

## ОТЗЫВ

официального оппонента Серпокрылова Николая Сергеевича на диссертационную работу Фадеева Ивана Васильевича «Повышение эффективности технологического процесса мойки при ремонте автомобилей в сельском хозяйстве», представленную к защите в диссертационный совет Д 220.057.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» на соискание ученой доктора технических наук по специальности 05.20.03 - Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

**Актуальность избранной темы.** Едва ли среди технических дисциплин найдется специальность, предмет которой был бы одинаково востребован в мегаполисах и малых населенных пунктах, в промышленности и сельском хозяйстве, что называется – «от Москвы до самых до окраин». Эта «мегадисциплина» представляет собой поддержание мобильной техники в работоспособном состоянии за счет комплекса технических операций и организационных действий по восстановлению исправного или работоспособного состояния и восстановлению ресурса мобильной техники или ее составных частей с использованием синтетических моющих средств (СМС), которые зачастую имеют низкие моющие и противокоррозионные свойства, а также отрицательно влияют на здоровье работников и окружающую среду, так как в своем составе они содержат токсичные компоненты, например, хроматы, добавляемые для улучшения их ингибиторных свойств.

Малоэффективный технологический процесс мойки снижает показатели качества ремонта, ресурс отремонтированных машин и их агрегатов на 20-50%, производительность труда – до 8%, вызывает существенные трудовые и материальные затраты и отрицательно воздействует на здоровье работников и окружающую среду.

В данной работе впервые сделана попытка объединения двух направлений: повышения моющих и противокоррозионных свойств растворов и проведения комплексного исследования, так как при мойке и очистке машин и их агрегатов нельзя исключать вопросы коррозии и защиты от коррозии, и наоборот.

В связи с этим совершенствование технологического процесса мойки и повышение его эффективности является актуальной теоретически и практически значимой научно-технической проблемой, имеющей важное значение, как для сельского хозяйства, так и для экономики страны в целом.

**Целью диссертационной работы** автор определяет разработку и повышение эффективности технологического процесса мойки при ремонте автомобилей в сельском хозяйстве.

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

Обоснованность и достоверность большинства полученных автором научных и практических результатов, сделанных по ним выводов и

рекомендаций, подтверждается сравнительным анализом теоретических и экспериментальных исследований, широким использованием российских и иностранных источников по теме диссертации, системного подхода, апробированных методик, результатами анализа параметров технологических процессов в лабораторных и в опытно - промышленных условиях в соответствии с нормативными требованиями. Исследования подтверждены высокой степенью достоверности и адекватности результатов математической обработки достаточно большого объема экспериментальных данных.

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

**Вывод 1** - предложена и решена целостная концепция, имеющая важное народно - хозяйственное значение научная проблема повышения эффективности технологического процесса мойки узлов, агрегатов и деталей мобильной техники при ее ремонте, выявлены резервы повышения эффективности технологического процесса мойки.

Вывод получен на основе анализа литературных источников с оценкой основных направлений теоретических и экспериментальных исследований и отражает решение первой задачи исследования, вытекает из материалов первой главы диссертации.

**Вывод 2** - концепция оптимизации технологического процесса базируется на соблюдении критериев научности знания, комплексном подходе к изучению мойки составных частей мобильной техники при одновременном учете двух взаимозависимых параметров степени очистки и коррозионной стойкости поверхностей деталей. Это создает условия к снижению материальных и трудовых затрат, повышению производительности труда, снижению энергозатрат и выбросов в окружающую среду.

Впервые в отечественной практике для мойки обосновано применение моющих растворов с добавками боратов вместо хроматов, что снижает в более чем 50 раз воздействие на окружающую среду и выбросы в рабочую зону предприятия.

Вывод отражает решение второй задачи исследования и вытекает из материалов второй и третьей глав диссертации.

**Вывод 3** - на базе реализованного комплексного подхода к исследованиям технологического процесса мойки мобильной техники и ее составных частей получены статически достоверные зависимости степени очистки, скорости коррозии, ингибиторного эффекта и степени защиты стали в различных моющих растворах от продолжительности мойки, температуры моющего раствора, концентраций СМС и используемых добавок.

Вывод отражает решение третьей задачи исследования и вытекает из материалов третьей и четвертой глав диссертации.

