 7 °С – 0,06 кВт·ч/л;

- установка УЛН-2М работоспособна в условиях пониженной до 0 °С температуры при нанесении загущенной смазки с подогревом в локальной камере до 45 °С от электроэнергии тракторного генератора мощностью 0,7 кВт с использованием инвертора 14/220 В; технологический процесс нанесения нагретой смазки посредством установки УЛН-2М осуществляется при давлениях выдачи 0,1-0,15 МПа и распыления - 0,3-0,4 МПа, техническая производительность нанесения - 130 м²/ч, удельный расход смазки на 1 м² поверхности - 118 г/м², часовой расход дизельного топлива трактором МТЗ-80 на привод компрессора и генератора - 3,1 л/ч.

7. Разработанная технология консервации снижает себестоимость защитных материалов на 39 %, повышает производительность нанесения покрытий в 2,2 раза. Суммарный годовой экономический эффект от внедрения в одном хозяйстве новой технологии приготовления и нанесения загущенной смазки составит 18,8 тыс. руб. Затраты на внедрение новой технологии консервации техники загущенными смазками окупятся к концу 2-го сезона применения.

Рекомендации производству. Полученные результаты рекомендуются к использованию в техническом сервисе сельхозмашин и автотранспорта при проектировании и изготовлении технологического оборудования для производства и нанесения загущенных смазок, вязких антикоррозионных мастик.

Перспективы дальнейшей разработки темы. Совершенствование созданной установки для нагрева и нанесения загущенной смазки в условиях пониженной температуры путем разработки шлангового подогревателя сжатого воздуха, поступающего на распыление смазки.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Клепиков В.В. Технологические решения по консервации сельскохозяйственной техники обработанными моторными маслами / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, В.В. Клепиков // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 112. - № 2. – С. 61-65.
2. Клепиков В.В. Мобильный агрегат для противокоррозионной защиты / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, В.В. Клепиков, М.А. Плужников // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 2. – С. 11-13.
3. Клепиков В.В. Установка для консервации втулочно-роликовых цепей / В.Д. Прохоренков, А.В. Балашов, В.В. Клепиков, Ю.А. Шумов // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 4. – С. 9-10.
4. Клепиков В.В. Использование сжатого воздуха для эффективной сушки сельхозмашин при подготовке к хранению / А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.В. Клепиков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2. – С. 50-57.
5. Клепиков В.В. Научно-технические основы механизации процессов консервации аграрной техники / А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.В. Клепиков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4. – С. 61-67.
6. Клепиков В.В. Гидростатическое взаимодействие горячей и холодной смазки в напорном баке / А.И. Петрашев, А.Н. Зазуля, В.В. Клепиков, М.А. Петрашева // Научное обозрение. – 2015. – № 11. – С. 35-41.
7. Клепиков В.В. Безотходная технология консервации аграрной техники / В.В. Клепиков // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 83-85.
8. Клепиков В.В. Экспериментальные закономерности пневмораспыления консервационных материалов / А.И. Петрашев, В.Д. Прохоренков, В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 120. – С.59-63.

Патент на изобретение

9. Патент № 2525493 Российская Федерация МПК В05В7/16. Устройство для нагрева защитной смазки при нанесении на сельхозмашины / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков, Ю.А. Шумов; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. – № 2013109670, заяв. 04.03.2013; опубл. 20.08.2014. Бюл. № 23. – 9 с.: ил.

Публикации в других изданиях и сборниках конференций

10. Клепиков В.В. Технология консервации сельскохозяйственной техники отработанными маслами / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, В.Д. Прохоренков, В.В. Клепиков // Наука в центральной России. – 2013. – № 1. – С. 57-61.

11. Клепиков В.В. Новый подход к расчету гидравлического сопротивления напорной магистрали / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков // Наука в центральной России. – 2013. – № 5. – С. 54-59.

12. Клепиков В.В. Технология консервации аграрной техники водно-восковым составом «Герон» / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, В.Д. Прохоренков, В.В. Клепиков // Наука в центральной России. – 2013. – № 1. – С. 53-56.

13. Клепиков В.В. Энергоэкономный процесс противокоррозионной обработки сельхозмашин в полевых условиях / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, В.В. Клепиков // Наука в центральной России. – 2013. – № 5. – С. 47-54.

14. Клепиков В.В. Влияние утечек на нагрев масла в гидроприводе компрессора / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков // Наука в центральной России. – 2013. – № 4. – С. 35-41.

15. Клепиков В.В. Обоснование выбора технических средств для консервации аграрной техники при хранении / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков // Наука в центральной России. – 2014. – № 5. – С. 28-37.

16. Клепиков В.В. Изменение плотности при нагреве и плавлении компонентов консервационных материалов / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха // Наука в Центральной России. – 2015. – № 2 (14). – С. 34-43.

17. Клепиков В.В. Оценка пневматических распылителей для консервации аграрной техники / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха // Наука в центральной России. – 2015. – № 3 (15) – С. 109-117.

18. Клепиков В.В. Энергосбережение при получении консервационных смазок / В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха, А.А. Жиркова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 2 (12). – С. 109-112.

19. Клепиков В.В. Анализ гидравлического сопротивления магистрали подачи консервационной жидкости на распыление / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков / В сбор. докл. «Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве» / Минск: Изд-во БГАТУ, 2013. - С. 108-113.

20. Клепиков В.В. Влияние температуры на плотность противокоррозионных присадок / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков, М.А. Петрашева, Ф.Д. Таха / В сбор. докл. «Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции». – Минск: Изд-во БГАТУ, 2015. – С. 62-68.

21. Клепиков В.В. Оптимизация режимов безвоздушного распыления загущенных консервационных масел / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков / В сбор. докл. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». - Минск: НПЦ по мех. сельск. хозяйства, 2014. - Т 2. - С. 21-26.

22. Клепиков В.В. Влияние утечек на работу гидромотора в приводе компрессора от гидравлической системы трактора / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков, В.А. Плужников / В сбор. докл. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». – Минск: НПЦ по мех. сельск. хозяйства, 2014. - Т. 3. - С. 109-116.

23. Клепиков В.В. Защита сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии составами на основе Телаз-Л и Телаз-ЛС / Л.Г. Князева, Е.Г. Кузнецова, В.В. Клепиков / В сбор. докл. «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции...». – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2013. – С. 245-248.

24. Клепиков В.В. Исследование процесса нагрева загущенной смазки в напорном баке с разделительной сеткой / А. И. Петрашев, В. В. Клепиков / В сбор. докл. «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК». – Мичуринск: Изд-во 2Д Мичуринск, 2015. – С. 259-269.

25. Клепиков В.В. Обоснование параметров энергоэкономного устройства для локального нагрева загущенных консервационных смазок / А. И. Петрашев, В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха / В сбор. докл. «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК». – Ставрополь: АГРУС СтГАУ, 2015. – С. 309-313.

26. Клепиков В.В. Подготовка техники к хранению с использованием отработанных синтетических масел / В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха, А.А. Жиркова / В сбор. докл. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». – В. Луки: РИО ВГСХА, 2015. – С. 232-235.

27. Клепиков В.В. Обоснование решений по разработке смесителя для консервационной смазки с учетом плотности её компонентов / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков / В сбор. докл. «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции...». – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. – С. 171-175.

28. Клепиков В.В. Анализ технологического процесса малотоннажного производства консервационных материалов / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха / В сбор. докл. «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции...». – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. – С. 179-181.

Подписано в печать 05.08.2016. Формат 60×84/16 Объем 1,0 п.л.

Тираж 100 экз. Бесплатно.

392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28,
ФГБНУ ВНИИТиН