

На правах рукописи

ЛАПСАРЬ ОКСАНА МИХАЙЛОВНА

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН
ПРИМЕНЕНИЕМ ПАВ ПОЛУЧАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ
ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

Специальность: 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2024

Работа выполнена на кафедре материаловедения и технологии машиностроения
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель: **Гайдар Сергей Михайлович**,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой материаловедения и
технологии машиностроения ФГБОУ ВО
«Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Официальные оппоненты: **Карелина Мария Юрьевна**
доктор технических наук, профессор, проректор
ФГБОУ ВО «Государственный университет
управления»

Терентьев Владимир Викторович
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой технического сервиса и
механики ФГБОУ ВО «Верхневолжский
агробиотехнологический университет»

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Брянский государственный
аграрный университет»

Защита состоится 17 октября 2024 г. в 10.00 часов на заседании
диссертационного совета 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева», по
адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел/факс: 8 (499) 976-17-14.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов):
127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке
имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета
www.timacad.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.03,
кандидат технических наук, доцент _____ Н.Н. Пуляев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В процессе эксплуатации машин в АПК они подвергаются воздействию климатических и эксплуатационных факторов и как следствие, это приводит к изменению их технического состояния. В результате ухудшаются технико-экономические показатели машин: уменьшение мощности и рабочей скорости, тягового усилия, снижение производительности, увеличивается расход масла и топлива. Основными причинами ухудшения технико-экономических показателей являются коррозионно-механический износ в узлах трения и коррозионные разрушения металлических элементов конструкций.

Для машин, используемых в сельскохозяйственном производстве, воздействие таких климатических факторов, как влажность, осадки, температура и т.д., усугубляется наличием в воздухе паров ядохимикатов и удобрений, которые ускоряют электрохимическую коррозию.

Повышенная запыленность воздуха при выполнении аграрных технологий вызывает проникновение абразивных частиц в цилиндр двигателя и картер главной передачи и в топливо, что существенно влияет на скорость изнашивания деталей.

Существенное влияние на надёжность машин оказывает состав почвы и вид обрабатываемой культуры. Повышение сопротивления при обработке растительной массы в 1,5...3 раза увеличивает нагрузки на агрегаты машин и как следствие увеличивает износ деталей пар трения.

Надёжность является важнейшей технико-экономической характеристикой.

Надёжность машин в целом включает в себя четыре основных свойства: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Надёжность оценивается целым рядом показателей: объемом, периодичностью и стоимостью проведения операций технического обслуживания; периодичностью, длительностью и стоимостью устранения отказов по назначению и т.д.

Одним из путей решения вопроса повышения надёжности машин, является создание высокоэффективных ингибиторов коррозии и противоизносных присадок к маслам.

Кроме эффективности противоизносных защитных материалов, важное значение имеет стоимость продуктов. Основным фактором, определяющим стоимость защитных материалов, является стоимость сырья и трудозатрат на производство.

Одним из компонентов, используемых для производства поверхностно-активных веществ (ПАВ), являются жирные кислоты. Различают два вида жирных кислот:

- синтетические жирные кислоты (СЖК) получаемые путем окисления кислородом воздуха в присутствии катализатора смеси насыщенных нормальных парафиновых углеводородов;
- природные жирные кислоты, получаемые из жиров и масел (триглицеридов) путем их расщепления с помощью реакции гидролиза.

В настоящее время СЖК в РФ не производят в связи с большими экологическими проблемами при производстве. Природные жирные кислоты не позволяют создавать конкурентоспособную продукцию из-за высокой стоимости и ограничением, накладываемым на пищевые растительные масла в области их применения для переработки в техническую продукцию.

Для решения поставленной задачи большой интерес представляют триглицериды, получаемые как вторичные ресурсы, являющиеся жиросодержащим отходами.

Данное обстоятельство привело к разработке новой технологии получения ПАВ из жиросодержащих отходов. Используя ПАВ в качестве активного вещества разработаны антикоррозионные и противоизносные материалы, а также решена экологическая проблема по утилизации жиросодержащих отходов.

Степень разработанности темы. Вопросами повышения надежности сельскохозяйственных машин занимался ряд авторов: Гайдар С.М., Голубев И.Г., Дидманидзе О.Н., Ерохин М.Н., Крагельский И.В., Северный А.Э., Севернев М.М., Пасечников Н.М., Поцкалев А.Ф., Пучин Е.А., Синявский И.А., Курочкин В.Н., Яковлев Б.П., Тельнов Н.Ф., Митягин В.А., Рязанов В.Е., Простоквашин В.Г., Щукин А.Р., Прохоренков В.Д., Петрашев А.И. и многие другие ученые.

Цель работы. Повышение надежности сельскохозяйственных машин и оборудования применением ПАВ, получаемых в процессе переработки жиросодержащих отходов.

Объект исследования. Процесс коррозионно-механического износа элементов пар трения и поверхностей конструкций машин при воздействии климатических и эксплуатационных факторов.

Предмет исследования. Изменение количественных и качественных показателей износостойкости металлических поверхностей при использовании ПАВ в качестве присадок к эксплуатационным материалам.

Научная новизна работы. Разработана технология переработки жиросодержащих отходов в неионогенные поверхностно-активные вещества, используемые в качестве присадок для изготовления консервационных и смазочных материалов.

Практическая ценность:

- представлена реакция органического синтеза и структурная формула полученного химического соединения;
- проведены лабораторные, стендовые и натурные испытания по оценке эффективности полученных ПАВ в составе эксплуатационных материалов;
- разработана технологическая карта для реализации технологии в промышленных условиях;
- осуществлена коммерциализация результатов полученных в рамках научных исследований при написании диссертационной работы;
- на предприятии ООО НПП «АВТОКОНИНВЕСТ» налажено производство ПАВ из жиросодержащих отходов, потребителями продукции являются:

- ∞ ОАО «Минский тракторный завод»;
- ∞ ВПК – АО «Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова»;
- ∞ ООО «ЦВЕТОГАММА»;
- ∞ СП АО Uz Kabel (Узбекистан) и др.

Достоверность полученных результатов. При разработке технологии переработки жиросодержащих отходов были использованы фундаментальные основы органической и коллоидной химии, термодинамики, гидродинамики, а также процессы и аппараты химической технологии. Эксперименты проводились с использованием ГОСТов и методик на современном оборудовании. Полученные результаты подтверждены лабораторными, стендовыми и натурными испытаниями. Обработка результатов исследований проводилась с использованием теории вероятностей и математической статистики.