**Вывод 4** - на базе экспериментальных исследований (свыше 21 000! опытных точек) получены оптимальные значения факторов технологического процесса мойки и установлены закономерности изменения моющих и

противокоррозионных свойств СМС и специальных добавок в растворы. Наибольшими моющими и ингибиторными свойствами из исследованных СМС обладает МС-8, а из добавок – МБК (моноборат калия), степень очистки образцов 97,9%. коррозионная стойкость – 22,2 суток.

Вывод отражает решение четвертой задачи исследований и вытекает из материалов пятой главы диссертации.

**Вывод 5** - производственная проверка полученных результатов проведена в ряде предприятий Чувашии по автомобилям ВАЗ, в первый раз поступающим на ремонт двигателя. Повышение ресурса отремонтированного двигателя с боратами и каустической содой составляет 21,5%. Расчетная величина экономического эффекта составляет 3604,00 руб. на один отремонтированный двигатель.

Вывод отражает решение пятой задачи исследований и вытекает из материалов шестой главы диссертации.

### **Значимость для науки и практики полученных результатов**

#### **Научная новизна работы:**

- сформирована новая концепция оптимизации технологического процесса мойки мобильной техники и ее составных частей при одновременном учете двух параметров оптимизации: степени очистки и коррозионной стойкости поверхностей деталей с целью снижения материальных и трудовых затрат при ремонте мобильной техники;

– экспериментально доказана целесообразность использования в качестве добавок в моющие составы соединений бора, которые по степени опасности относятся к 4-му классу, в отличие от применяемых хроматов, относящихся ко 2-му классу;

– получены зависимости степени очистки, скорости коррозии, ингибиторного эффекта и степени защиты стали в различных моющих растворах от продолжительности мойки, температуры моющего раствора и концентраций СМС и используемых добавок;

– в результате решения двухкритериальной задачи обоснованы параметры технологического процесса мойки, обеспечивающие степень очистки поверхностей деталей до 97,9% и коррозионную стойкость (продолжительность времени до появления первых очагов коррозии на поверхности вымытых деталей) до 22 суток;

– экспериментально доказано влияние параметров технологического процесса мойки на качество очистки и противокоррозионную стойкость агрегатов, узлов и деталей мобильной техники на ресурс техники при эксплуатации.

#### **Теоретическая значимость работы:**

Теоретическая значимость работы заключается в том, что в результате теоретических и экспериментальных исследований: выявлены зависимости параметров оптимизации технологического процесса мойки от влияющих на

них факторов; установлены закономерности изменения моющих и противокоррозионных свойств растворов СМС и специальных добавок в растворы; обоснованы области оптимальных значений факторов технологического процесса мойки; доказана целесообразность использования в качестве добавок для повышения моющих и противокоррозионных свойств растворов соединений бора.

#### **Практическая значимость работы:**

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты экспериментальных исследований, расчетов, их обсуждений, разработанные математические модели, выводы были использованы при разработке моющих и противокоррозионных средств, внедренных в производство в ГУП ЧР «Чувашавтотранс» Министерства транспорта и дорожного хозяйства Чувашской Республики (ЧР), ООО «Чебоксары-Лада», ООО «Альянс Ко», СХПК – колхоз им. Ленина Чебоксарского района ЧР, ООО «АвтоБосс». Результаты исследования предлагаются к использованию в сельском хозяйстве и транспортной отрасли при организации технологических процессов ремонта узлов и агрегатов мобильной техники, а также в учебных процессах ВУЗов, СУЗов.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований получены патенты РФ № 2572125, № 2614504, № 2620593, № 2629023.

#### **Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом и замечания по ее оформлению**

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, общих выводов, библиографического списка, включающего 342 наименования, в том числе 16 на иностранных языках, и 3-х приложений на 56 страницах. Работа изложена на 398 страницах, включает 92 таблицы и 85 рисунков.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, изложены методы исследований, указаны область, объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна, практическая значимость и теоретическая ценность полученных результатов, сформулированы пять положений, которые выносятся на защиту, приводится информация о реализации (в 6 субъектах Российской Федерации) и апробации (на различных конференциях) данной работы.

**В первой главе «Современное состояние проблемы и задачи исследования»** автор на основе глубокого анализа технической литературы приходит к выводу о том, что необходимо совокупно оценить влияние неуправляемых факторов и регулируемых факторов на процесс мойки и предложить варианты их взаимодействия.

