

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»

На правах рукописи



МИТРОХИНА ЕКАТЕРИНА ВЛАДИМИРОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МОЙКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ ТЕХНИКИ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Специальность: 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в
сельском хозяйстве

Научный консультант
доктор технических наук,
доцент И. В. Фадеев

Рязань, 2021

АННОТАЦИЯ

Во введении обосновывается актуальность и анализируется степень разработанности темы диссертации, поставлены цель и задачи исследований, приведены методы и методики проведения исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, выносимые на защиту положения диссертации, обоснована степень достоверности и апробация результатов исследования.

В первой главе проведен анализ состояния вопроса мойки деталей узлов и агрегатов машин, рассмотрены способы, методы мойки, оборудование и средства для мойки деталей при ремонте узлов и агрегатов машин, выявлены их положительные и отрицательные стороны. Определены причины загрязнения деталей машин, приведена классификация загрязнений.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям совершенствования технологического процесса мойки деталей при ремонте агрегатов, проведен анализ факторов, влияющих на качество мойки, теоретически обосновано влияние совершенствования технологического процесса мойки деталей при ремонте на ресурс агрегатов машин.

Третья глава посвящена описанию методик проведения лабораторных и производственных экспериментов для повышения моющей и ингибиторной способности изучаемых составов моющих растворов.

Четвертая глава посвящена оптимизации параметров процесса мойки, изучению влияния ТБА на моющие и противокоррозионные свойства раствора «Темп-100», влияния соотношения компонентов в моющем растворе на степень очистки.

В пятой главе проведена производственная проверка полученных результатов исследования, произведен расчет экономического эффекта результатов исследования.

Сформулировано заключение.

Приведен список литературы, цитируемых автором в работе.

В приложениях представлены результаты выполненных научных исследований и документы о их внедрении в производство.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	10
1.1 Виды загрязнений поверхностей узлов, агрегатов и деталей машин. Классификация загрязнений.....	10
1.2 Очистка и мойка поверхностей деталей при ремонте машин. Моющее оборудование.....	22
1.3 Моющие средства и их характеристики.....	34
1.4 Выводы по главе 1.....	38
ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ АГРЕГАТОВ	40
2.1 Факторы, влияющие на ресурс машин, и их анализ.....	40
2.2 Теоретическое обоснование влияния эффективности процесса мойки деталей на ресурс отремонтированной машины.....	47
2.3 Механизм моющего действия многокомпонентного раствора на загрязнения деталей.....	55
2.4 Выводы по главе 2.....	64
ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	66
3.1 Методика исследования моечных свойств растворов в лабораторных условиях.....	66
3.2 Методика подготовки образцов для экспериментов.....	68
3.3 Обоснование количества параллельных опытов.....	70
3.4 Методика повышения эффективности технологического процесса мойки деталей.....	72
3.5 Методика исследования соединения бора в качестве добавки для улучшения моющих и ингибиторных свойств раствора «Темп-100».....	75
3.6 Выводы по главе 3.....	77

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	78
4.1 Определение рациональной концентрации «Темп-100» в растворе.....	78
4.2 Улучшение моющих свойств раствора «Темп-100».....	82
4.3 Влияние добавки на противокоррозионные свойства раствора «Темп-100».....	83
4.4 Исследование влияния концентраций компонентов в моющем растворе на степень очистки	90
4.5 Выводы по главе 4.....	92
ГЛАВА 5 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗРАБОТАННОГО СОСТАВА И РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА.....	94
5.1 Организация эксплуатации тракторов после ремонта двигателей....	94
5.2 Выбор объекта для производственных испытаний	101
5.3 Результаты эксплуатации тракторов с отремонтированными двигателями.....	103
5.4 Экономический эффект от внедрения результатов исследования.....	105
5.5 Выводы по главе 5.....	111
Заключение.....	113
Список литературы.....	114
Приложения.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Наружная мойка снятых с машины неисправных агрегатов и мойка деталей разобранных агрегатов включены в «технологические процессы ремонта машин и предусматривают использование синтетических моющих средств (СМС). Процессы мойки и очистки загрязненных агрегатов, узлов и деталей» [112] относятся к операциям, которые повышают непривлекательность технологических процессов ремонта. СМС, которые выпускаются промышленностью и используются в настоящее время на различных предприятиях, занятых ремонтом машин не обладают достаточными моющими и противокоррозионными свойствами, они негативно влияют на здоровье людей и природу, потому что в их состав входят токсичные вещества. К ним, в первую очередь, можно отнести хроматы, присутствие которых улучшает противокоррозионные свойства СМС.

Низкая эффективность технологического процесса мойки деталей существенно снижает качество ремонта, а также ресурс отремонтированных машин на 20-30%, производительность труда ремонтных работ снижается до 8%, повышаются трудовые и материальные затраты и отрицательное воздействие на здоровье людей, окружающую природу.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что совершенствование технологического процесса мойки деталей при ремонте машин в сельском хозяйстве является **актуальной** задачей, решение которой способствует развитию агропромышленного комплекса страны.

Степень разработанности темы исследования. При сравнительно высокой относительной влажности воздуха на поверхности металлических изделий в результате постепенной адсорбции из воздуха образуется пленка влаги, которая, смешиваясь с механическими и химическими примесями атмосферного воздуха, загрязняет поверхности машин, их агрегатов, узлов и деталей. Загрязнения и их смеси, осаждаются как на наружных, так и на внутренних поверхностях деталей, вызывая коррозионное разрушение и способствуя снижению ресурса машин и их агрегатов, в связи с чем высокая

относительная влажность воздуха является одним из основных факторов, вызывающих загрязнение поверхности машин, их агрегатов, узлов и деталей.

Вопросами совершенствования и повышения эффективности процессов очистки, мойки и коррозионной стойкости деталей, узлов и агрегатов машин занимались и занимаются российские и зарубежные ученые Н.В. Алдошин, Л.М. Гуревич, Н.Ф. Тельнов, А.Д. Бровченко, Н.В. Бышов, О.Н. Дидманидзе, Б.П. Загородских, В.И. Карагодин, Ю.С. Козлов, А.В. Кирилин, А.И. Королев, В.М. Приходько, Е.В. Пухов, П.А. Ребиндер, А.Н. Ременцов, И.Л. Розенфельд, Н.С. Серпокрылов, Ш.В. Садетдинов, И.А. Успенский, И.В. Фадеев, А.В. Шемякин, И.А. Юхин, L. Yang, K.S. Rojagoplan и многие другие.

Решение задачи «совершенствования технологического процесса мойки деталей позволяет повысить экологичность процесса мойки, производительность труда, качество дефектовки, коррозионную стойкость и ресурс деталей, улучшить условия труда, моющие и ингибиторные свойства растворов СМС, что способствует экономии трудовых и материальных затрат при ремонте машин».

Цель исследования – повышение эффективности мойки деталей машин при ремонте в сельском хозяйстве.

Эффективность технологического процесса мойки в свою очередь определяется степенью очистки и коррозионной стойкостью поверхности деталей после мойки, которые зависят от «режима, способа мойки, средств и оборудования для мойки. Их выбор определяется видом загрязнений, размерами и материалом деталей» [112]. Исходя из этого для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Улучшить моющие и противокоррозионные свойства синтетического моющего средства путем введения в его раствор специальной добавки.

2. Провести экспериментальные исследования по установлению закономерностей влияния соотношения концентраций СМС и специальной добавки в растворе на изменения моющих и противокоррозионных свойств раствора. Экспериментально определить рациональные значения концентраций

компонентов в моющем растворе.

3. Изучить и определить возможность повышения ресурса отремонтированных агрегатов за счет совершенствования технологического процесса мойки деталей при ремонте техники.

4. Проверка результатов исследования в условиях производства и их технико-экономическая оценка.

Объект исследования: технологический процесс удаления загрязнений с поверхности деталей под воздействием моющих растворов.

Предмет исследования. Моющие растворы для мойки деталей, их состав и свойства. Влияние на свойства растворов соединения бора.

Научная новизна работы:

- получены уравнения, отражающие влияние концентраций СМС и активизирующей добавки на моющие и противокоррозионные свойства моющих растворов;

- получен состав для мойки деталей, который обеспечивает степень очистки и коррозионную стойкость поверхности вымытых деталей до 95,78% и 16,2 суток соответственно;

- экспериментально доказана зависимость качества очистки и противокоррозионной стойкости деталей машин от соотношения концентрации компонентов в составе разработанного раствора;

- получена зависимость степени очистки от соотношения концентраций СМС и добавки в моющем растворе.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в том, что улучшены моющие и противокоррозионные свойства синтетического моющего средства «Темп-100» введением в его раствор добавки тетрабората аммония.

Практическая значимость работы заключается в том, что межремонтный ресурс двигателя при мойке деталей в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л (4970,5 мото-ч.) в сравнении с мойкой в 7%-м растворе «Темп-100» (4181 мото-ч.) повышается на 19%.

Реализация результатов исследования. Результаты исследований внедрены в производство и используются в технологических процессах ТО и ремонта сельскохозяйственной техники в ООО «Рассвет» (391007, Рязанская область, Клепиковский район, с. Давыдово).

Методы исследований. Для проведения исследований использовали методы корреляционного и регрессионного анализа, математического моделирования, теории планирования экспериментов, теории вероятностей и математической статистики.

При проведении лабораторных и производственных исследований использовали собственные методики, которые разрабатывали на основе нормативно-технических документов. Моющую способность и смачиваемость растворов определяли гравиметрическим методом, а противокоррозионные свойства – гравиметрическим, электрохимическим и потенциодинамическим методами, используя растворы хлорида натрия и СМС без добавки и с добавкой соединения бора.

Положения, выносимые на защиту:

1. Улучшение моющих и противокоррозионных свойств СМС путем введения в его раствор специальной добавки.
2. Зависимость степени очистки от соотношения компонентов в многокомпонентном растворе для мойки деталей.
3. Повышение ресурса отремонтированных агрегатов за счет совершенствования технологического процесса мойки деталей.
4. Результаты производственной проверки полученных результатов.

Степень достоверности результатов исследования. Применение поверенных средств измерений, современных методов моделирования экспериментов и обработки результатов лабораторных и производственных экспериментов обеспечило обоснованные и достоверные результаты исследования, которые соответствуют теме и общим выводам диссертации.

Личный вклад соискателя. Состоит в участии в формулировании цели, разработке и конкретизации задач диссертации, определении направлений теоретических и экспериментальных исследований.

Апробация результатов исследования. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях *международных*: «Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений» (г. Рязань, РГАТУ им. П.А. Костычева, 2020 г.), «Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники» (г. Рязань, РГАТУ им. П.А. Костычева, 2020 г.), *всероссийской с международным участием*: «Подготовка кадров на технолого-экономическом факультете: традиции и направления развития» (г. Чебоксары, ЧГПУ им И.Я. Яковлева, 2020 г.).