Методология и методы исследований. Исследования базируются на основе всестороннего анализа исследований, статистической обработке экспериментальных данных и анализе полученных результатов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Технология переработки жиросодержащих отходов в ПАВ.
2. Структурная формула нового органического соединения – амиды жирных кислот.
3. Технология получения эксплуатационных материалов с использованием ПАВ в качестве присадок.
4. Механизмы действия защитных материалов: консервационных и смазочных составов.
5. Результаты лабораторных, стендовых и натуральных испытаний по оценке эффективности защитных средств на образцах металлов и сельскохозяйственной техники.
6. Рекомендации по применению полученных результатов в машиностроении и АПК.
7. Результаты технико-экономической оценки разработанных технологий, и как результат, эксплуатационных материалов.

Апробация работы. Результаты теоретических и экспериментальных исследований представлены, обсуждены и одобрены на научных конференциях, совещаниях, семинарах, в том числе: Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. Москва, 2023; Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Москва, 2023; XXII Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2023; Международной конференции. Томск, 2023; Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2023; XIV Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.П. Семёнова. Москва, 2022; Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова. Москва, 2022; Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с

международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадиновича. Молодёжный, 2021.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 22 печатные работы, в том числе 1 статья в Scopus, 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, 5 патентов на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 175 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 43 таблицы и 60 рисунков, заключения, перечня условных обозначений, символов и терминов, списка литературы, включающего 143 наименования, в том числе 16 на иностранном языке и 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, дана ее общая характеристика, сформулированы: цель, задачи, объект и предмет исследования, изложена научная новизна, практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» представлен анализ основных видов коррозионного и механического износа. Рассмотрены материалы, применяемые для защиты сельскохозяйственных машин от коррозионного и механического изнашивания. На основании результатов анализа литературных источников были сформулированы основные выводы и следующие задачи исследования:

1. Разработать теоретические основы механизма защиты поверхностей деталей машин от коррозионного и механического износа.
2. Осуществить выбор реагентов для органического синтеза азотосодержащих неионогенных ПАВ из жиросодержащих отходов.
3. Получить в лабораторных условиях на пилотной установке продукт и определить его физико-химические показатели.
4. Провести лабораторные и стендовые испытания по оценке эффективности полученного ПАВ в составе защитных материалов и провести оптимизацию рецептуры в зависимости от области применения.
5. Провести сравнительные коррозионные и трибологические испытания с отечественными и зарубежными аналогами.
6. Разработать рекомендации по применению полученных защитных материалов и дать экономическую оценку результатов исследования

Во второй главе «Теоретические предпосылки основ механизма защиты деталей от коррозионного и механического износа». Основной причиной потери работоспособности многих деталей и сопряжений машин считается износ их трущихся рабочих поверхностей.

Изучение износного состояния деталей включает три основных этапа:

1. Сбор износной информации;
2. Обработка информации и определение закона распределения износов деталей;

3. Анализ износного состояния и обоснование способов восстановления изношенных деталей.

На первом этапе очищенные от грязи и масла детали подвергают микрометражу на рабочем месте дефектовки.

Универсальный и специальный измерительный инструмент, и приспособления выбираются в соответствии с техническими условиями и правилами дефектовки.

В ремонтном производстве, когда отсутствуют данные об исходном размере конкретного изделия – величину износа можно определить следующим образом.

Исходя из известных предельных отклонений детали по чертежам завода – изготовителя определяем допуск на размер детали T_i :

$$T_i = \Delta b_i - \Delta H_i, \text{ мкм}$$

где: $\Delta b_i, \Delta H_i$ – верхнее и нижнее предельные отклонения размера, мкм.

Координата середины поля допуска:

$$\Delta_{0i} = \frac{\Delta b_i - \Delta H_i}{2}, \text{ мкм}$$

В результате микрометража деталей определяют действительное отклонение:

$$\delta_0 = D_{gi} - D_H$$

где: D_{gi} – действительный измеренный размер детали, мм;

D_H – номинальный размер, мм.

Повторность износной информации с учетом ее значительного рассеивания должна быть в пределах 40...50 измеренных деталей.

В некоторых случаях при обработке наблюдений требуется оценивать аномальность, исходя из того, что его отклонение от среднего с заданной вероятностью α^* по крайней мере будет больше заданной величины $\beta\sigma$ меньше величины $-\beta\sigma$ при известном генеральном среднеквадратическом отклонении и соответственно βs или $-\beta s$ при известном σ .

В случае неизвестного генерального среднеквадратического отклонения максимальным по модулю отклонением может быть $u_n^* = u_n$, если $u_n > (-u_1)$ или $u_n^* = u_1$, если $u_n \leq (-u_1)$.

Величина u_n^* сравнивается с величиной β , взятой из ГОСТ Р 8.997-2021 для данного объема выборки n и вероятности α^* .

Если $u_n^* > \beta$, то можно результат наблюдения, соответствующий u_n , считать аномальным и исключить, в противном случае его считают нормальным и не исключают.

Уровень значимости определяется из следующих зависимостей:

$$\alpha = \text{Вер} \left(\frac{y_n - \bar{y}}{s} \right) > \beta, \text{ в уровень значимости } \alpha^*: \alpha^* = \text{Вер} \left(\max \frac{|y_n - \bar{y}|}{2} > \beta \right)$$

При оценке аномальности результатов наблюдений по модулю отклонения от среднего необходимо учитывать, что $\alpha^* \cong 2\alpha$ и производить замену приведенных значений α в ГОСТ Р 8.997-2021 на $2\alpha = \alpha^*$.

Далее переходят к обработке информации и определению закона распределения износа деталей.

Функциональные свойства химических соединений, используемых в качестве маслорастворимых ингибиторов коррозии, должны обладать:

- высоким защитным эффектом;
- загущающей способностью;
- водопоглощением.

Атмосферная коррозия протекает по электрохимическому механизму.

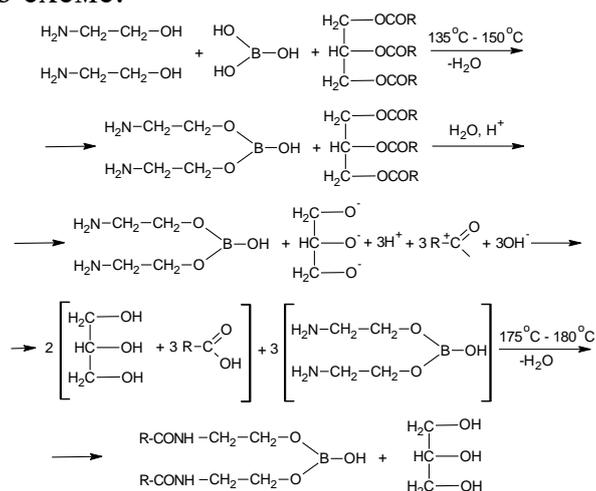
Наилучший защитный эффект дает применение комбинированных ингибиторов, содержащих компоненты анодного, катодного и экранирующего действия. Экранирующие замедлители коррозии обеспечивают быстрое действие комбинированных композиций. Эти добавки образуют в стационарных условиях вторичный адсорбционный слой поверх хемосорбционного слоя ингибиторов анодного и катодного действия (структура сэндвича).