Выявлены основные факторы, вызывающие загрязнение поверхностей деталей машин: неуправляемые условия – климатические, географические, геологические и гидрогеологические и другие; управляемые условия - режим эксплуатации узлов и агрегатов, методы, состав моющих растворов, технические средства мойки узлов, агрегатов и деталей мобильной техники в технологических процессах, состав и свойства загрязнений, их взаимосвязь используемыми для этих целей СМС.

На базе этого автор обосновывает необходимость совершенствования технологического процесса мойки для повышения качества работ, производительности труда, снижения вредного воздействия на окружающую среду и здоровье работников, а также снижения объема ручного труда, характеризуемого повышенной загрязненностью, сыростью, некомфортабельностью рабочего места. И дает прогноз, каким образом будут достигнуты эти решения. Например, токсичные хроматы заменить нетоксичными ингибиторами коррозии и при разработке рецептур СМС следует применять системно-организованный подход, учитывая экологичность получаемых составов.

На основе изучения и анализа по литературным источникам исследований физико-механических свойств загрязнений и способов мойки поверхностей деталей отмечено, что существующие классификации загрязнений не в полной мере раскрывают причины их возникновения, особенностей выбора способов и средств мойки деталей и агрегатов при проведении технологических процессов ТО. Поэтому обоснованы, детализированы и предложены более подробные классификационные схемы, обеспечивающие возможность мойки деталей с применением специальных моющих растворов с учетом смачиваемости и источника образования загрязнений, которые менее токсичны и опасны для здоровья человека и окружающей среды.

#### ***Вопросы и замечания по 1-й главе***

1. Как производится утилизация отработанных рабочих моющих растворов и промывных жидкостей?
2. Какие нужны для этого затраты?
3. Как изменится узел утилизации после замены моющего и обеззараживающего состава отработанных растворов?

**Во второй главе «Теоретические исследования оптимизации параметров технологического процесса мойки при ремонте мобильной техники»** автор приводит предложенный и разработанный им метод нелинейного матричного прогнозирования, который позволяет устанавливать причинно-следственные связи между управляющими и управляемыми факторами, дает возможность выбирать лучшую, по величине коэффициента детерминации адекватного уравнения регрессии, модель управления, устанавливать долю влияния управляющих факторов на управляемые, прогнозировать поведение управляемых факторов на базе матриц активного эксперимента в рамках технического обслуживания.

Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта (дата актуализации: 01.01.2019 г.) предусмотрено корректирование нормативов технической эксплуатации в зависимости ряда действующих факторов (что учитывает агрессивность окружающей среды: загрязнения поверхности автомобильных дорог и воздуха атмосферы различными химическими веществами и соединениями, а также пылью и частицами почвы).

Результаты исследований автора показали, что из основных загрязнений дорожной поверхности наиболее часто встречаются, мг-экв/л: хлориды (22,00-26,00); аммоний (0,25-0,55); нитраты (5,00-7,00); сульфаты (5,18-5,82). При этом их концентрация даже в пределах одного региона не одинакова и зависит от множества факторов, одним из которых является рельеф местности, климат, загрузка автотранспортом и т. д.

В активном эксперименте получены математические модели влияния компонентов загрязнения поверхности автомобильных дорог на коррозию кузова автомобиля. Установлено, что наибольшее ускоряющее влияние на коррозию оказывают хлориды и сульфаты, аммиак обладает ингибиторными свойствами, а нитраты не оказывают существенного влияния на коррозию кузова. Это вызывает снижения ресурса (дизельные двигатели Д-240 и Д-240Л) на 33% от нормативного значения. В то же время мойка их 3%-ми водными растворами увеличивает ресурс агрегатов, узлов и деталей более, чем на 20%.

Автор обоснованно выдвигает предложение о необходимости корректировки Положения в направлении более дифференцированного учета условий эксплуатации транспортных средств учетом загрязненности дорожной поверхности и коррозионной активности загрязнений.

Автором выдвинута гипотеза о том, что борные соединения щелочных металлов также могут проявлять ингибиторные свойства и их можно рекомендовать в качестве добавок для улучшения противокоррозионных и моющих свойств растворов СМС для мойки.

Множественно-регрессионным анализом установлено влияние концентраций СМС и добавки МБК на угол смачивания многокомпонентного моющего раствора, что принято к практическому использованию в лабораторных и промышленных исследованиях.

