

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Казарина Александра Сергеевича «Совершенствование мойки деталей машин агропромышленного комплекса», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Актуальность темы диссертации

Одной из важнейших операций при техническом обслуживании и ремонте машин и оборудования является очистка поверхностей агрегатов, узлов и деталей от различных загрязнений. Процессы мойки и очистки способствуют улучшению санитарных условий и повышению экологичности технологических процессов ремонта. Высокоэффективная мойка деталей повышает качество ремонта, ресурс отремонтированных агрегатов, производительность труда, снижает трудовые и материальные затраты и отрицательное воздействие на здоровье людей и окружающую среду. В связи с этим диссертационная работа Казарина Александра Сергеевича, направленная на совершенствование процесса мойки деталей при ремонте машин применением более эффективного моющего раствора с многофункциональными добавками и ресурсосберегающей технологией, является актуальной и имеет важное научное и прикладное значение.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

Обоснованность и достоверность полученных автором научных и практических результатов, сделанных по ним выводов, рекомендаций подтверждается корректным применением современных методов исследования (математическое планирование эксперимента, гравиметрический и тензиометрический анализы, микроскопия, статистическая обработка данных), широким использованием литературных источников по выбранной теме

диссертации, системного подхода, апробированных методик, результатами анализа параметров технологических процессов мойки деталей в лабораторных и производственных условиях в соответствии с требованиями межгосударственных стандартов.

Исследования подтверждены высокой степенью достоверности и адекватности результатов, математической обработкой достаточного объема экспериментальных данных (уровень значимости $p \leq 0,05$).

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы являются новыми, они полностью вытекают из результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Вывод 1 констатирует, что проведен анализ и идентифицированы морфологический состав и физико-химические свойства типовых загрязнений деталей основных агрегатов машин АПК, установлены количественные закономерности формирования и удаления конгломератных загрязнений, имеющих состав минеральная : нефтяная : связующая = 3 : 1 : 1, что создает основу для целенаправленного синтеза моющих композиций. Вывод отражает решение первой задачи исследования и вытекает из материалов первого раздела диссертации.

Вывод 2 устанавливает, что теоретически обоснован и экспериментально подтвержден синергетический эффект синтезированной многофункциональной моющей композиции на основе неионогенных и анионных поверхностно-активных веществ в соотношении 3:1 с добавкой тетраборфосфата калия, обеспечивающий повышение моющей способности и снижение коррозионной активности. Вывод отражает решение второй задачи исследования и вытекает из материалов второго раздела диссертации.

Вывод 3 утверждает, что проведена оценка функциональных свойств синтезированной моющей композиции с использованием сформированной и обоснованной трехуровневой системы контроля эффективности: гравиметрической, визуально-инструментальной (оптической микроскопии) и молекулярной (краевого угла смачивания). Показывает, что предложенная композиция обеспечивает степень очистки до 98,2%, снижение коррозионной

активности стали Ст3 до $0,052 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, алюминиевого сплава АЛ4 – до $0,018 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$ и относится к четвертому классу опасности (малоопасные вещества). Вывод отражает решение третьей задачи исследования и вытекает из материалов третьего и четвертого разделов диссертации.

Вывод 4 подтверждает, что получена математическая модель процесса мойки, адекватно описывающая экспериментальные данные, учитывающая влияние концентрации ПАВ, тетраборфосфата калия, температуры и времени обработки. Энергия активации процесса составляет $25,7 \text{ кДж/моль}$, что подтверждает низкую температурную зависимость эффективности разработанной композиции. Вывод сделан по материалам четвертой главы, обоснован, информативен и содержит решение четвертой задач.

Вывод 5 подтверждает, что обоснована трехстадийная схема мойки (иммерсионная без перемешивания – иммерсионная с перемешиванием – струйная обработка) с системой рециркуляции и регенерации, обеспечивающая до 25⁺ циклов использования моющего раствора, что позволяет снизить удельный расход воды, моющих средств и энергозатрат. Вывод основан на результатах четвертой главы и является решением пятой задачи.

Вывод 6 констатирует, что разработанная ресурсосберегающая технология мойки прошла производственные испытания в ООО «СПК Новоселки» Рыбновского района Рязанской области. Внедрение технологии позволило повысить степень очистки на 3,9%, сократить время цикла мойки на 25,0%, снизить годовые эксплуатационные затраты на 703,6 тыс. руб. и уменьшить объем токсичных отходов на 96,1%. Экономический эффект от использования раствора предлагаемого состава в сравнении с базовым раствором подтвержден актом внедрения. Вывод основан на результатах пятой главы и является решением шестой задачи.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Научная новизна работы сформулирована четко и подтверждается результатами исследований:

– установлены количественные закономерности формирования и удаления конгломератных загрязнений деталей машин АПК;

– теоретически обоснован и экспериментально подтвержден синергетический эффект многофункциональной моющей композиции на основе ПАВ в соотношении 3:1;

– получена математическая модель процесса мойки, учитывающая влияние концентрации ПАВ, тетраборфосфата калия, температуры и времени обработки;

– обоснована эффективная трехстадийная схема мойки с системой рециркуляции и регенерации, обеспечивающая до 25 циклов использования моющего раствора.

Теоретическая значимость работы заключается:

- в обосновании параметров ресурсосберегающей мойки деталей;
- в установлении закономерностей взаимодействия многофункциональных моющих композиций с комплексными загрязнениями;
- в разработке адекватной математической модели кинетики процесса мойки.