Метод переработки жиросодержащих отходов мясной отрасли состоял из двух этапов. На первом этапе была решена проблема отделения жира от воды, так, как сточные воды предприятий общественного питания и мясомолочной отрасли содержат значительное количество жировых компонентов в эмульгированном состоянии. Затем проведя ряд технологических операций, переходили ко второму этапу.

На втором этапе после гидролиза жиров (триглицеридов), получали этаноламиды жирных кислот, как продукт конденсации жирных кислот с боратом этаноламина.

Способ получения амидов жирных кислот включал стадию нагревания технического жира (ТЖ), моноэтаноламина (МЭА) и борной кислоты (БК) до температуры 180°C в течение 1,5 ч при соотношении технического жира, моноэтаноламина и борной кислоты мас. %: 65,3 - 72,4; 14,5 ÷ 170; до 100.

Реакция гидролитического расщепления жира и получения амида жирных кислот реализуется по схеме:



Проведенное потенциометрическое исследование показало, что присутствие в масле **И-20А** только ингибитора **АЖК** замедляет катодную и ускоряет анодную реакцию, смещая потенциал коррозии в отрицательную сторону. В то же время присутствие только **НМ**, наоборот, ускоряет катодную и замедляет анодную реакцию, потенциал коррозии смещается при этом в

положительную сторону. Таким образом, ингибиторы **АЖК** и **НМ** по характеру защитного действия являются соответственно катодным и анодным (рисунок 1).

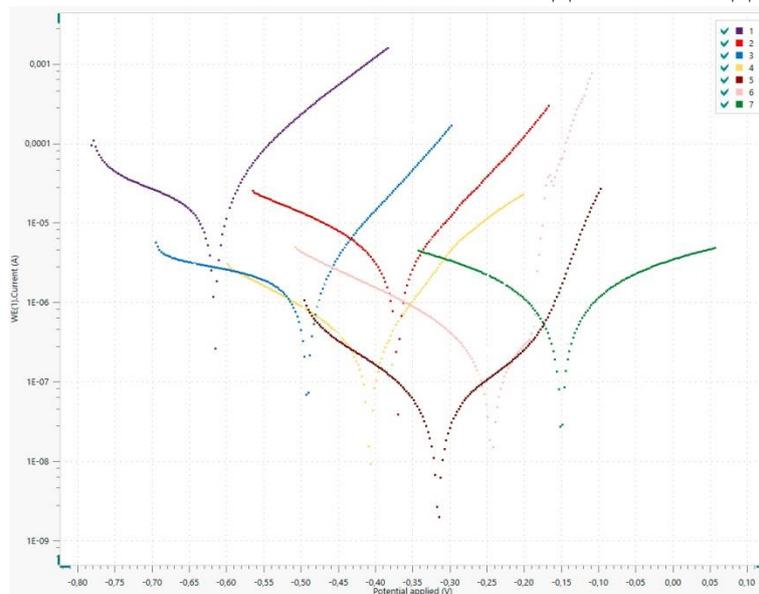


Рисунок 1 – Поляризационные кривые на стали Ст3 при различных концентрациях ингибиторов **АЖК** и **НМ** в масле **И-2А**: 1 – фоновый электролит; 2 – **И-2А**; 3 – 16% **АЖК**; 4 – 12% **АЖК** + 4% **НМ**; 5 – 8% **АЖК** + 8% **НМ**; 6 – 4% **АЖК** + 12% **НМ**; 7 – 16% **НМ**

Лучшее торможение процесса коррозии происходило при использовании смеси ингибиторов при их массовом соотношении 1:1, что согласуется с ускоренными опытами в камере соляного тумана. Как видно из поляризационных кривых, такая смесь ингибиторов незначительно смещает потенциал коррозии в положительную сторону ($\Delta E_{\text{corr}} = 55 \text{ mV}$) по сравнению с E_{corr} в базовом масле, затормаживая одновременно катодный и анодный процесс, что позволяет отнести данный состав к смешанным ингибиторам коррозии хемосорбционного типа.

Наблюдаемый синергетический эффект ингибиторов **АЖК** и **НМ** можно объяснить воздействием их на катодные и анодные участки.

Катодный ингибитор **АЖК** является поверхностно-активным веществом, содержащим группы с положительным суммарным электронным эффектом, такие как амидные и гидроксильные группы, что позволяет ему образовывать хемосорбционную фазу прежде всего на отрицательно заряженных катодных участках металла. Средство электрона к поверхности железа оказывается меньшим, чем к ПАВ. В этом случае электроны металла переходят на электронные оболочки молекулы ПАВ, электронная плотность на поверхности металла возрастает, образуется электроотрицательный слой, увеличивающий энергию выхода электрона из металла.

В свою очередь, анодный ингибитор **НМ**, являясь донором электронов по отношению к металлу, уменьшает энергию выхода электрона из металла. Данный ингибитор образует хемосорбционные соединения прежде всего на положительно заряженных электроноакцепторных участках, т.е. на анодных участках корродирующего металла.

Оба ингибитора **АЖК** и **НМ**, адсорбируются на поверхности стали одновременно и тормозят как анодную, так и катодную реакцию коррозии с преимущественным сдвигом потенциалов в сторону положительных значений. Таким образом, синергетический эффект обусловлен электронодонорно-акцепторными свойствами ингибиторов по отношению к металлу.

В третьей главе «*Материалы, программа и методики исследования*» представлено основное оборудование, материалы и методические приемы, принятые при выполнении работы. При производстве ПАВ был использован куриный жир, полученный из непищевого сырья, показатели качества которого соответствуют ГОСТ 17483-73.

Полученные поверхностно-активные вещества являются основными компонентами в рецептурах следующих эксплуатационных материалов:

- консервационные масла,
- противоизносные присадки,
- консистентные смазки,
- пленкообразующий ингибированный нефтяной состав.

Изучение защитных характеристик полученных эксплуатационных материалов осуществлялось путем проведения лабораторных испытаний в следующей последовательности в соответствии с программой исследования, приведенной на рисунке 2.