Публикации. Материалы диссертации изложены соискателем в 9 работах: в 1-й статье в издании Web of Sciense, 3-х статьях в изданиях, рекомендованных ВАК. Объем публикаций составляет 2,68 усл. п. л., в т. ч. авторская доля – 1,12 усл. п. л.

Структура и объем диссертации. Диссертация включает введение, пять глав, заключение, список литературы из 141 наименования, в том числе 6 наименований на иностранных языках, и 2 приложения, изложена на 140 страницах, содержит 25 таблиц и 39 рисунков.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Виды загрязнений поверхностей узлов, агрегатов и деталей машин.

Классификация загрязнений

В реальных условиях эксплуатации и хранения машины подвергаются отложению на их поверхностях различных загрязнений [44]. К основным причинам этого процесса следует отнести окружающую среду.

При эксплуатации или хранении в открытой атмосфере на любую технику воздействует перемена температуры. Перепад температуры в течение календарного года в условиях средней полосы Российской Федерации может достигать до 90°C (от минус 45°C зимой до плюс 45°C летом), а среднесуточный перепад может достигать до 20°C, в связи с чем «на поверхности машины всегда может присутствовать пленка адсорбированной из воздуха влаги. Эта пленка взаимодействует с различными газами, в том числе и кислородом атмосферного воздуха, который служит окислителем в коррозионных процессах металлических изделий» [112].

Машины при работе подвержены запылению и залипанию на ее поверхностях пыли и почвенно-растительных частиц, которые имеют повышенную адгезию к металлической поверхности и способны образовать твердые слои грязи различной толщины.

Пыль преимущественно образуется под воздействием потоков воздуха на частицы почвы.

На высоте 1,0 м от земли максимальное содержание пыли может составить 0,4-0,45 г/м³, а за гусеничными машинами на грунтовой дороге этот показатель может достигнуть до 6 г/м³ [83].

По характеру взаимодействия осевшие частицы пыли и других загрязнений могут образовать 3 вида связи (рисунок 1.1) [46].

В ходе эксплуатации машины пыль может проникнуть и «во внутренние полости агрегатов машин, где, смешиваясь с маслом, загрязняет его, повышая

износ трущихся поверхностей деталей. Например, между запыленностью засасываемого в двигатель воздуха и износом деталей цилиндропоршневой группы существует прямая зависимость» [112].

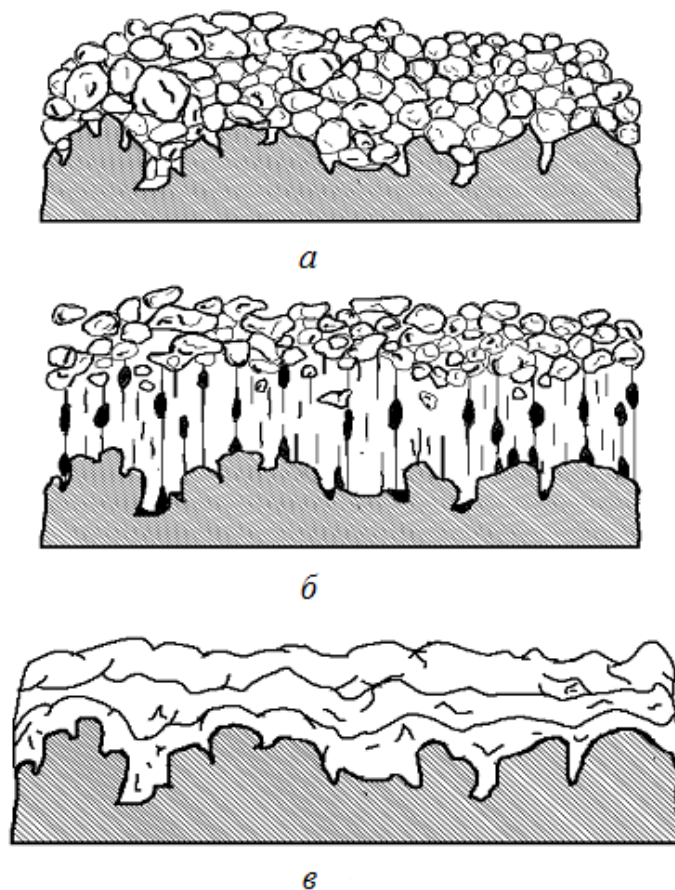


Рисунок 1.1 – Взаимодействие очищаемой поверхности с загрязнениями: *а* – адгезионно-связанное; *б* – поверхностно адсорбционно-связанное; *в* – прочно (глубинно)-связанное[46]

Практика эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники показывает, что загрязненный фильтр очистки воздуха способствует снижению компрессии и потере работоспособности двигателя вследствие аварийного износа деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ)[30]. К аналогичному результату могут привести загрязнения, оставленные в картере двигателя при проведении очередных ТО или ремонта, замена масла без промывки смазочной системы двигателя, так как остаточные загрязнения могут сразу же загрязнить свежее масло.

Воздух, всасываемый для образования горючей смеси, должен быть очищенным от загрязнений. Для этого служит воздухоочиститель. Но стопроцентная очистку воздуха от загрязнений на практике не возможна. Загрязнения, перемешиваясь с отработанными газами в цилиндре, через зазоры между деталями ЦПГ могут проникнуть в картер двигателя и засорять картерную смазку [71].

Загрязнения особенно опасны для топливной аппаратуры. Известно [125], что основной причиной неисправности системы питания двигателей машин является присутствие пыли, как загрязнения, в топливе.

Нормальная работа топливных насосов и форсунок возможна только тогда, когда размеры механических примесей в дизельном топливе меньше величины зазоров в сопряжениях прецизионных пар [112].

Обычные фильтры могут задерживать частицы загрязнений размерами более 0,001-0,002 мм в поперечнике. Частицы с меньшими размерами, находясь в дизельном топливе, могут многократно ускорить износ прецизионных деталей. Чтобы очистить дизельное топливо от таких загрязнений необходимо их осаждение, отстаивая дизельное топливо не менее 48-96 ч [118].

К загрязнениям окружающей среды можно отнести относительную влажность воздуха, которая меняется в зависимости от многих факторов. Значение температуры атмосферного воздуха изменяется в течение суток и в течение года. «Известно, что снижение температуры воздуха на 2-5°C понижает критическую относительную влажность воздуха (64%) на 14-16%» [112].

Вода, используемая в качестве охлаждающей жидкости в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), имеет следующие недостатки [18]:

- способствует отложению накипи на внутренних стенках элементов системы охлаждения;
- активизирует процессы коррозии металлов.

Это объясняется тем, что она содержит соли магния ($MgCO_3$) и кальция ($CaCO_3$) в растворенном виде.

При нагревании воды соли магния и кальция разлагаются с выделением углекислого газа и образованием твердого осадка карбонатов кальция и магния:



Эти осадки смешиваются с механическими примесями и на внутренней поверхности элементов системы охлаждения образуют накипь. Наиболее характерные места отложений накипи и скопления шлама в системе охлаждения двигателей внутреннего сгорания показаны на рисунке 1.2.

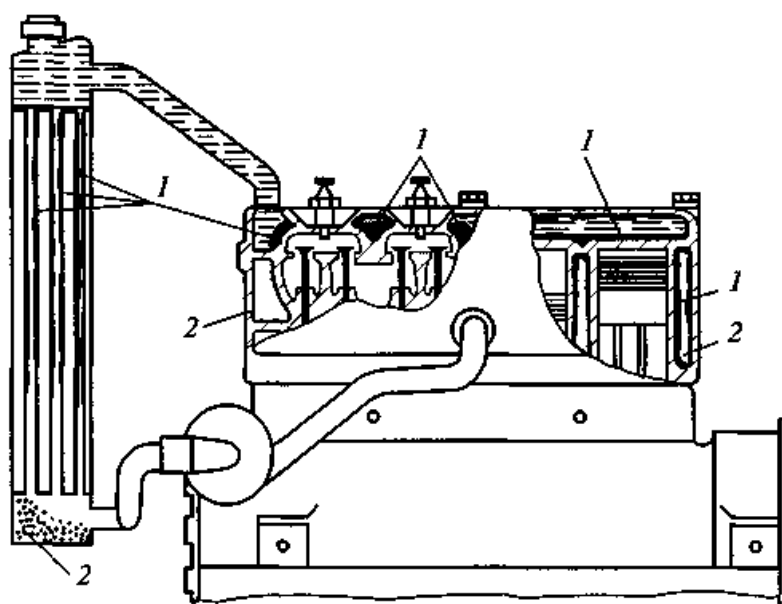


Рисунок 1.2 – Характерные места отложений накипи и скопления шлама в системе охлаждения автомобилей: 1 – накипь; 2 – шлам [32]

«Из-за отложения накипи в системе охлаждения перегревается двигатель и нарушается нормальное сгорание рабочей смеси, ухудшаются условия смазки и наполняемость цилиндров воздухом. При перегреве воды прекращается ее циркуляция в системе охлаждения» [32]. Во время эксплуатации обычно обращают внимание лишь на закипание воды в системе охлаждения и прекращение ее циркуляции вследствие образования паровых пробок. Между тем чаще всего перегрев двигателя снижает его мощность и экономические показатели. Значительные тепловые напряжения приводят к образованию трещин в головке блока двигателя.

Образование накипи тесно связано с процессом коррозии металлов, поэтому на внутренних стенках элементов системы охлаждения больше всего отлагаются продукты коррозии.

Кузова машин в процессе эксплуатации подвержены действию коррозионных агентов дорожных условий. Основными компонентами загрязнения поверхности дорог являются ионы хлора Cl^- , аммиака NH_4^+ , сульфатов SO_4^{2-} , нитратов NO_3^- [74, 116].

Поверхности дорог с интенсивным движением транспортных средств характеризуются кислой реакцией загрязнений. Отработанные газы ДВС, содержащие различные токсичные вещества, рассеиваются в атмосферном воздухе, взаимодействуют с парами воды в воздухе и в основном оседают на поверхность дороги.

К группе наружных загрязнений относятся старые лакокрасочные покрытия (ЛКП). Они являются основным видом защиты поверхностей изделий от разрушения, от воздействия агрессивной среды атмосферы и придают изделиям декоративный вид (рисунок 1. 3). В настоящее время более 80% всех металлических изделий защищают от коррозии ЛКП. При эксплуатации машин поверхности ЛКП загрязняются различными агрессивными загрязнениями поверхности дороги, происходит старение и разрушение пленки, т.к. они имеют микро- и макропоры, которые возникают при сушке краски из-за испарения растворителей. Поэтому пленки ЛКМ характеризуются степенью влагопоглощения [74].