После эмульгирования ПАВ располагаются на поверхности раздела фаз, образуя адсорбционный слой, препятствующий слиянию капель.

Известно, что только за счет неудовлетворительной очистки деталей ресурс отремонтированных агрегатов машин уменьшается на 20-40%, производительность труда – до 8%.

Анализ механизма моющего действия растворов при мойке загрязненных поверхностей деталей машин в процессе ремонта позволил выявить резервы повышения эффективности технологического процесса мойки, реализуемые через обоснованные параметры технологического процесса мойки (продолжительность процесса, температура раствора, состав СМС по наличию компонентов и их концентрации). Это достигается образованием пассивирующей пленки на поверхности вымытых деталей, которая повышает их коррозионную стойкость и способность противостоять отрицательному влиянию агрессивных факторов окружающей среды.

### ***Вопросы и замечания по 2-й главе***

1. Как готовили модельную воду, стр. 79 диссертации, табл. 2.1 и 2.2. Почему принят малый интервал варьирования?

2. Чем производили измерения (табл. 2.2), где концентрации выражены в пятом знаке?

**В третьей главе «Методика проведения экспериментальных исследований»** представлены разработанные методики проведения лабораторных и производственных экспериментов по определению моющих и противокоррозионных свойств исследуемых композиций моющих растворов гравиметрическим, электрохимическим и потенциостатическим методами. Для производственных испытаний была разработана методика оценки противокоррозионных свойств растворов с фиксацией продолжительности времени с момента завершения мойки деталей до появления на их поверхности первых очагов коррозии.

При этом рассмотрен полный цикл: первоначально исследовалась оптимальная концентрация СМС и активизирующих добавок в водных растворах, а затем определялся оптимальный состав моющих растворов. Рассматривались моющие растворы на основе СМС со специальными добавками в различных соотношениях.

#### ***Вопросы и замечания по 3-й главе***

Почему не рассмотрены ферраты в качестве добавки к моющим растворам вместе с хроматами и боратами? Это было бы существенно экономичнее.

**В четвертой главе «Определение оптимальной концентрации синтетических моющих средств в моющих растворах»** приведены данные лабораторных исследований по определению оптимальной концентрации исследуемых СМС в водных растворах и предварительному выбору СМС.

Результаты исследований влияния концентрации СМС в моющем растворе на степень очистки образцов и смачиваемость при температуре раствора 85-90°C и продолжительности процесса мойки 5 мин показали одинаковые результаты по всем изученным СМС (Лабомид-203, МС-8 и МЛ-51). Повышение концентрации СМС в моющем растворе до 3% способствует увеличению степени очистки и смачиваемости до величин более 80% и 28 секунд, соответственно. Дальнейшее увеличение концентрации СМС в моющем растворе не приводит к существенным изменениям результатов. Также отметим, что характер изменения смачиваемости и степени очистки одинаковы.

Сравнительную оценку применения 3%-х водных растворов, указанных СМС Лабомида-203, МС-8 и МЛ-51 проводили с наиболее распространенным реагентом каустической содой.

Установлено, что коррозионная устойчивость после мойки в 3%-м растворе каустической соды не превышает 2-3 суток, что показывает на ее низкую способность формировать на очищаемой поверхности защитную пленку. В то же время мойка в 3%-м растворе Лабомида-203 составляет 6-7 суток, что в сравнении с раствором каустической соды лучше в два с лишним раза. Раствор Лабомида-203 способен формировать на очищаемой поверхности защитную пленку. Коррозионная устойчивость после мойки в растворе МС-8 составляет 8-9 суток, а в растворе МЛ-51 – 5 суток.

Сделанный в диссертации вывод, что из исследованных СМС наиболее эффективным по моющим и противокоррозионным свойствам является МС-8 является доказательным.

В целом можно отметить, что исследования главы 4 выполнены на высоком научном и экспериментальном уровне с применением активного эксперимента, статистической обработки и получением уравнений регрессии с высокими значениями коэффициентов детерминации для расчета параметров рабочих моющих растворов.

**В пятой главе «Обоснование параметров технологического процесса мойки изделий»** изложены результаты экспериментальных исследований по нахождению оптимальных параметров технологического процесса мойки (продолжительность, температура и состав моющего раствора по загрязнениям и их концентрации), выбору добавок по степени влияния на моющую и противокоррозионную способность растворов синтетических моющих средств, влияния добавок на снижение энергозатрат при мойке деталей, зависимости степени очистки от соотношения компонентов в моющем растворе, а также решена двухкритериальная задача оптимизации выбора моющего средства и его концентрации.