Рисунок 2 – Методика проведения исследований

Целью лабораторных исследований являлось всестороннее изучение свойств разработанных защитных материалов применительно к заданным условиям и выявление с помощью экспресс-методов наиболее эффективных из них для последующих натуральных испытаний.

Натурные испытания проводились в условиях МО ФГУП Пойма и в условиях тропического климата Социалистической Республики Вьетнам.

В четвертой главе «*Результаты экспериментальных исследований*» представлены результаты проведенных экспериментальных исследований.

Синтез ингибиторов

Добавляли 65...130 г (0,075...0,15 моля) триглицерида (ТГ) (соевое масло), 65...130 г (0,0619...0,138 моля) диэтаноламина (ДЭА) в колбу,

снабженную термометром и холодильником. Нагревали смесь при перемешивании до 70°C, затем добавляли в колбу 6,5...19,5 г (0,105...0,315 моля) борной кислоты (**БК**). Смесь нагревали до 155°C, далее происходила реакция конденсации с отделением воды. Поднимали температуру реакционной смеси до 180...200°C, выдерживая ее при этой температуре до получения прозрачной однородной смеси. Продолжали удерживать при этой температуре в течение 0,0...2,0 ч. Ингибиторы **ААВ-1** получены в виде однородного густого масла.

Измерение ИК-спектроскопии ингибиторов **ААВ-1** выполнялось на приборе SpectrumTwo (PerkinElmer, USA).

Анализ результатов показал, что при процессе амидирования наблюдалась интенсивность полосы поглощения при 1619 см⁻¹, которая соответствует карбонильной группе третичных амидов в спектре продуктов реакции.

Одновременно наблюдалась интенсивность поглощения сложноэфирных групп (1739 и 1074 см⁻¹) на спектре и объяснялась параллельным образованием аминоэфиров, находящихся в равновесии с амидами. Увеличение времени реакции при 180-200°C не влияло на это равновесие.

Примечательно также, что при интенсивности полосы поглощения гидроксильных групп (3274 и 1053 см⁻¹, валентные колебания О-Н и С-ОН соответственно) происходило снижение практически до 2,5 ч синтеза.

При увеличении отношения борной кислоты к диэтаноламину в исходной реакционной смеси интенсивность колебаний амидной группы постепенно снижалась, и в то же время увеличивалась интенсивность эфирного сигнала.

Определение аминного числа ингибиторов ААВ-1:

Добавляли 1,0000...1,2000 г ингибитора **ААВ-1** в коническую колбу объемом 250 мл, затем добавляли 35 мл бензилового спирта, 5 мл изопропанола. Перемешивали до получения прозрачной однородной смеси, затем титрировали 0,1Н раствором НСl в изопропаноле до значения рН равного 4,0.

Определение растворимости ингибиторов ААВ-1 в масляном растворителе:

- Определение анилиновой точки масляного растворителя по методу ASTM D611-2016. Результаты приведены в следующей таблице 1:

Таблица 1 – Результаты определения анилиновой точки масляным растворителем

Масляном растворителе	ДТ	И-20А	SN-150
Анилиновая точка	72,1 °С	90,3 °С	113,8 °С

- Определение растворимости ингибиторов **ААВ-1** в масляном растворителе: добавляли 15,0...20,0г ингибитора **ААВ-1** и 80,0...85,0 г минерального масла **И-20А** или **SN-150** или дизельного топлива (**ДТ**). Смесь нагревали до 60...70°C при перемешивании в течение 30 мин., охлаждали смесь до комн. температуры и выдерживали при этой температуре в течение 10 дней. Наблюдалось явление расслоения и (или) осаждения смеси.

Анализ результатов показывают, что:

- Чем ниже анилиновая точка масляного растворителя, тем выше растворимость полученного ингибитора. Растворимость ингибитора уменьшается в порядке: ДТ > И-20А > SN-150.

- Чем больше время реакции, тем выше растворимость полученных ингибиторов.

- При увеличении соотношения диэтанолamina к соевому маслу в исходной реакционной смеси снижаются растворимость полученных ингибиторов в масляном растворителе;

- При увеличении соотношения борной кислоты к диэтанолмину в исходной реакционной смеси не оказывает существенного влияния на растворимость полученных ингибиторов в масляном растворителе.

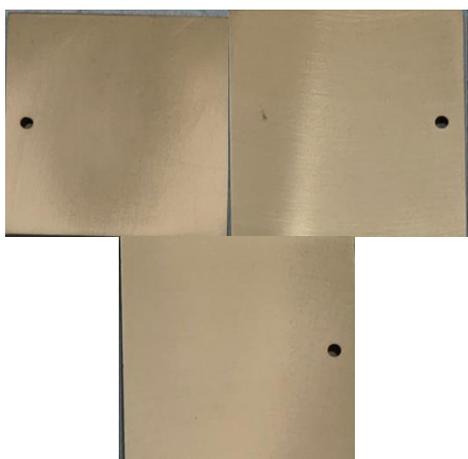
В процессе исследований изучали различные концентрации ПАВ, оптимальная концентрация ПАВ в минеральном масле составила 15 %, при которой наблюдался максимальный защитный эффект.

Для определения механизма и эффективности антикоррозионной защиты проводили электрохимические исследования с использованием потенциостата-гальваностата AVTOLABPGSTAT302N. Исследования осуществляли на образцах из стали марки Ст3.

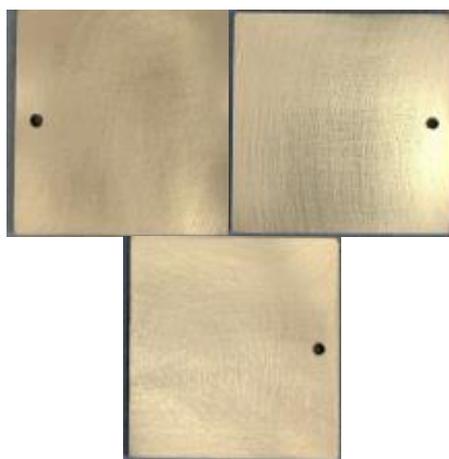
Оценку эффективности полученного ПАВ в качестве ингибитора коррозии проводили в камере влажности по ГОСТ 9.054-75 (метод 1). Консервационное масло готовили в следующей пропорции: ПАВ – 15 %, масло И-20А – 85 %. Проведение исследований осуществляли непрерывно в течение 60 дней при температуре около 50°C и относительной влажности 100 %. При этом периодически осматривали поверхности образцов на наличие очагов коррозии. Взвешивание образцов после испытаний проводили до (+ Δm) и после (- Δm) удаления продуктов коррозии.