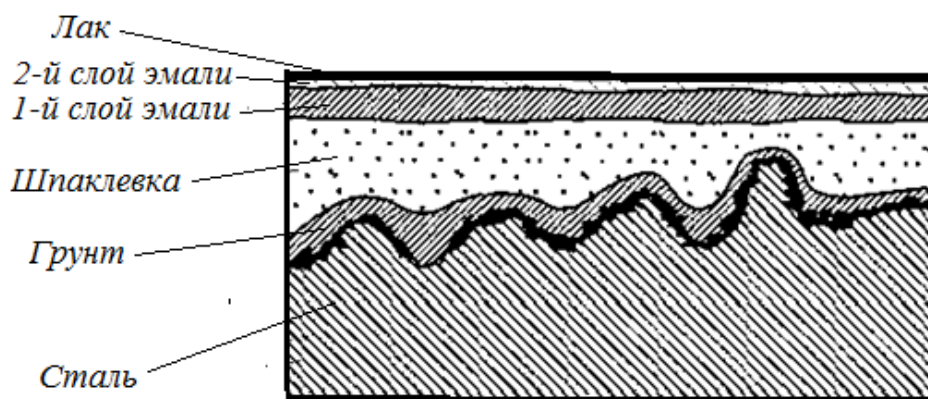


Рисунок 1.3 – Схема защитно-декоративного покрытия на стали

Через микро- и макропоры влага и растворенные в ней газы доходят до поверхности подложки и вызывают процессы коррозии металла с образованием продуктов коррозии (рисунок 1.4).

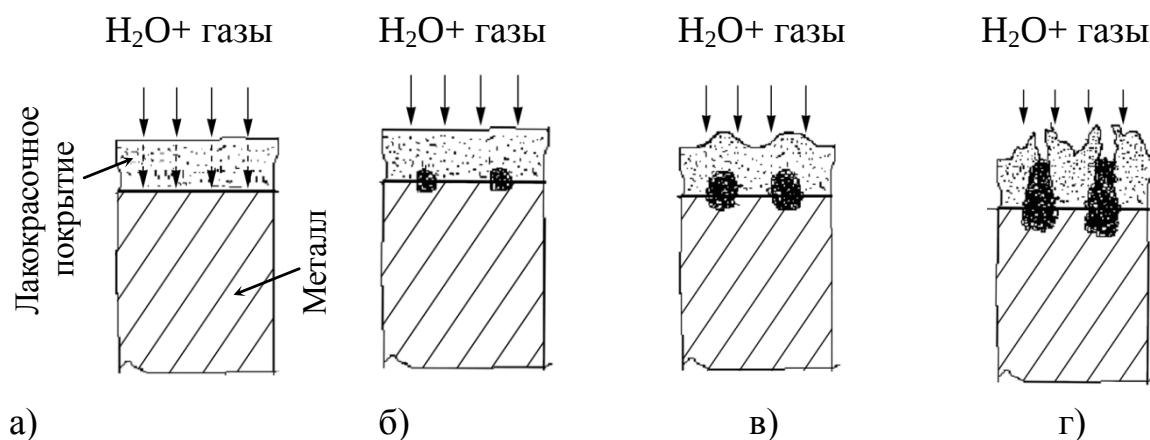


Рисунок 1.4 – Динамика процесса коррозии подложки и разрушения пленки ЛКП: а) – вода и газы проникают до подложки; б) – на подложке появляются очаги коррозии; в) – увеличение объема продуктов коррозии; г) – разрушение целостности пленки ЛКП от воздействия продуктов коррозии

Техника в процессе эксплуатации и хранения подвержена воздействию агрессивной среды, в результате чего она корродирует, особенно ее незащищенные поверхности, с образованием ржавчины, т.е. рыхлого гигроскопического вещества, имеющего цвет от красно-бурого до желтого, которое не защищает подложку.

Коррозионные процессы могут развиваться или в глубину, или в ширину. Это зависит от коррозионной среды. Питтинговая коррозия, имея небольшую площадь, в основном развивается в глубину детали, ослабляя ее механическую прочность.

В качестве примера на рисунке 1.5 представлена классификация процессов коррозии машин при транспортировке и внесении органических удобрений [37].

В теории и практике борьбы с коррозией ученые добились определенных успехов, однако полностью победить коррозию не удастся.

Вопросам коррозии и защиты металлов посвящены работы российских ученых Г.В. Акимова [1], И.Л. Розенфельда [76, 77, 78, 79, 80], Н.Д. Томашова [101], А.И. Алцыбеева [2], Н.В. Бышова [11, 12, 13, 14, 15], А.Э. Северного [84,

85, 102], И.А. Успенского [53, 54, 55], В.Е. Рязанова [83], О.И. Голяницкого [19], В.В. Романова [81], Н.П. Жука [28], Н.С. Серпокрылова [86, 87, 88, 89, 127, 128], И.В. Фадеева [31, 57, 59, 72, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 114, 116] и других.

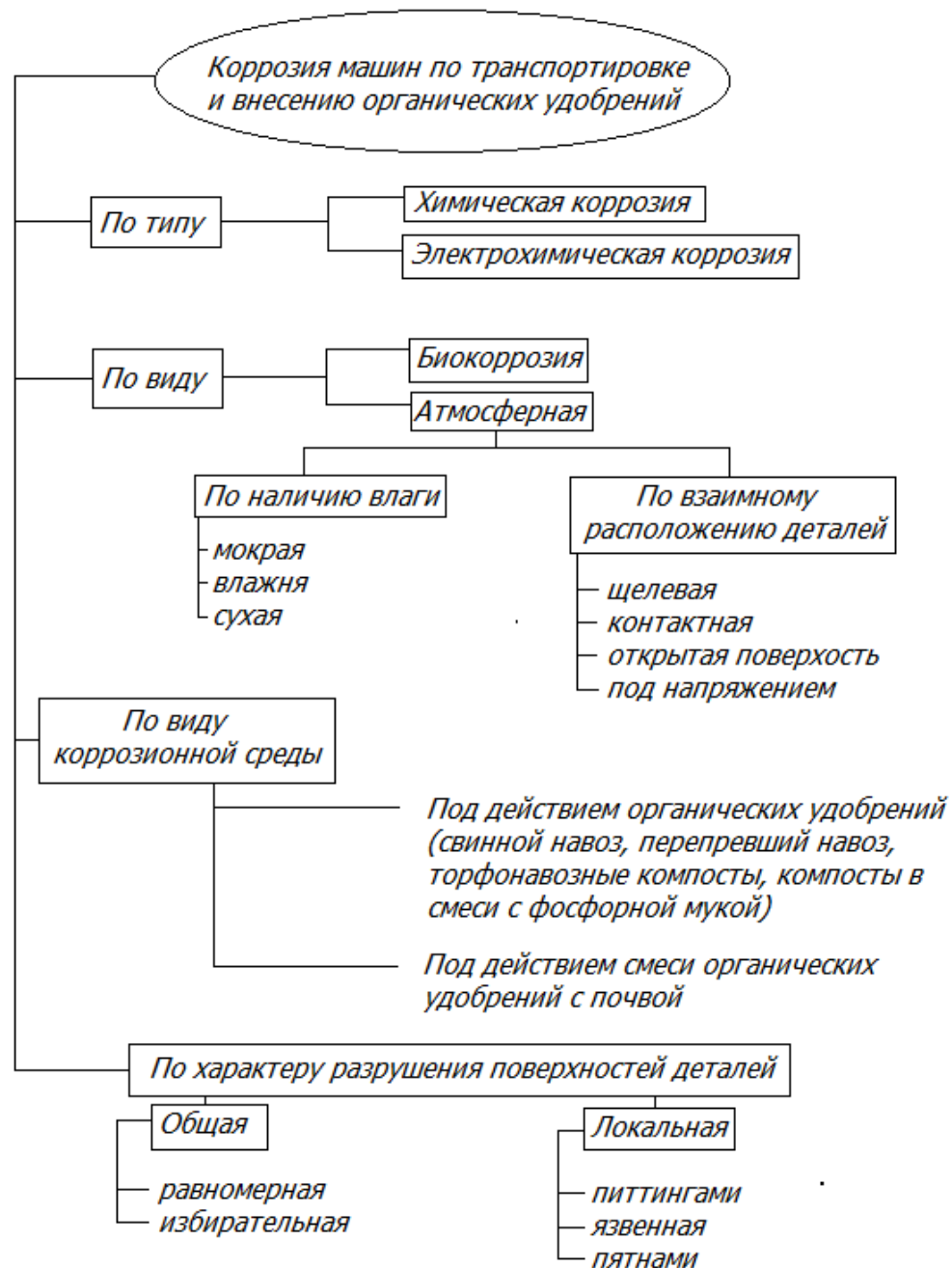


Рисунок 1.5 – Классификация процессов коррозии машин по транспортировке и внесению органических удобрений

Коррозионные процессы развиваются на всех металлических поверхностях. Помимо снижения ресурса машин, коррозия приводит к огромной потере металла. Это прямой ущерб от коррозии машин. Но более весомым

ущербом является простой машин на ТО и ремонте из-за выхода из строя деталей или узлов по причине коррозии. Коррозия металлов ухудшает качество металлических изделий, сокращает срок службы или полностью выводит их из строя.

На окрашенных и лакированных поверхностях коррозия деталей начинается со вздутия, а затем с шелушения краски или лака. На этих местах обычно наблюдаются неглубокие раковины, заполненные продуктами коррозии.

К следующей разновидности загрязнений относятся технологические загрязнения, включающие:

- лаковые (коксовые) отложения в цилиндрах ДВС;
- отложения на внутренних поверхностях раздаточных коробок, редукторов, мостов и т.д.;
- топливно-грязевые и масляные отложения на поверхности изделий;
- загрязнения на стенках элементов системы охлаждения;
- нагар;
- отложения в ресиверах пневматической тормозной системы, топливных баках и т. п.

Имеются различные подходы к классификации загрязнений.

Загрязнения делятся на загрязнения наружных (почвенные частицы, растительные остатки, старые лакокрасочные покрытия и др.) и загрязнения внутренних поверхностей (масла, смолистые отложения и др.) [49].

С.П. Беренсон [5] классифицирует загрязнения по следующим признакам:

- по характеру процессов, происходящих в загрязнении;
- по химическому составу.

По первому признаку загрязнения делятся «на две группы:

- загрязнения, отложения которых на деталях не сопровождаются какими-либо химическими превращениями самих загрязнений (масла, пыль, влага);
- загрязнения, отложения которых сопровождается их химическими превращениями (нагары, лаковые отложения, продукты коррозии деталей и лакокрасочные материалы)» [36].