В нормативных материалах и литературных источниках отсутствуют данные о рабочих параметрах процесса мойки деталей с применением растворов Лабомида-203, МС-8 и МЛ-51, что потребовало проведения специальных исследований.

Установлено, что зависимость степени очистки образцов от продолжительности мойки имеет линейный характер. Поскольку на практике в условиях ремонтного производства не требуется 100%-я очистка, то продолжительность мойки поверхностей узлов, агрегатов и деталей определена из условия 80%-й степени очистки и для 3%-го водного раствора «Лабомида-203» составила 4,5-5 мин, температура раствора должна быть в пределах от 80 до 90°С.

Впервые в отечественной практике для условий мойки сельскохозяйственной техники и автомобилей изучена возможность применения в качестве добавок в растворы синтетических моющих средств боратов щелочных металлов и аммония, имеющих 4-й класс опасности, а не 2, как хромпик, вводимый в настоящее время.

Экспериментальное исследование в течение 30 суток показателей противокоррозионных свойств моющих средств с добавками позволило получить зависимости скорости коррозии, ингибиторного эффекта и степени защиты образцов стали Ст.45Х в 3%-х растворах МЛ-51, Лабомида-203 и МС-8 от концентрации моноборатов лития, натрия и калия.

Установлено, что зависимости всех трех показателей достигают пика при концентрации боратов 5 г/л, увеличение же концентрации их свыше 5 г/л заметного повышения степени защиты растворов не оказывает. При этом максимально улучшение противокоррозионных свойств моющих средств достигается при добавлении монобората калия. Степень очистки образцов в 3%-м растворе МС-8 при концентрации МБК 5 г/л достигает 97,9%.

Экспериментальный результат подтвержден методом снятия потенциодинамических поляризационных кривых. Показано, что присутствие моноборатов калия в коррозионной среде, снижая агрессивность разрушающих



факторов, повышает циклическую прочность стали. Это объясняется тем, что они уменьшают действия микроэлементов и специфических пар Эванса, ответственных за коррозионно-механические поражения. Полученные регрессионные уравнения позволяют при разработке технологических процессов мойки обоснованно выбирать состав моющего раствора в зависимости от требуемой степени очистки изделий от загрязнений.

#### ***Вопросы и замечания по 5-й главе***

1. Неясно, при какой температуре наружного воздуха и освещенности проводилась проверка коррозии обработанных образцов стали?

2. Неясно, как обрабатывается жидкость после мойки и отработанные моющие растворы?

3. Предусмотрен ли отдельный узел локальных очистных сооружений для их очистки?

#### **В шестой главе «Подконтрольная эксплуатация автомобилей с отремонтированными двигателями»**

Поскольку лидерами автомобильных парков в РФ (34,5%) и в Чувашии (42,1%) являются автомобили ВАЗ, то обоснованно проведение на их базе промышленных экспериментов. К тому же автомобили ВАЗ достаточно широко используются и в сельскохозяйственном производстве.

Цель подконтрольной проверки – определение влияния параметров технологического процесса мойки на ресурс отремонтированных двигателей мобильной техники.

Методология исследований включала мойку деталей разобранного двигателя с использованием трех исследуемых 3-х% растворов: каустической соды, МС-8 и МС-8 в смеси с МБК концентрацией 5 г/л. Продолжительность процесса составляла 5 минут, температура моющего раствора во всех случаях была идентичной и составляла 85°C. Далее вели учет пробега, км, до следующего ремонта.

Средние ресурсы (по пробегу в км) двигателей после восстановления до повторного ремонта по трем вариантам процесса мойки и консервации составили, соответственно 93400, 105130 и 114410 км. Наилучшие результаты получены при использовании 3%-го раствора МС-8 в смеси с МБК концентрацией 5 г/л, что превышение в сравнении с раствором каустической соды составило 22,5% с раствором МС-8 – 8,8%. (При этом при уровне значимости 0,05 рассматриваемые выборки не принадлежат одной генеральной совокупности, т.е. расхождение между выборками не случайно).