Раствор ПАВ в И-20А затормозил анодный процесс и облагородил стационарный потенциал, наибольший защитный эффект наблюдали при концентрации ПАВ 15 %. Первые очаги коррозии на контрольных образцах при проведении эксперимента в камере влажности появились после 12 ч испытаний. Начало образования точечных очагов коррозии в варианте с консервационным маслом (15 % раствор ПАВ в масле И-20А) наблюдали через 816 ч (34 дня). После 60 дней испытаний контрольные образцы имели 100 %-ное поражение поверхностей продуктами коррозии (рисунок 3).

ПАВ в концентрации 5...25 % минеральном масле И-20А может служить ингибитором анодного действия. Оптимальная концентрация ПАВ в минеральном масле составила 15%, при которой наблюдали самый высокий защитный эффект $Z = 91$ %. Результаты коррозионных испытаний в камере влажности показали, что защитный эффект составил $Z^+ = 98,78$ %; $Z^- = 99,33$ % (таблица 2).



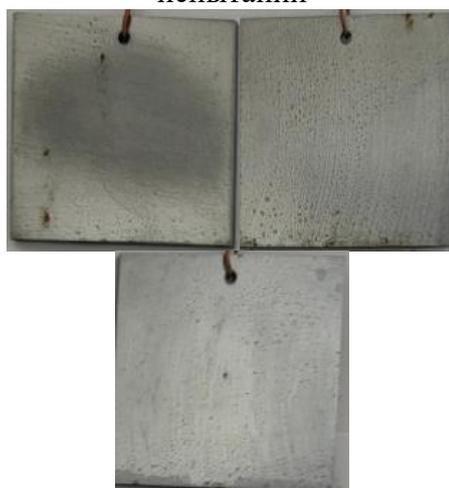
Контрольный образец до испытаний



Образец с антикоррозионным покрытием до испытаний



Контрольный образец после испытаний



Образец с антикоррозионным покрытием после испытаний

Рисунок 3 – Результаты проведенных исследований защитной эффективности полученных ПАВ

Таблица 2 – Результаты коррозионных испытаний в камере влажности

№ образца	Наименование образца	Масса, г				Защитный эффект, %
		до испытаний	после испытаний	после удаления продуктов коррозии	изменение после испытаний ($\pm \Delta m$)	
1	К	57,1742	57,4382	56,3203	+0,2640 -0,8539	-
2	К	57,3145	57,5501	56,4630	+0,2356 -0,8515	
3	К	57,3601	57,5741	56,6975	+0,2140 -0,6626	
1	И	57,0112	57,0143	57,0057	+0,0031 -0,0055	$Z^+ = 98,78$
2	И	57,3274	57,3317	57,3196	+0,0043 -0,0078	$Z^- = 99,33$
3	И	57,3448	57,3474	57,3389	+0,0026 -0,0059	

*К – контрольный образец; И – образец с антикоррозионным покрытием.

Защитная эффективность разработанного ПАВ на металлических пластинах (Ст3) в камере влажности в течение 60 дней составила 99,33%.

В состав пленкообразующего ингибированного нефтяного входят следующие компоненты:

- Телаз ЛС – 16%
- Церезин – 28 %
- Смола – 10 %
- Олифа – 5 %
- Эмульгатор – 1 %
- Растворитель: Тoluол + Уайт-спирит – 40%

Испытания состава проводились в условиях Тропического климата Социалистической Республики Вьетнам.

В результате выполненного осмотра установлено, что:

- ПИНС хорошо сцепляется с поверхностями всех типов испытательных образцов на стендах под навесом и в жалюзийной площадке, в том числе: сталь Ст3, медь М1, латунные болты и оцинкованные болты. Для стенда на травяной площадке ПИНС хорошо прилипает, не отслаивается.



Сталь Ст3 с покрытием ПИНС



Сталь Ст3 без покрытия (контроль)

Рисунок 4– Результаты испытаний на стенде на открытой площадке после удаления продуктов защитного покрытия



Сталь Ст3 с покрытием ПИНС



Сталь Ст3 без покрытия (контроль)

Рисунок 5 – Результаты испытаний на стенде под навесом после удаления продуктов защитного покрытия

По результатам осмотра после 12 месяцев испытаний зафиксировано:

- Стенд под навесом на образцах из стали Ст3 с покрытием ПИНС имелись следы коррозии;

- Стенд на травяной площадке на образцах из стали Ст3 с покрытием ПИНС площадь коррозии составила 5...20 %.Рецептура консистентной смазки в расчете на 3,1 кг:

АЖК – 0,5 кг;

И-50 – 2 кг;

Церезин – 0,6 кг.

Технология изготовления:

В реактор загружали АЖК (разогретый) и масло И-50, далее включали нагрев до 60°С с постоянным перемешиванием. Затем загружали церезин и нагревали до 80...85°С.

Результаты испытаний показали, что разработанная консистентная смазка по физико-химическим свойствам превосходит ЛИТОЛ-24.

Испытания противоизносной добавки в составе моторного масла проводилось в соответствии с программой испытаний, представленной в 3 главе.

Для определения эффективности и целесообразности применения антифрикционной присадки проведены сравнительные испытания двигателя без и с добавлением антифрикционной присадки, а именно:

- испытания двигателя на моторном стенде без и с добавлением антифрикционной присадки в моторное масло;

- испытания двигателя на моторном стенде до и после обработки топливной и масляной систем двигателя присадкой.

Испытания показали, что добавление 1 % АЖК в моторное масло ЛУКОЙЛ не ухудшило энергоэффективные показатели двигателя.

Для определения трибологических характеристик была использована четырехшариковая машина трения (ЧМТ-1). Принцип действия машины основан на воспроизведении нормированных воздействий на испытательные образцы, находящиеся в испытуемом смазочном материале, с последующим определением величины износа испытательных образцов.

За результат измерения принимали среднее арифметическое значение измерений пятен износа трех нижних шариков. Результаты измерений заносили в протокол по форме.

При определении индекса задира испытания начинали с начальной нагрузки 6 кгс. Последующие определение проводили с возрастающими нагрузками в соответствии с рядом нагрузок 1 по ГОСТ 9490-75 (приложение 2) до нагрузки сваривания.

При определении нагрузки сваривания проводили ряд последовательных определений с убывающими или возрастающими нагрузками в соответствии с рядом нагрузок 1 по ГОСТ 9490-75 (приложение 2), максимально приближенными к предполагаемой нагрузке сваривания.

Затем, используя ряд нагрузок 2, устанавливали нагрузку сваривания.

Нагрузкой сваривания считали наименьшую нагрузку, при которой происходила автоматическая остановка машины при достижении момента

трения $120,0 \pm 2,5 \text{ кгс} \cdot \text{см}$, или сваривание шариков. Нагрузка сваривания для смазочного материала составила 140 кгс.