По второму признаку «загрязнения подразделяются на органические (масла, нагары, пленки лакокрасочных материалов и т.п.), неорганические (пыль, влага, продукты коррозии деталей) и смешанные (совместное присутствие на детали указанных выше веществ, а также притирочных паст, полировочных составов и т.п.)» [112].

Более приемлемой для ДВС является классификация, предложенная профессором К.К. Папок [65], которая предусматривает разделение всех загрязнений деталей на лаковые отложения, осадки и нагары.

Лаковые отложения образуются на поверхности металла при воздействии на нее температуры 80-150°C. Они имеют небольшую толщину около десятых, даже сотых долей миллиметра. Лаковые отложения имеют высокую прочность и способствуют перегреву двигателя, повышенному расходу масла.

«Осадки (мазеобразные сгустки) отлагаются на шатунных шейках коленчатого вала, на стенках картера двигателя, на фильтрах и сетках маслоприемников, в клапанной коробке, на стенках масляных баков и маслопроводах» [112]. Они включают продукты физико-химического изменения масла и топлива, продукты износа деталей машин и механические примеси в виде пыли. Их иногда называют смолистыми отложениями. Если при замене масла не промыть систему смазки перед заливкой свежего масла, масло быстро загрязняется оставшимися в картере ДВС осадками [109].

Нагар представляет собой твердое углеродистое вещество. Образуется на деталях под воздействием температуры свыше 150°C. Нагар обычно откладывается на поверхности деталей, образующих камеру сгорания, днища поршня, на клапанах, поршневых кольцах, внутренних поверхностях выпускных коллекторов, на электродах свеч зажигания и на распылителях форсунок. Началом его образования является отложение тонкого лакового слоя на металлической поверхности, который связывает нагар с деталью [49, 63]. Нагар имеет высокие теплоизоляционные свойства и низкий коэффициент теплопроводности, равный 0,2-0,3 ккал/ч·м². Нагар может иметь толщину в

несколько миллиметров, увеличивает эксплуатационные расходы и сокращает ресурс ДВС.

Накипь – это твёрдые отложения, которые образуются в результате выпадения солей кальция и магния из жесткой воды (жесткость воды определяется содержанием в ней растворимых солей кальция и магния, выраженным в мг-экв/л). Накипь почти не растворяется в воде. Имеет высокие адгезионные свойства к внутренним поверхностям элементов системы охлаждения, в связи с чем без применения специальных средств ее удаление практически невозможно. Скорость его образования также зависит от температуры в системе охлаждения ДВС [43].

При рассмотрении загрязнений машин в целом, а не только ДВС, то придется учесть характерные загрязнения трансмиссий, ходовой части и других узлов техники.

Общая схема классификации загрязнений машин по физико-механическим свойствам дана в [112] (рисунок 1.6).

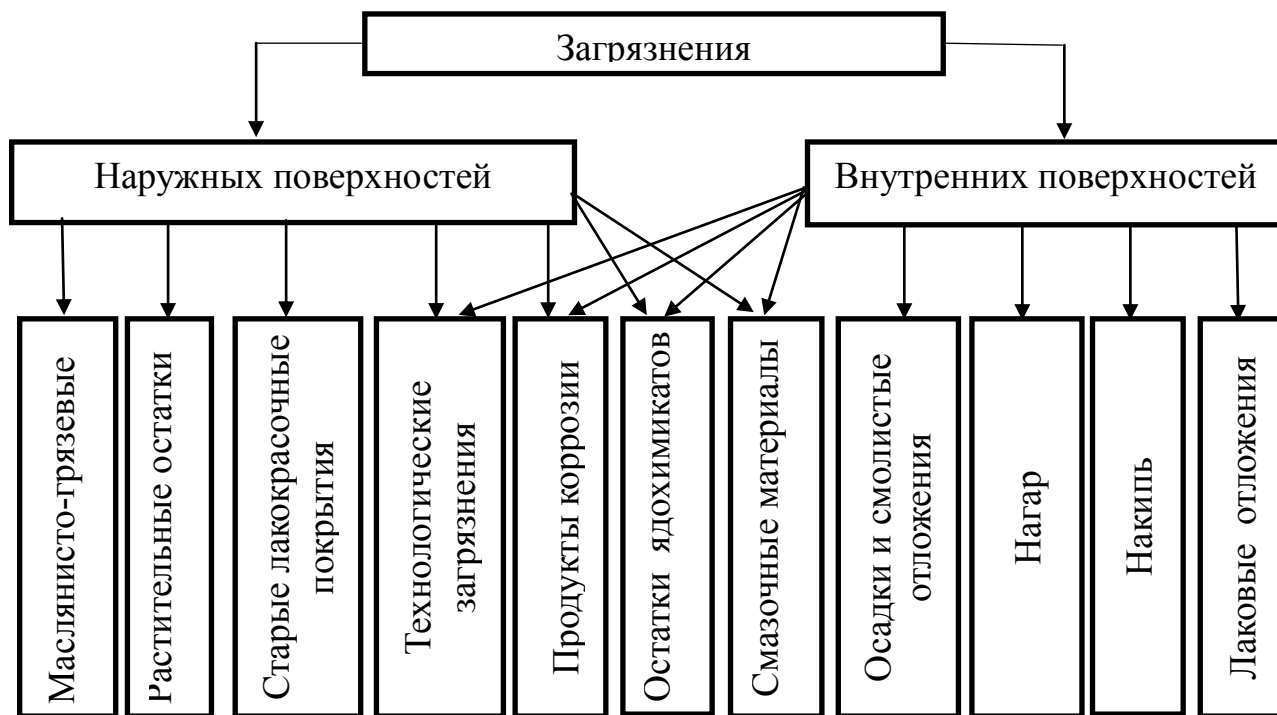


Рисунок 1.6 – Классификация загрязнений поверхностей агрегатов машин

Классификация загрязнений наружных поверхностей машин по их смачиваемости приведена на рисунке 1.7, а по источникам образования загрязнений [112] –на рисунке 1.8.



Рисунок 1.7 – Классификация загрязнений по их смачиваемости [112]

На поверхности машин и их агрегатов при поступлении в ремонт имеются различные загрязнения, которые образуются в условиях эксплуатации и хранения. Наличие загрязнений снижает производительность труда, создает дополнительные неудобства и неточности при выполнении ремонтных работ, что приводит к снижению ресурса отремонтированных агрегатов машин.



Рисунок 1.8 – Классификация загрязнений наружных поверхностей автомобилей [112]

1.2. Очистка и мойка поверхностей деталей при ремонте машин.

Моющее оборудование

Мойка деталей в технологических процессах ремонта машин является строго обязательным и весьма трудоемким процессом и составляет около 10% от общей трудоемкости их ремонта, для этого каждый год расходуются огромное количество моющих средств и в этом процессе заняты огромные людские ресурсы [123].

Исследованиями в области повышения качества уборочно-моечных работ занимались и продолжают заниматься в ряде НИИ и ВУЗов. К ним в первую очередь можно отнести Московский государственный аграрный университет, где над решением этой задачи работают профессор Н.Ф. Тельнов и его ученики [75, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98], Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ известен трудами А.Е. Северного [84, 85], Е.А. Пучина [70, 71], В.И. Черноиванова [118] и других, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева – трудами профессоров Н.В. Бышова и И.А. Успенского [11, 12, 13, 14, 15, 124], докторов технических наук А.В. Шемякина [103, 120], И.В. Фадеева [56, 61, 62, 105, 106, 109, 112, 113, 115], кандидата технических наук А.В. Кирилина [37, 38, 39, 40, 129], Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) работами член-корреспондента РАН В.М. Приходько [68], профессора В.И. Карагодина [34, 35], Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I трудами А.Д. Бровченко [7], Д.А. Григорьева [25], И.С. Киселева [41, 42], И.С. Макарова [51], А.С. Вахидова [17] и многих других. Проводились исследования в рамках диссертаций [16, 27, 33, 36, 47, 52, 69, 91, 112, 116, 117, 120, 121, 122, 123 и другие]. Но в основном все эти исследования односторонние. В них рассматриваются или задачи повышения эффективности мойки и очистки, или задачи повышения коррозионной стойкости металлических поверхностей [3, 9, 10, 64]. Академик П.А. Ребиндер утверждает

[73], что применяемые в настоящее время технологии мойки деталей не совсем рациональны, так как они разработаны не на научной основе.

В работе [112] впервые проведены комплексные исследования по повышению и моющих, и противокоррозионных свойств растворов. Мы в своей работе продолжили исследования в этом направлении, потому что при мойке деталей агрегатов машин необходимо решить задачу и повышения коррозионной стойкости поверхностей вымытых деталей.

Работа машин в различных погодных и дорожных условиях сопровождается их загрязнениями. Поверхности нижних частей машин (шасси) обычно загрязняются глинистыми, песчаными, органическими и другими загрязнениями, которые образуют прочную пленку, затрудняющую проводить контрольно-осмотровые и другие работы, а также снижает эксплуатационные свойства и ресурс машин.

Своевременная мойка машин позволяет [112]:

- снизить возможность возникновения очагов коррозии, так как места загрязнения образуют микрощели, являются центрами разрушения защитных, декоративных покрытий и развития электрохимической (щелевой) коррозии;
- обеспечить сохранность и увеличить срок службы ЛКП;
- улучшить условия труда ремонтного персонала, снизить или исключить вероятность травматизма;
- улучшить доступ к узлам и деталям машин и облегчить проведение внешнего осмотра;
- обеспечить эстетический внешний вид и повысить удобство пользования машинами;
- повысить качество работ при ТО и ремонте машин.

Уборочно-моечные работы (УМР) машин, а также загрязненных узлов и деталей условно можно разделить на уборочные (первичные) и моечные работы. Долевое распределение их зависит от вида изделия.

УМР включают в себя очистку машин от грязи, пыли, снега, уборку салона и наружную мойку. Они требуют много ручного труда. Уборку и мойку необходимо рассматривать как отдельные операции технологического процесса подготовки машин к ТО и ремонту[44].

Мойке машин предшествуют уборочные работы. Объем моечных и объем уборочных работ в общих трудозатратах УМР зависит от типа машины и уборочные работы составляют большую долю в общей трудоемкости УМР.

Уборочные работы выполняются с использованием переносных или стационарных пылесосов, работающих в режимах «сухой» или «влажной» уборки. Некоторые профессиональные пылесосы позволяют проводить химическую чистку.