Практическая значимость работы состоит:

- в разработке трехстадийной технологической схемы ресурсосберегающей мойки с системой рециркуляции и регенерации моющего раствора регламентами ее применения;
- в определении оптимальной рецептуры моющей композиции (ПАВ – 5,5%, метасиликат натрия – 7,0%, комплексующая система – 3,0%, ингибитор – 1,2%).

Результаты исследований внедрены в ремонтное производство ООО «СПК Новоселки» и используются для мойки деталей при ремонте агрегатов машин АПК.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность и замечания по оформлению

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 112 наименований и приложений. Работа изложена на 191 странице, содержит 21 рисунок и 34 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи работы, показана научная новизна и практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ существующих технологий мойки деталей в АПК на современном этапе, рассмотрены и определены основные причины отложения загрязнений на деталях машин, приведены характеристики по видам загрязнений и наиболее применяемым средствам мойки, проведен анализ современных моечных установок, способов мойки, раскрыты их преимущества и недостатки.

Во второй главе представлены методика, оборудование и материалы для проведения исследований, описана лабораторная установка, методы математического планирования эксперимента и статистической обработки данных.

В третьей главе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по синтезу и оптимизации моющей композиции, обоснован синергетический эффект компонентов, определена оптимальная рецептура.

В четвертой главе исследована кинетика процесса мойки в зависимости от концентрации, температуры и гидродинамического режима, разработана математическая модель, обоснованы параметры ресурсосберегающей технологии и трехстадийная схема с рециркуляцией и регенерацией раствора.

В пятой главе приведены результаты производственных испытаний разработанной технологии в условиях ООО «СПК Новоселки», выполнен расчет экономии ресурсов и экономического эффекта, а также подтверждена экологическая эффективность.

Заключение диссертационной работы содержит результаты, которые соответствуют поставленным задачам и в полной мере отражают исследования автора. Представлены рекомендации производству.

Замечания по диссертационной работе

1. В главе 1 (стр. 16) сформулированы требования к моющему составу, однако выбор именно тетраборфосфата калия (ТБФК) в качестве ингибитора

коррозии и комплексообразователя среди других возможных соединений (например, силикатов, нитритов и др.) аргументирован недостаточно подробно. Каковы ключевые сравнительные преимущества ТБФК?

2. Каким образом было обосновано массовое соотношение компонентов в модели загрязнения (минеральная : нефтяная : связующая = 3:1:1)? Проводились ли предварительные исследования реальных загрязнений для подтверждения репрезентативности данной модели?

3. При оптимизации состава с помощью функции желательности Харрингтона (рис. 3.2, стр. 72) пороговое значение для моющей способности выбрано 80%. На чем основан этот критерий и связан ли он с требованиями отраслевых стандартов или результатами анализа существующих технологий?

4. В разделе 3.3 (стр. 62-69) для планирования эксперимента выбран дробный факторный план 2^{4-1} . Не приведет ли использование дробной реплики к потере информации о некоторых взаимодействиях факторов по сравнению с полным факторным экспериментом? Как была оценена адекватность выбранной модели?

5. В работе обоснована комбинация режимов мойки (иммерсия + ультразвук). Рассматривалась ли в сравнительном аспекте комбинация с ультразвуковой кавитацией, которая также широко применяется для очистки сложных загрязнений?

6. Экономический эффект от внедрения (703,6 тыс. руб.) является значительным. За счет каких конкретных статей затрат (снижение расхода воды, моющих средств, энергии, утилизации) достигнута основная часть экономии? Возможно ли представить более детализированную структуру экономии?

7. Разработанная технология и композиция показали высокую эффективность на конкретном предприятии. Каковы, по мнению автора, пределы ее универсальности? Можно ли считать разработанную технологию универсальной для любых деталей техники АПК, или она имеет ограничения по типу загрязнений и материалам?

Высказанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей высокой оценки проделанной работы.

Оценка диссертационной работы в целом

Диссертация соответствует паспорту специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса. Считаю необходимым отметить, что наиболее ценным для науки является раздел 3, в котором представлены теоретические и экспериментальные исследования синергетического эффекта многофункциональной моющей композиции, а наиболее ценным для практики – разделы 4 и 5, в которых приведены результаты по обоснованию трехстадийной ресурсосберегающей технологии и ее внедрению в производство.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Материалы диссертации опубликованы достаточно полно. По теме диссертационной работы опубликовано 12 научных работ, в том числе: 2 – в изданиях, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 патент на изобретение. Количество публикаций, в которых изложены основные научные результаты диссертации в рецензируемых журналах, соответствует п. 12 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотным языком. Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

1. Диссертационная работа Казарина Александра Сергеевича «Совершенствование мойки деталей машин агропромышленного комплекса» содержит научно-обоснованные технологические решения по

совершенствованию мойки деталей при ремонте машин, внедрение которых является важной народнохозяйственной задачей.

2. Диссертация Казарина Александра Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне, практической значимости и объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Казарин Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент:

Профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева,
доктор технических наук,
профессор



Кравченко
Игорь Николаевич

« 28 » мая 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет
– МСХА имени К. А. Тимирязева»

(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева).

127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

Тел.: 8 (499) 976-01-70, e-mail: kravchenko-in@rgau-msha.ru.