Рисунок 6– Стальные шарики после проведения испытания

Для смазочных материалов, у которых сваривание не наблюдалось и момент трения ниже предельного, за нагрузку спаривания принимали нагрузку, при которой образовывалось пятно износа средним диаметром 3 мм и более.

В пятой главе «Оценка технико-экономической эффективности результатов исследования»

Полученный консервационный состав на основе амидов жирных кислот, представляющий собой ПАВ, рекомендуется для защиты от коррозии неокрашенных наружных поверхностей машин и рабочих органов.

Защитный состав, наносят кистью или пневмораспылителем. При понижении температуры ниже 5°C применяют распылитель с подогревом.

Оптимальное состояние от сопла распылителя до поверхности составляет $30 \div 40$ см. При толщине защитного слоя $0,1 \div 0,12$ мм расход консервационного состава – 200 г/м^2 .

Для оценки себестоимости продукции, полученной при переработке жиросодержащих отходов, провели на примере получения аналогичного продукта из растительных масел. Результаты расчётов приведены в таблицах 3-5 цены на сырье приведены на период 1-2 квартал 2024 года.

Таблица 3– Расчет переработки ЖО в амиды жирных кислот в расчете на 900 кг сырья

Наименование сырья		Количество, кг		Цена, руб./кг		Стоимость, руб.	
ЖО	Растительное масло	570	570	15	88	8550	50160
Диэтаноламин		300		170		51000	
Борная кислота		30		174		5220	
Итого		900		359	432	64770	106276

Таблица 4– Расчет энергетических затрат при производстве амида жирных кислот в расчете на 900 кг сырья

Технологический процесс	Удельная мощность эл. тэнов, кВт/кг реакционной смеси	Время работы – за полный цикл, ч	Общая стоимость технологического процесса, руб.
Нагрев смеси в реакторе / поддержание рабочей температуры	0,11 / 0,022	2 / 8	1584
Перемешивающее устройство реактора	0,0003	10	12
Работа роторного испарителя для отгонки воды	0,156 кВт/г на 1 кг отогнанной воды	5	1683
ИТОГО:			10386

Удельная мощность электрооборудования реакторов представлены на примере технических характеристик 1,5 м³ реакторов.

При выходе целевого продукта 860 кг при загрузке сырья в реактор 900 кг себестоимость продукта из ЖО составляет 87,39 руб./кг, а себестоимость продукта из растительного масла (подсолнечное) – 138,88 руб./кг.

Рыночная стоимость минерального масла И-20, применяемого в качестве растворителя при приготовлении консервационного масла, составляет 100 руб. за 1 кг. Следовательно, при 25% активного вещества в композиции цена составит 96,84 руб./кг (для сырья из ЖО) и 109,72 руб./кг (для сырья из растительного масла).

Для расчета экономического эффекта от внедрения разработанных консервационных материалов была рассмотрена структура материально-технической базы аграрного предприятия Московской области ФГУП «Пойма», состав машинно-тракторного парка представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Состав машинно-тракторного парка ФГУП «Пойма»

№ п/п	Наименование и марка машины	Количество, шт.	Нормы расхода км, кг	Расход км, кг
1	Тракторы К - 700, К - 701	10	0,1	1,0
2	Тракторы Т - 130	12	0,1	1,2
3	Тракторы МТЗ – 80 / 82	8	0,04	0,32
4	Тракторы Т – 26 А, Т – 16 М	17	0,04	0,68
5	Тракторные прицепы: 2 ПТС – 4 2 ПТС – 6 1 ПТС – 9 Б 3 ПТС – 12 Б	4 4 4 4	0,04 0,2 0,5 0,75	0,16 0,8 2,0 3,0
6	Сеялки: ЗП4 – 6 МФ СУПН – 8 ССТ – 12 А ССТ – 8 СО – 4,2 СКН – 6 А	2 5 2 2 2 1	0,075 0,05 0,075 0,075 0,125 0,15	0,15 0,1 0,15 0,15 0,25 0,15
7	Сенокосилки: КС – 2,1 КДП - 4	5 4	0,04 0,075	0,2 0,3
8	Картофелесажалки: СН – 4Б - 2	3	0,15	0,45
9	Комбайны: - Кормоуборочный КСК – 100 - Картофелеуборочный ККУ – 2А - Корнеуборочный КС6 - Ботвоуборочный 5М-6А - КС – 1,8 - КСС – 2,6	2 2 2 2 2 1	0,25 0,4 0,5 0,4 0,04 0,5	0,5 0,8 1,0 0,8 0,08 0,5
10	Дождевальная установка ДДА – 100 М	1	0,1	0,1
ИТОГО:				14,81

В результате расчета, стоимость консервационного масла для консервации СХТ, находящейся в АПК ФГУП «Пойма» составила 1434,2 руб. для получаемого из ЖО, а для консервационного состава, получаемого из растительных масел – 1624,9 руб. То есть разработанная технология позволила снизить стоимость консервационных материалов на 12% при решении проблемы по утилизации жиросодержащих отходов.

Сравнительная оценка физико-химических и эксплуатационных свойств полученного ПАВ в составе консервационного масла и в качестве противоизносной добавки показала:

Консервационное масло, представляющее собой 16% раствор ПАВ (амиды жирных кислот) в индустриальном масле И-20 по защитным свойствам превосходит аналоги, представленные на рынке РФ и стран ближайшего зарубежья.

Стойкость пленки АЖК на защищаемой поверхности при воздействии растворителей значительно выше, что говорит о хемосорбции молекул ПАВ.

При попадании воды в защитный состав на основе АЖК происходит сольватация молекул воды и образование мицелл.

Низкая вязкость состава при температуре окружающей среды от 5...20°C позволяет проникать составу при консервации СХТ в труднодоступные места и щели, зазоры, трещины и т.д.

Результаты трибологических испытаний противоизносной добавки представлены на рисунках 7-9.

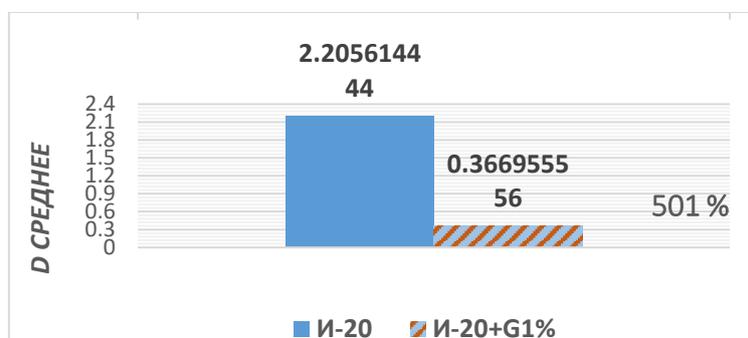


Рисунок 7 – Результаты испытаний

При добавлении 1 % присадки в базовое масло И-20 происходит уменьшение диаметра пятна износа в 501 %.