Мойка – одна из наиболее трудоемких операций в технологических процессах ТО и ремонта машин. Например, трудоемкость мойки автомобиля КамАЗ-5320 около 35 чел.-мин. Все это определяет необходимость механизации работ по мойке и очистке машин.

На рисунке 1.9 изображена структурная схема технологического процесса ремонта агрегатов машин [112].

Процесс очистки включает [45]:

- соскабливание загрязнений ручным и механизированным инструментом;
- удаление загрязнений воздействием струи.

К первому способу относятся соскабливание загрязнений скребками, щетками и очистка в галтовочных барабанах и вибрирующих контейнерах.

Очистку деталей от загрязнений соскабливанием выполняют ручным и механизированным способом.

При ручной очистке используют различные скребки, металлические щетки, может использоваться механизированный инструмент. Ручной способ применяется при очистке деталей (канавки поршневых колец, форсунки), где нельзя применить универсальное оборудование для удаления загрязнений.

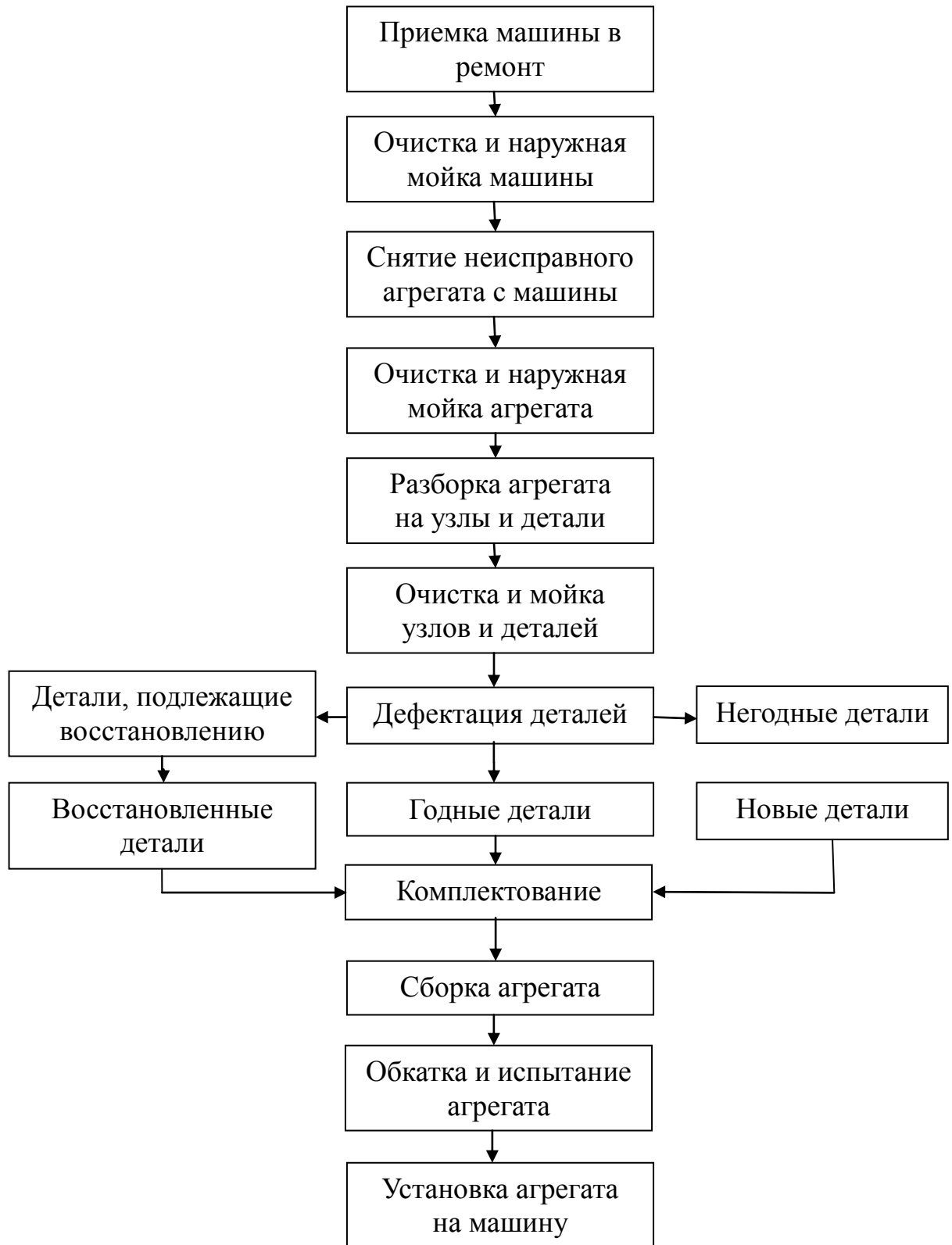


Рисунок 1.9 – Структурная схема технологического процесса подготовки к ремонту и ремонта агрегатов машин [112]

Эффективность механизированного инструмента, применяемого для удаления загрязнений, зависит от формы и сложности конфигурации изделия. В качестве механизированного инструмента можно использовать электрическую дрель с насадкой-щеткой, вращающиеся барабаны, заполненные очищающими абразивными материалами, внутри барабанов размещаются загрязненные детали и т.п.

Второй способ очистки включает водоструйную, гидроабразивную, пескоструйную очистку и очистку с использованием косточковой крошки.

Для наружной мойки машин широко используется гидродинамический способ очистки (очистка с помощью струи высокого давления). При этом способе очистки происходит механическое разрушение загрязнения, его адгезионных связей с очищаемой поверхностью. При наружной мойке машин используют холодную или теплую (25-30°C) воду для очистки наружных поверхностей машин от различных загрязнений, содержащих до 35% масла [46].

С целью предотвращения разрушения пленки ЛКМ не рекомендуется использовать воду с температурой, превышающей температуру обмываемой поверхности более 18-20°C.

Струйная мойка характеризуется большим расходом воды, например, расход воды для мойки грузового автомобиля составляет 600-1200 л, для легкового – 80-100 л при давлении воды 1,5 МПа. Для экономии воды и повышения качества мойки применяются специальные моющие средства.

Существенная экономия воды обеспечивается при действующей системе оборотного водоснабжения. Все предприятия-водопользователи обязаны сокращать расход воды и не допускать сброс неочищенных сточных вод, для этих целей они должны иметь сооружения для очищения воды и систему повторного водоиспользования.

Преимущество струйного способа мойки:

- возможность использования для мойки различных видов машин;
- сравнительная простота использования;

- широкий диапазон технологических режимов мойки;
- сохраняемость пленки ЛКМ и стекол при его использовании.

Основными параметрами, которые характеризуют струйную мойку, являются: температура моющего раствора (воды); расход воды; динамическое давление струи; используемые моющие средства [131].

«Повышение температуры воды приводит к уменьшению адгезионно-когезионных связей внутри загрязнения и с поверхностью машины. Температура воды выбирается в зависимости от вида и состава загрязнений, материала очищаемой поверхности, требований к качеству очистки»[130].

Динамическое давление струи воды является важнейшим показателем, определяющим ее моющую способность, величина которого зависит от формы струи, расхода моющей жидкости, давления насоса, расстояния до омываемой поверхности машины.

Чем больше расход моющей жидкости, тем значительно увеличивается сила удара ее струи. Вода относится к ценным природным богатствам, поэтому добиваться увеличения силы удара струи желательно не за счет увеличения расхода воды, а за счет повышения давления ее истечения из сопла, так как при повышении давления возрастает сила удара струи.

Сила удара струи увеличивается также при уменьшении расстояния до очищаемой поверхности.

С «ростом давления перед насадкой производительность насоса увеличивается. Наибольший расход воды наблюдается при использовании пистолета-распылителя. При давлении 140-150 Па расход воды достигает 16 л/мин и превышает расход воды при использовании турбонасадок на 14-28 %» [131].

«Высокая адгезия загрязнений, сложная конфигурация поверхностей обуславливают необходимость использования моющих средств»[131].

Струйная мойка характеризуется большим расходом моющей жидкости, что является ее основным недостатком.

Для мойки узлов, агрегатов и деталей перед их ремонтом используют различные способы [112] (рисунок 1.10).

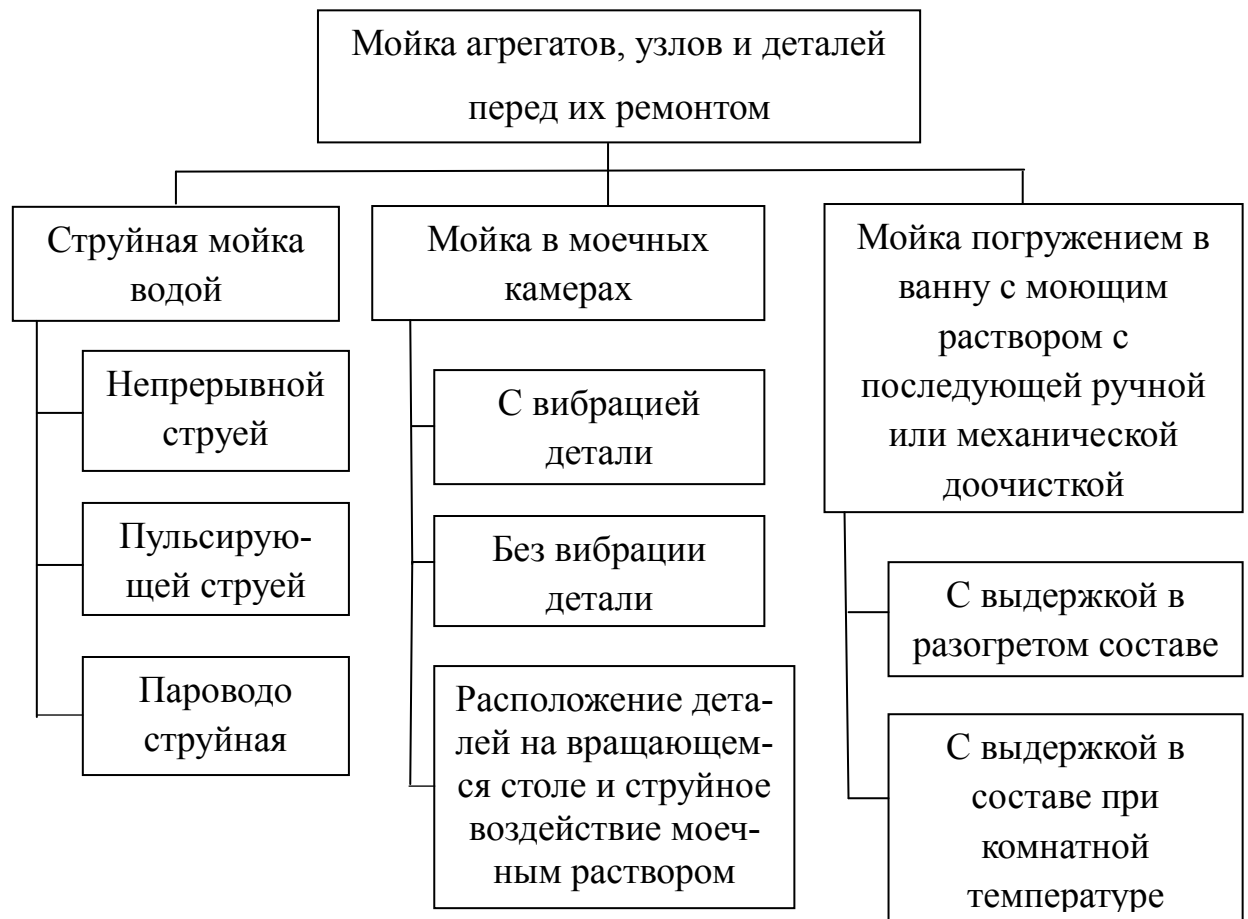


Рисунок 1.10 – Классификация мойки загрязненных поверхностей агрегатов, узлов и деталей при ремонте машин [112]