При анализе экономической эффективности результатов исследования показано, что экономический эффект достигается за счет увеличения ресурса отремонтированных двигателей на 21,5% (21 тыс. км), повышения производительности труда на 8% и снижения энергозатрат на разовый подогрев моющего раствора на 20,77 кВт·ч за счет снижения его температуры на 14-16°C при сохранении качества мойки.

Расчетная величина экономического эффекта по отношению к 3%-му раствору каустической соды составляет 3604,00 руб. (22,5%), по отношению к 3%-му раствору МС-8 – 1315,72 руб. (8,2%) на один отремонтированный

двигатель.

**Заключение** по диссертации раскрывает квинтэссенцию каждого защищаемого положения из 5 пунктов, которые не вызывают возражений по полноте и соответствию изложенным в диссертации материалам, имеющим фундаментальное значение для теории и практики технологического процесса мойки машин и их составных частей при одновременном учете двух параметров оптимизации: степени очистки и коррозионной стойкости поверхностей деталей перед ремонтом.

### **Завершенность и качество оформление диссертации, оценка автореферата и публикаций.**

**Публикации.** Основное содержание диссертации отражено автором в 45 печатных работах, в том числе: в 3-х статьях в изданиях Scopus и WebofScience, 21 статье в изданиях, рекомендованных ВАК, 4-х научных монографиях, 4-х патентах РФ на изобретение. Объем публикаций составляет 58,68 усл. п. л., в т.ч. авторская доля – 49,42 усл. п. л.

Основные результаты диссертации опубликованы в печатных работах, они неоднократно обсуждались на различных конференциях и симпозиумах и получили одобрение ведущих специалистов.

### **Общие замечания по диссертационной работе.**

При анализе содержания автореферата и диссертационной работы по главам сделаны отдельные замечания и заданы вопросы, однако имеются общие замечания и пожелания

1. Какой размер стальной пластины для проведения экспериментов: 30×100×2 мм стр. 164 диссертации, и 30×100×1 мм, стр. 167? Что верно?

2. Имеются ли подготовленные автором кандидаты наук по профилю диссертации?

3. В параграфе 3.1 «План экспериментальных исследований соотношения синтетических моющих средств и активизирующих добавок в моющих растворах» излишне подробно описана методология активного эксперимента, на 9 страницах, достаточно было сослаться на литературу.

4. Следует особо подчеркнуть важность и обстоятельность данных «Приложения В (справочное)», где в 23 таблицах на 39 стр. приведены результаты выполненных научных исследований, всего свыше 21000 экспериментальных точек, составивших основу диссертации и подтверждающих непротиворечивость и полноту разработанной теории.

5. Неясно, разработанные Технические условия на мойку имеют ли сертификат Федерального уровня?

6. В качестве пожелания: в будущем разработать и внедрить узел сбора и обезвреживания отработанных моющих средств перед сбросом в систему водоотведения.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество работы, но они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Структура диссертации соответствует логике построения научных работ с детально проработанным содержанием. Оформление диссертации соответствует ГОСТ Р 7.0.11 - 2011.

Автореферат содержит массу ценной информации, соответствует публикациям диссертанта и содержанию диссертационной работы.

#### **Заключение**

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в возрождение и развитие машиностроительной отрасли промышленности России за счет оптимизации технологического процесса мойки мобильной техники и ее составных частей с целью снижения материальных и трудовых затрат при ремонте мобильной техники; при этом внедрение результатов работы уже идет 5-6 лет и будет приоритетно минимум 20 лет.

Диссертационная работа представлена законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне, изложена технически грамотным языком, качественно оформлена, соответствует стройности и лаконичности технических текстов, по каждой главе и работе в целом сделаны четкие и обоснованные выводы.

Изложенное позволяет сделать заключение, что диссертационная работа диссертационная работа Фадеева Ивана Васильевича является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также 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, Фадеев Иван Васильевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 — Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

#### **Официальный оппонент**

доктор технических наук по специальности 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, профессор, заслуженный деятель науки России, профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение», ФГБОУ ВО Донской ГТУ

*Н.С. Серпокрялов* 25.12.2019г.

Николай Сергеевич Серпокрялов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», 344000, Ростовская область, город Ростов н/Д, площадь Гагарина, д. 1,

Сайт: www.donstu.ru, Тел.+7(86342)41815;

E-mail: nik.serpokrilov@yandex.ru

Подпись д.т.н., проф. Н. С. Серпокрялова заверяю