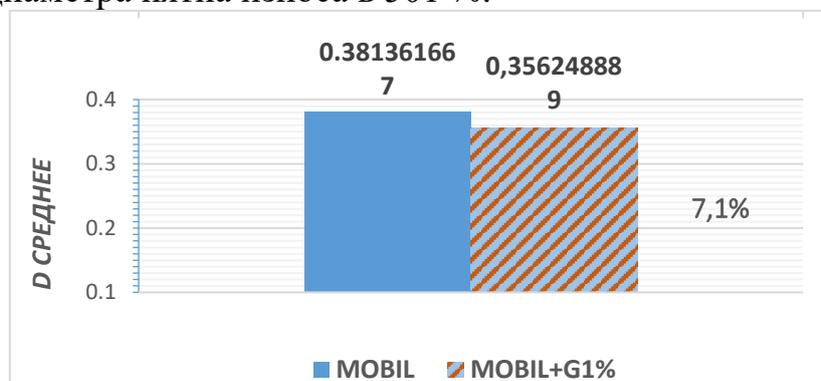


Рисунок 8 – Результаты испытаний

При добавлении 1 % присадки в MOBIL, диаметр пятна износа по сравнению с MOBIL без присадки уменьшается на 7,1 %.

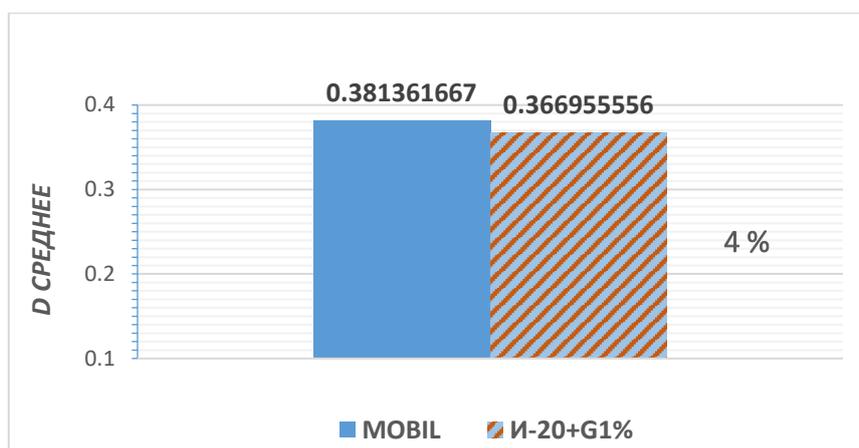


Рисунок 9 – Результаты испытаний

При добавлении 1 % присадки в масло И-20, диаметр пятна износа по сравнению с MOBIL уменьшается на 4 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенный анализ механизма защиты поверхностей деталей машин от коррозионного и механического износа показал следующее:

- на сегодняшний день в процессе эксплуатации сельскохозяйственная техника не обеспечивается необходимой противокоррозионной защитой.

- как показал анализ литературных данных, ЖО уже сегодня становятся коммерческим сырьем для производства жирных кислот, являющихся ценными продуктами. Сферы использования жирных кислот в последние годы расширяются, что делает эти продукты все более востребованными. Процесс переработки ЖО позволяет также решить экологические задачи;

- в работе представлена новая технология переработки триглицеридов, получаемых из животных ЖО. Получаемые амиды жирных кислот были использованы в качестве поверхностно-активных веществ при производстве следующих эксплуатационных материалов: ингибиторы коррозии, антифрикционные присадки и т.д.

2. В работе осуществлен выбор компонентов для синтеза поверхностно-активных веществ из жиросодержащих отходов. Способ получения АЖК включает стадию нагревания ТЖ, МЭА и БК до температуры 180°C в течение 1,5 ч при соотношении ТЖ, МЭА и БК в масс. %: 65,3-72,4, 14,5-17,0, до 100. Проведение реакции при более низкой температуре и меньшей продолжительности или использование исходных веществ в соотношении, отличающемся от предложенных значительно снижает степень аминолиза животного жира. Повышение температуры или времени проведения реакции приводит к частичной деструкции продукта.

3. В лабораторных условиях на пилотной установке наработан опытный образец поверхностно-активного вещества и определены его физико-химические показатели.

Потенциометрическое исследование показало, что композиция из двух ингибиторов коррозии (донорного и акцепторного) по характеру защитного действия относится к смешанным ингибиторам хемосорбционного типа.

4. Проведены лабораторные, стендовые и натурные испытания по оценке возможности использования, полученного ПАВ в составе защитных материалов, которые показали:

- в составе консервационного масла: оптимальная концентрация ПАВ в масле И-20 15-16%, оценку эффективности проводили в камере влажности по ГОСТ 9.054-75 (метод 1). Защитный эффект составил $Z^+ = 98,78\%$ $Z^- = 99,33\%$;

- в составе ПИНС: испытания проводили в условиях тропического климата СРВ, осмотр образцов после 12 месяцев испытаний показал, на образцах, размещенных на стенде под навесом имелись незначительные следы коррозии, на образцах на открытой площадке площадь коррозии составила от 5 до 20%;

- в составе консистентной смазки: результаты испытаний по сравнению с аналогом – ЛИТОЛ 24, показали более высокие физико-химические свойства;

- в качестве добавки к моторному маслу: проведенные стендовые испытания показали, что добавление 1% ПАВ к моторному маслу ЛУКОЙЛ не ухудшает энергоэффективные показатели ДВС.

5. Проведенные сравнительные коррозионные и трибологические испытания по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами показали:

- консервационное масло, представляющее собой 16% раствор ПАВ в масле И-20 по защитным свойствам значительной, превосходит аналоги представленные на рынке РФ;

- исследование ПАВ в качестве противоизносной добавки показало, что добавление 1% ПАВ в масло И-20 снижает пятно износа на 501% по сравнению с базовым маслом, при добавлении в MOBIL пятно износа снизилось на 71 % по сравнению с MOBIL без добавки, на 4% пятно износа уменьшилось при добавлении ПАВ в масло И-20 по сравнению с MOBIL.