Наибольшее распространение получили такие установки, как установка модели М-205 (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Установка для мойки деталей модели М-205

Техническая характеристика

Привод	пневматический
Тип	стационарный с маятниковым движением платформы
Емкость, л	150
Габаритные размеры установки, мм	3150×2300×2020
Габаритные размеры моечной камеры, мм	1570×1100×1200
Объём раствора в моечной ванне 1,5 м ³ , мм	970×600×600
Масса, кг	950

Предназначена для мойки крупногабаритных деталей массой до 500 кг (блок цилиндров двигателей ЯМЗ-236, 238, 240; КамАЗ-740; ГАЗ и т.д.) и мелких деталей при размещении их в корзине в водных растворах технических или синтетических моющих средств при температуре 80°C. Эксплуатируется в помещениях с температурой воздуха не ниже +5°C.

Моечная машина для мойки деталей АМ1400АК (Россия) (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Моечная машина для мойки деталей АМ1400 АК

Техническая характеристика

Диаметр корзины, мм	1400
Грузоподъемность корзины, кг	400
Частота вращения корзины, об/мин	5-10
Габаритные размеры установки, мм	1420×1550×1600
Мощность насоса, кВт	2×2,2
Высота рабочего пространства, мм	750
Напряжение питания нагревательного элемента, В	380
Мощность нагревательных элементов, кВт	3×3,15
Материал корпуса нержавеющая	сталь толщиной 2,0 мм
Мощность суммарная, кВт	14,00
Привод движения корзины	электромеханический
Масса, кг	400
Объем моющего раствора, л	370
Время нагревания раствора от 14°C до 90°C, мин	120

Установки для мойки деталей модели «Simplex Big» (рисунок 1.13) – это установки с автоматической отмывкой деталей, с выдвижной поворотной рабочей платформой и стационарными распылительными рампами.



Рисунок 1.13 – Установка для мойки деталей модели «Simplex Big»

Используются для обезжиривания деталей различных размеров в автоматическом режиме. Панель управления состоит из экрана и сенсорных кнопок, с помощью которых можно выставить температуру в резервуаре, время обработки, видеть и слышать аварийные сигналы и ошибки. Отмывка происходит благодаря встроенной поворотной верхней «П» - образной распылительной рампе с соплами. Медленное вращение платформы осуществляется мотором-редуктором с предельным значением крутящегося момента.

Большинство конструкций моечных камер предусматривает наличие поворотного стола грузоподъемностью до 1200 кг с частотой вращения 1,5 об/мин. Оснащены брандспойтами, подающими нагретую моющую жидкость под давлением в виде струи на поверхности очищаемых изделий.

Продолжительность мойки в моющих установках составляет от 2 до 14 мин. и зависит от вида, концентрации и температуры моющего раствора

«Мойка погружением в ванну объектов, подлежащих ремонту, наиболее простой способ очистки загрязненных узлов и деталей. Этот способ мойки основывается на смачивании и растворении загрязнений поверхностей изделий. Для этого используют органические растворители, их смеси с эмульгаторами, щелочные растворы и растворы синтетических моющих средств» [112].

Для мойки деталей и составных частей машин широко пользуются методом погружения в выварочных ваннах. Возбуждение моющего раствора в выварочных ваннах происходит весьма пассивно, в основном за счет конвекционного движения раствора, определяемого разностью температуры раствора в емкости ванны, что является недостатком выварочных ванн.

Для повышения интенсивности контактирования объектов мойки с моющей жидкостью в ваннах жидкость возбуждают различными способами: используя колеблющуюся платформу, лопастные гидравлические винты, ультразвук и др.

Увеличение возбуждения моющей жидкости можно добиться также, подавая в ванну с жидкостью пара или сжатого воздуха. Однако, этот процесс понижает температуру раствора, и в выемках деталей сложной конфигурации

могут образоваться воздушные пузыри, которые исключают контакт моющего раствора от очищаемой поверхности. Конденсирующая из пара влага, увеличивая объем воды в растворе, снижает концентрацию моющего средства в растворе. В связи с вышеизложенным более эффективно использование для этих целей насосов и винтов.

На предприятиях агропромышленного и транспортного комплексов страны применяют ультразвуковой (УЗ) способ очистки, для чего используют такие УЗ ванны, как УЗВ5-0,063/37, УЗВ1-0,16/37. Они компактны, обеспечивают экономию энергии и ресурсов, имеют небольшую стоимость.

Основными факторами, определяющими выбор моечного оборудования, являются парк машин в хозяйстве, объем моечных работ, перечень изделий для мойки, их габаритные размеры и масса, наличие моющих средств, вид загрязнений и степень загрязненности поверхностей деталей. При эксплуатации моечного оборудования необходимо соблюдать правила их безопасного использования, которые изложены в [112].

Для мойки деталей узлов и агрегатов машин используют установки следующих типов:

- механизированные моечные машины (ОМ-691, ОМ-837 и ОМ-837Г);
- малогабаритные струйно-мониторные установки.

Конструктивно моечные установки мало чем отличаются друг от друга, их основное отличие заключается в моечной камере.

Например, установка ОМ-837 состоит из моечной камеры с душевым устройством и поворотным столом, ванны для моющей жидкости с подогревающим устройством и фильтрами, вентиляционного устройства, насосной установки, привода поворотного стола и пусковой аппаратуры.

В ремонтной практике широко распространена установка М216Е2[132](рисунок 1.14). Она используется для мойки крупногабаритных деталей агрегатов различной техники.



Рисунок 1.14 – Установка для мойки деталей M216E2 [132]

Рабочая камера установки M216E2 по своим внутренним размерам позволяет осуществлять мойку агрегатов с большими габаритными размерами без разборки. Внутренние очистные устройства, подогрев и высокое давление моющего раствора обеспечивают удаление масляных и смолистых отложений с обмываемых поверхностей деталей и агрегатов.

В установке применен замкнутый цикл оборота моющего раствора.

Перед запуском машины ванну заполняют водой до уровня контрольного крана. Включают подогревающее устройство и при температуре воды 60-70°C засыпают моющее средство. Для лучшего растворения включают форсунки. После растворения моющего средства доводят температуру до рабочей. На поворотный стол тельфером устанавливают корзину или пирамиду с деталями. Закрыв крышку, включают электродвигатель привода форсунок.

Форсунки создают мощный поток моющей жидкости, направленный на промываемые объекты. Благодаря вращению стола и большой скорости потока моющей жидкости представляется возможным хорошо промывать не только наружные, но и внутренние поверхности деталей. Общее время очистки деталей двигателей составляет 30 мин, трансмиссии и ходовой части – 10-15 мин.

В качестве моющей жидкости для повышения эффективности мойки могут использовать растворы синтетических моющих средств.

1.3 Моющие средства и их характеристики

Для наружной мойки машин в основном используется обычная вода. Мойка деталей машин в моечных камерах и установках выполняется с использованием растворов специальных моющих средств определенной температуры. Загрязненные детали размещаются в специальные вращающиеся корзины внутри моющей машины. Струя моющего раствора через форсунки под высоким давлением, воздействуя на загрязнения деталей, очищает их.

Состав наиболее используемых в настоящее время СМС приведен в таблице 1.1 [112].

Таблица 1.1 – Состав наиболее используемых в настоящее время синтетических моющих средств, в % по массе [112]

Компоненты моющих средств	Марка моющих средств									
	МС-6	МС-8	МС-15	МС-17	Лабомид-101	Лабомид-203	МЛ-51	МЛ-52	Темп-100	Темп-100А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тринатрийфосфат $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	–	–	–	–	–	–	34,5	30	20	20
Кальцинированная сода Na_2CO_3	40	38	44-42	40	50	50	44	50	40,5	40,5
Метасиликат натрия	29	29	28	28	16,5	10	–	–	20	20
Синтанол ДС-10	6	–	–	–	3,5	8	–	–	1,5	1,5
Триполифосфат натрия $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	25	25	22	26	30	30	–	–	15	15
Карбамид	–	–	–	–	–	–	–	–	2,5	2,0
Алкисульфаты	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–
Синтаид-5	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–
Нитрит натрия	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3
Гексаметилен- диамин	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2
Синтаид-510	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Оксифос-Б	–	–	6-8	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Жидкое стекло $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$	–	–	–	–	–	–	20	10	–	–
Оксифос КД-6	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	0,5
Сульфанол НП-1	–	–	–	–	–	–	–	1,8	–	–
Смачиватель ДБ	–	–	–	–	–	–	1,5	8,2	–	–

Примечание: Лабомид – лаборатория очистки машин и деталей; МС – моющее средство (разработка МИИСП); Темп – технический моющий препарат[112]

ТМС в основном используют для чистки деталей в моечных камерах.

«Водные растворы СМС технического назначения допускают очистку деталей, как из черных, так и из цветных металлов без заметной коррозии. Детали и сборочные единицы, подлежащие непродолжительному хранению (10-15 суток), не нуждаются в дополнительной противокоррозионной обработке после очистки водными растворами СМС, т.к. эти средства обладают ингибирующим эффектом» [49].

Основным компонентом моющих средств являются ПАВ, назначением которых является ослабление связи частиц загрязнений с поверхностью очищаемых изделий. В качестве щелочных добавок для повышения активности ПАВ применяют карбонаты Na_2CO_3 , силикаты $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ и фосфаты натрия $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

СМС выпускаются в виде сыпучего, белого или светло-желтого порошка. Они хорошо растворяются в воде, негорючи и нетоксичны.

Анализ априорной информации [9, 10, 56, 58, 60] позволяет сделать вывод, что наиболее приемлемым средством для мойки деталей двигателей в ремонтном производстве предприятий сельскохозяйственного назначения является СМС (техническое) «Темп-100» (ТУ 2149-133-10968286-2001), который представляет собой смесь ПАВ, неорганических солей и модифицирующих добавок.

Средство «Темп-100» предназначено для удаления различных загрязнений при ТО и ремонте тракторов, автомобилей, сельхозмашин, их агрегатов и

деталей от масляных и асфальтово-смолистых загрязнений, СОЖ, окислов, сажисто-углеродистых, атмосферных и эксплуатационных загрязнений в моечных установках струйного типа, для обезжиривания деталей, оборудования, стальных, чугунных, алюминиевых, никелированных, кадмированных, окрашенных, резиновых, пластмассовых поверхностей перед операциями сборки, нанесения лакокрасочных, гальванических и других покрытий, для расконсервации поверхностей черных и цветных металлов.

Основные свойства:

- обработка черных, цветных металлов и их сплавов;
- эффективно для обработки алюминия;
- обладает низким пенообразованием;
- защищает поверхность от коррозии на период межоперационного хранения;
- обладает хорошей деэмульгирующей способностью;
- нетоксично, пожаробезопасно, биоразлагаемо.

СМС Темп выпускается трех модификаций – Темп-100Д марка А, Темп-100Д марка Б и Темп-200Д, который отличается более высоким содержанием ПАВ и высокой степенью очистки сильно загрязненных поверхностей.

Рекомендуемые условия применения:

Темп-100Д марка А, Б применяются в машинах струйного типа:

- температура рабочего раствора – 50-90 С;
- концентрация рабочего раствора – 5-10 г/л;
- время обработки – 2-5 мин.

Темп-200Д применяется в машинах погружного типа:

- температура рабочего раствора – 50-90 С;
- концентрация рабочего раствора – 15-30 г/л;
- время обработки – 10-20 мин.

Темп-100 – сыпучий порошок от белого до светло-желтого цвета. Его состав приводится в таблице 1.1.

Его эффективность особо проявляется при струйной мойке загрязненных узлов и агрегатов, удаляя смолистые отложения и масляные загрязнения, что способствует повышению производительности труда и качества работ при разборке агрегатов и дефектации деталей. Растворы Темп-100 в сочетании с загрязнениями образуют нестабильную легко расслаиваемую эмульсию. Легкие загрязнения всплывают на поверхность раствора, а тяжелые оседают на дно ванны, благодаря этому, моющий раствор возможно использовать несколько раз.

Обычно концентрацию Темп-100 в растворе поддерживают в пределах 5-10 г/л, а температуру – 70-90°C. В его раствор всегда вводится ингибитор для повышения его противокоррозионных свойств. Темп-100 позволяет сократить время мойки деталей на 20-30% в сравнении с другими СМС, обеспечивая при этом такое же качество мойки. На основе препарата Темп-100 разработаны другие его модификации, это Темп-101А, Темп-101Д. Использование этих препаратов 1,5 раза повышает противокоррозионную стойкость вымытых деталей (до 8 дней) в сравнении с другими СМС. Препарат Темп-101Д в своем составе имеет полиэлектrolит, который может разрушать масляные эмульсии.

Все перечисленные СМС биологически разлагаются при сливе в общую канализацию. С их использованием возможна мойка деталей и из легких сплавов, и из цветных, и из черных металлов. При этом после мойки деталей промывать их чистой водой не нужно.

Все применяемые в настоящее время СМС имеют определенные недостатки: невысокая скорость очистки, низкие моющие и ингибиторные свойства, низкая степень очистки при удалении асфальто-смолистых отложений, большая энергоемкость мойки при их использовании и другие.

С целью повышения противокоррозионных свойств в состав СМС включают ингибиторы коррозии, в основном хроматы, которые по степени опасности относятся ко второму классу опасности [4], токсичны и опасны, поэтому в своей работе мы предполагаем заменить токсичные и опасные ингибиторные добавки нетоксичными добавками.

1.4 Выводы по главе 1

1. В реальных условиях эксплуатации и хранения машины подвергаются отложению на их поверхностях различных загрязнений. К основным причинам этого процесса следует отнести окружающую среду. (перепады температуры, загрязнения атмосферы, влажность).

2. Для практических целей загрязнения делят на две разновидности: загрязнения наружных и загрязнения внутренних поверхностей. С.П. Беренсон классифицирует загрязнения по химическому составу (органические, неорганические, смешанные) и по характеру процессов, происходящих в загрязнении. Профессор К.К. Папок разделяет загрязнения на осадки, лаковые отложения и нагары (для ДВС). Есть классификации загрязнений по источникам образования и по их смачиваемости.

3. Согласно технологическому процессу ремонта машин в перечень работ по ремонту включаются наружная мойка машин, наружная мойка агрегатов, узлов, а также мойка отдельных деталей после разборки агрегатов и узлов. Операции мойки повышают производительность труда при проведении ремонтных работ, снижают трудовые и материальные затраты и улучшают условия труда ремонтников.

4. Для мойки узлов, агрегатов и деталей машин перед ремонтом используют различные способы: струйный, в моечных камерах, погружением в ванну с моющим раствором. В силу своих преимуществ наиболее используемым в настоящее время является способ мойки с использованием технологии струйного воздействия. С учетом этого для производственных исследований выбираем моечную машину АМ1400 АК отечественного производства (г. Пенза).

5. Анализируя характеристики используемых в настоящее время СМС, установлено, что наиболее приемлемым средством для мойки деталей двигателей в ремонтном производстве предприятий агропромышленного комплекса Рязанской области является СМС (техническое) «Темп-100» (ТУ

2149-133-10968286-2001). Его основными недостатками можно назвать низкие моющие и противокоррозионные свойства.

Нами определены следующие цель и задачи исследования.

Цель исследования – повышение эффективности мойки деталей машин при ремонте в сельском хозяйстве.

Эффективность технологического процесса мойки в свою очередь определяется степенью очистки и коррозионной стойкостью поверхности деталей после мойки, которые зависят от «режима, способа мойки, средств и оборудования для мойки. Их выбор определяется видом загрязнений, размерами и материалом деталей» [112]. Исходя из этого для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Улучшить моющие и противокоррозионные свойства синтетического моющего средства путем введения в его раствор специальной добавки.

2. Провести экспериментальные исследования по установлению закономерностей влияния соотношения концентраций СМС и специальной добавки в растворе на изменения моющих и противокоррозионных свойств раствора. Экспериментально определить рациональные значения концентраций компонентов в моющем растворе.

3. Изучить и определить возможность повышения ресурса отремонтированных агрегатов за счет совершенствования технологического процесса мойки деталей при ремонте техники.

4. Проверка результатов исследования в условиях производства и их технико-экономическая оценка.

ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ АГРЕГАТОВ

2.1 Факторы, влияющие на ресурс машин, и их анализ

Зависимость ресурса машины от коррозионной стойкости ее деталей существенна. «Коррозионная стойкость машины закладывается при ее конструировании, обеспечивается при производстве и поддерживается на стадии ее эксплуатации» [112].

По истечении не которого времени работы машины наступает нарушение ее работоспособности, под которым понимается остановка ее работы по техническим причинам, которые могут возникать и возникают по разным причинам (из-за поломки элемента, вследствие достижения предельного состояния и др.). Одной из причин наступления предельного состояния и снижения ресурса деталей машин является коррозия.

«По причине коррозии происходит существенная потеря металла, составляющая около 10% от объема ежегодно выплавляемого металла. Разрушение металлических конструкций, снижение качества или потеря способности механизмов выполнять свои функции, аварии и несчастные случаи на производстве из-за резкого снижения прочности элементов машин –это не полный перечень вредных последствий коррозии металлов, которые относятся к косвенным убыткам от коррозии.

Потери, вызываемые коррозией, составляют порядка 10% от объема выпускаемой металла. Это приводит к разрушению конструкций, к понижению качества продукции, а также к авариям и несчастным случаям на производстве. Ежегодные прямые убытки от коррозии сопоставимы с вложениями государства в наиболее крупные отрасли народного хозяйства. Размеры косвенных убытков значительно выше. Наряду с прямыми и косвенными убытками имеются неподдающиеся экономической оценке последствия коррозии: загрязнение окружающей среды, аварийные ситуации, обеднение природных ресурсов, понижение плодородных почв и др.» [133]. С коррозией машин всерьез начали

бороться с середины прошлого века, так как именно к этому времени окружающая среда загрязнилось настолько, что она начала агрессивно воздействовать на металлические конструкции [126].

По этой причине защита машин от коррозии является одной из самых актуальных задач.

«Термодинамическим показателем для химической коррозии является химический потенциал металла» (формула 2.1)[112, 134]:

$$\mu = \mu_0 + RT \ln(c_k / c_0) \cdot f_k \quad (2.1).$$

«где R – универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/моль·К;

μ_0 – стандартный химический потенциал;

T – термодинамическая температура, К;

c_k – конечная концентрация катионов металла, моль/л;

c_0 – начальная концентрация катионов металла, моль/л;

f_k – коэффициент активности частиц» [112].

«Для электрохимической коррозии термодинамическим показателем являются электродные потенциалы металлов, определяемые по уравнению Нернста» (формула 2.2) [112, 134, 135]:

$$E_{Me} = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{Me^{+n}} \quad (2.2),$$

«где R – универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/моль·К;

E_0 – стандартный электродный потенциал металла, В;

T – термодинамическая температура, К;

F – постоянная Фарадея, 96500 Кл;

n – число электронов, участвующих в процессе;

$a_{Me^{+n}}$ – активность ионов металла в растворе» [112].

Способность металлов вступать в коррозионные процессы выражается термодинамическим показателем. Скорость коррозии в металлах можно определить с учетом изменений (механических, электрических, оптических, структурных и др.) [112], происходящих в корродирующих металлах в течение определенного промежутка времени.

«Методы исследования и оценки коррозии металлов делятся на качественные и количественные» [23, 134].

«К качественным методам относятся внешний вид (окраска); появление продуктов коррозии, мути; микроскопические методы; оптические методы; применение индикаторов на катодных и анодных участках» [134].

«Для количественного измерения коррозии металлов применяются весовые, объемные, электрические, электрохимические, магнитометрические, манометрические и др. методы. Величину коррозии по изменению механических свойств оценивают путем измерения предела прочности и по относительному удлинению» [134].

«Показателем при определении скорости коррозии весовым методом является показатель скорости коррозии» [134]:

$$K = \frac{M_1 - M_2}{S \cdot t} \left[\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}} \right] \quad (2.3),$$

где M_1 – масса образца в начальном состоянии;

M_2 – масса образца после коррозии;

t – время испытания;

S – площадь образца.