6. Экономический эффект от внедрения разработанных консервационных составов на примере ФГПУ Пойма показал, что при консервации СХТ материалами на основе АЖК стоимость составит 1434,2 руб. для консервационных составов из растительного сырья 1624,9 руб., таким образом разработанная технология позволяет снизить стоимость консервационных материалов на 12 %.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Lapsar', O. M. Technology for producing anticorrosive materials from fat-containing waste / S. M. Gaidar, A. M. Pikina, N. A. Sergeeva, O. M. Lapsar' // Agricultural Engineering. – 2024. – Т. 26. – № 2. – С. 57-64.

2. Лапсарь, О. М. Фрактальные характеристики профилограмм поверхности стали / С. М. Гайдар, А. Е. Павлов, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, А. С. Барчукова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2023. – № 8. – С. 19-24.

3. Лапсарь, О. М. Разработка технологии переработки жировых отходов в продукты технического назначения / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, И. Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 3 (309). – С. 32-35.

4. Лапсарь, О. М. Противоизносная присадка к смазочным материалам, полученная из жиросодержащих отходов мясоперерабатывающих предприятий / С. М. Гайдар, О. М. Лапсарь // *Агроинженерия*. – 2023. – Т. 25. № 2. – С. 41-45.

**Публикации в изданиях, индексируемых в международных
цитатно-аналитических базах данных:**

5. Lapsar', O. M. Investigation of the synergistic effect of anodic and cathodic contact inhibitors in steel corrosion protection / S. M. Gaidar, H. D. Quang, V. V. Huy, V.E. Konoplev, A.M. Pikina, O.M. Lapsar // *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. – 2024. – Vol. 13, No. 2. – P. 1043-1055. – DOI 10.17675/2305-6894-2024-13-2-22.

Публикации в других изданиях:

6. Лапсарь, О.М. Технология переработки жиросодержащих отходов мясоперерабатывающих предприятий в поверхностно-активные вещества / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь // *Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства : Сборник научных докладов XXII Международной научно-практической конференции, Тамбов, 27–29 сентября 2023 года. – Тамбов: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве", 2023. – С. 212-217.*

7. Лапсарь, О.М. Система рационального хранения сельскохозяйственной техники / А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, Д. А. Пикин // *Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и За рубежом : материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадировича, Иркутск, 11 ноября 2021 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 286-290.*

8. Лапсарь, О.М. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость коррозии / Д. А. Пикин, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь // *Чтения академика В. Н. Болтинского, Москва, 25–26 января 2022 года. Том Часть 2. – Москва: ООО «Сам полиграфист», 2022. – С. 197-200.*

9. Исследование влияния фторсодержащего поверхностно-активного вещества на трибохарактеристики графита в узлах трения / Т. И. Балькова, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь [и др.] // *Трибология – машиностроению : Труды XIV Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.П. Семёнова, Москва, 12–14 октября 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2022. – С. 29-31.*

10. Исследование смазочных композиций на основе трансмиссионного масла ТМ5-18 / В. Е. Коноплев, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь, С. М. Ветрова // *Трибология – машиностроению : Труды XIV Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.П. Семёнова, Москва, 12–14 октября 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2022. – С. 151-154.*

11. Лапсарь, О. М. Разработка поверхностно-активных веществ на основе сырья животного происхождения / О. М. Лапсарь // *Актуальные вопросы современных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курск, 31 марта 2023 года. Том Часть 2. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 27-34.*

12. Лапсарь, О. М. Получение противоизносной добавки к смазывающим материалам из отходов мясной промышленности / О. М. Лапсарь, С. М. Гайдар // *Чтения академика В. Н.*

Болтинского, Москва, 25–26 января 2023 года. Том 2. – Москва: ООО «Сам полиграфист», 2023. – С. 111-117.

13. Лапсарь, О. М. Аспекты применения вторичных ресурсов мясокомбинатов для создания ПАВ / О. М. Лапсарь, А. С. Барчукова, С. М. Гайдар // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 581-586.

14. Лапсарь, О.М. Технология переработки жиросодержащих отходов мясоперерабатывающих предприятий в поверхностно-активные вещества / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, О. М. Лапсарь // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства : Сборник научных докладов XXII Международной научно-практической конференции, Тамбов, 27–29 сентября 2023 года. – Тамбов: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве", 2023. – С. 212-217.

15. Повышение ударной вязкости среднеуглеродистой высокопрочной стали с помощью темпформинга / В. А. Дудко, Д. Ю. Юзбекова, М. С. Тихонова, О.М. Лапсарь, С.М. Гайдар, Р.О. Кайбышев // Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии : Тезисы докладов Международной конференции, Томск, 11–14 сентября 2023 года. – Томск: Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, 2023. – С. 122-123.

16. Основы органической химии : Учебник / В. Е. Коноплев, А. С. Барчукова, С. М. Ветрова, О.М. Лапсарь, Я.Д. Павлов – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2023. – 107 с.

17. Металлы в органических соединениях / В. Коноплев, А. С. Барчукова, С. М. Ветрова, О.М. Лапсарь, Я.Д. Павлов – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2023. – 58 с.

Патенты:

18. Патент на полезную модель № 224835 U1 Российская Федерация, МПК В05В 7/16. Устройство для нанесения консервационных консистентных смазок при низких температурах : № 2023127537 : заявл. 26.10.2023 :опубл. 05.04.2024 / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, В. Е. Коноплев, О.М. Лапсарь [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".

19. Патент № 2787477 С1 Российская Федерация, МПК С07С 233/18, С07С 231/02. Способ получения моно- и диэтаноламидов жирных кислот : № 2022109878 : заявл. 13.04.2022 :опубл. 09.01.2023 / С. М. Гайдар, В. Е. Коноплев, О. М. Лапсарь [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".

20. Патент № 2788219 С1 Российская Федерация, МПК G01В 5/20, G01В 11/02. Устройство для контроля качества запасных частей : № 2022109868 : заявл. 13.04.2022 :опубл. 18.01.2023 / Д. М. Скороходов, А. Н. Скороходова, А. М. Пикина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".

21. Патент № 2783127 С1 Российская Федерация, МПК С09D 191/06, С08L 91/06, С23F 11/08. Состав для защитного покрытия : № 2022117348 : заявл. 28.06.2022 :опубл. 09.11.2022 / С. М. Гайдар, В. Е. Коноплев, О. М. Лапсарь [и др.] ; заявитель Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".

22. Патент № 2784432 С1 Российская Федерация, МПК С09D 5/08, С08L 91/06, С08J 3/03. Способ получения водно-восковой эмульсии для защиты металлоизделий от коррозии : № 2022117349 : заявл. 28.06.2022 :опубл. 24.11.2022 / С. М. Гайдар, В. Е. Коноплев, О. М. Лапсарь [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".