«В ходе дальнейших исследований зависимость (2.3) была преобразована в (2.4) с учетом габаритных размеров опытных образцов и коэффициентов» [112]:

$$K = \frac{M_1 - M_2}{2[ab + (a + b)c] - \frac{\pi d^2}{2} + \pi dc} \times \frac{10000 \times 8760}{T} \quad (2.4),$$

где M_1 – масса в исходном состоянии, г;

M_2 – масса после коррозии, г;

T – время испытания, год;

a, b, c – линейные размеры исследуемого образца, мм;

$\pi = 3,14\dots$ – математическая постоянная величина;

8760 – коэффициент для перевода час в год;

1000 – коэффициент для перевода кг в г [112].

«При количественной оценке коррозии металлов необходимо учитывать фактор неравномерности коррозии»[134]:

$$n = \frac{S_k}{S_0} \cdot 100\% \quad (2.5),$$

где S_k – прокорродировавшая поверхность образца, м^2 ;

S_0 – общая поверхность образца, м^2 .

Потенциостатические исследования, рассмотренные нами в главах 3 и 4, относятся к электрохимическим методам исследования коррозии.

Противокоррозионная стойкость деталей объясняется наличием защитной пленки на их поверхности, которая образуется за счет «ингибиторов коррозии, присутствующих в многокомпонентном моющем растворе. Отметим, что защитная пленка образуется не только за счет ингибиторов коррозии» [112]. Продукты коррозии тоже могут служить в качестве защитной пленки.

На поверхности некоторых металлов в условиях комнатной температуры в результате контактирования с воздухом может сформироваться тончайшая окисная пленка. Чтобы этот слой окислов могла защищать металл от коррозии, он должен обладать хорошими адгезионными свойствами, сплошностью, устойчивостью к агрессивной среде.

«В зависимости от толщины защитные пленки бывают:

- тонкими ($< 40 \text{ нм}$);
- средней толщины ($40\text{-}500 \text{ нм}$);
- толстыми ($> 500 \text{ нм}$)» [112].

Сплошность защитной пленки можно определить из соотношения:

- $V_{ок} > V_{Me}$ – сплошная пленка;
- $V_{ок} < V_{Me}$ – несплошная пленка,

где $V_{ок}$ – объем окисла;

V_{Me} – объем металла.

Подсчитано[112]:

$$V_{Me} = \frac{A}{d}, \quad V_{ок} = \frac{M_{ок}}{nD_{ок}}, \quad (2.6)$$

«где d – плотность металла;

A – атомный вес металла;

$M_{ок}$ – молекулярная масса окисла;

$D_{ок}$ – плотность окисла;

n – число атомов металла в молекуле окисла» [112].

Отсюда следует, если

$$- \frac{V_{ок}}{V_{Me}} = \frac{Md}{nDA} < 1, \text{ пленка не сплошная;}$$

$$- \frac{V_{ок}}{V_{Me}} = \frac{Md}{nDA} > 1, \text{ пленка сплошная.}$$

Разрушение защитных пленок может происходить в виде микропузырей, пузырей без разрыва и с разрывом, растрескивания, отслаивания.

Одним из классификационных признаков коррозии является среда, где протекает процесс коррозии, в зависимости от этого коррозия классифицируется на жидкостную, газовую, подземную и др.

Процесс газовой коррозии протекает в камере сгорания ДВС и выпускном тракте машины. Скорость протекания газовой коррозии в значительной степени зависит от повышения температуры выше 600°C . При такой температуре чугун и углеродистая сталь быстро окисляются с образованием окалины – продукта газовой коррозии.

В процессе эксплуатации ресурс машин постоянно снижается. Это объясняется коррозией, износом, усталостью материалов изготовления деталей, которые повышают вероятность наступления неисправностей, отказов. У новой машины в сравнении со старой, всегда больший ресурс.

Основной задачей технической эксплуатации техники является обеспечение большего ресурса после ремонта и в процессе эксплуатации.

Формирование уровня ресурса отремонтированных агрегатов (двигателя) можно охарактеризовать следующими особенностями, представленными в схеме (рисунок 2.1).

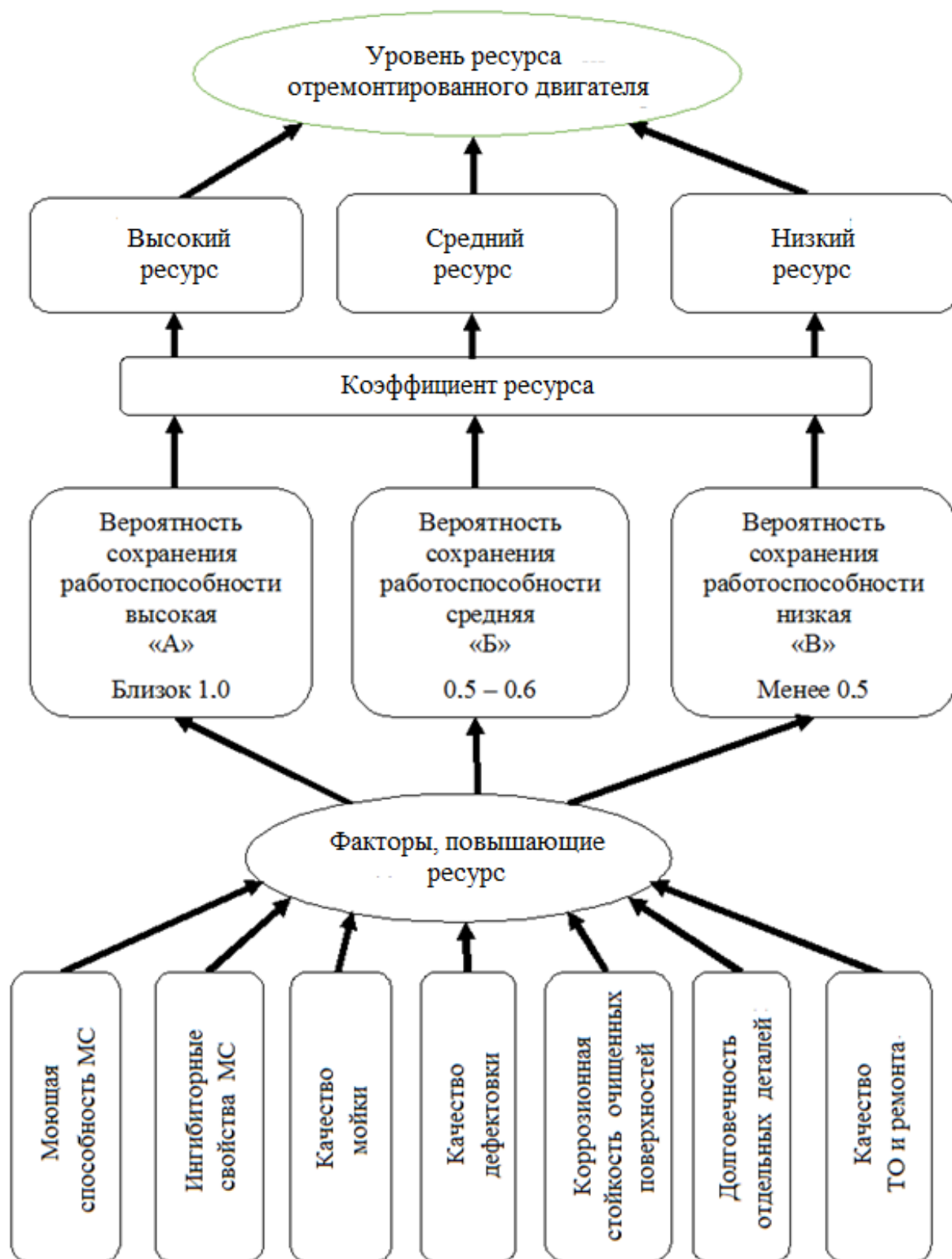


Рисунок 2.1 – Схема формирования уровня ресурса отремонтированного двигателя

На коэффициент ресурса влияет ряд факторов, функциональная зависимость от которого запишется в виде [112]:

$$K_{PEC} = f(K_{MC}; K_{ИС}; K_{Оч}; K_{ДЕФ}; K_{СТ}; K_{РР}; K_{ТОР}), \quad (2.7)$$

где K_{MC} – коэффициент, учитывающий влияние моющей способности раствора на ресурс;

$K_{ИС}$ – коэффициент, учитывающий влияние ингибирующей способности раствора на ресурс;

$K_{Оч}$ – коэффициент, учитывающий влияние качества очистки деталей (повышает качество дефектовки деталей) на ресурс;

$K_{ДЕФ}$ – коэффициент, учитывающий влияние качества дефектовки деталей (повышает качество выполнения работ по ТО и ремонту) на ресурс;

$K_{СТ}$ – коэффициент, учитывающий влияние коррозионной стойкости поверхностей деталей на ресурс;

$K_{РР}$ – коэффициент, учитывающий влияние ресурса отдельных деталей на ресурс машины;

$K_{ТОР}$ – коэффициент, учитывающий влияние качества ТО и ремонта на ресурс.

В качестве основных обобщенных показателей оценки уровня ресурса отремонтированных агрегатов можно использовать вероятность сохранения работоспособности при коэффициенте ресурса $\approx 1,0$.

Для достижения требуемого уровня ресурса машин должны участвовать проектные предприятия (их структурные подразделения), осуществляющие изготовление и эксплуатацию, а также ремонт и ТО машин. Отметим, что ресурс оказывает влияние на эксплуатационные производительность и экономичность машины. Эксплуатационная экономичность определяется потерями от простаивания машин по причине неисправности.

Составляющие формулы (2.8) оказывают влияние и на рациональный ресурс машины и ее агрегатов, а также ее остаточную стоимость при продаже. На основе изложенного можно утверждать, что ресурс является важным составляющим потребительской ценности машины.

Повышение ресурса машины – это вопрос, над которым работают многие ученые и специалисты сельскохозяйственного машиностроения, т.к. у

зарубежных машин, как показывает практика, ресурс в 1,5-2 раза выше, чем у отечественных машин.

Завод-изготовитель устанавливает средний ресурс агрегатов и систем машины. Но каждый пользователь, соблюдая правила эксплуатации, ТО и ремонта, бережно относясь к своей машине, может увеличить ее ресурс.

Одним из путей, определяющих увеличение ресурса машин, можно назвать совершенствование технологического процесса мойки деталей.

Так, добавка тетрабората аммония (ТБА) в количестве 5 г/л в 7%-й водный раствор «Темп-100» при мойке деталей в процессе ремонта двигателей Д-240 тракторов МТЗ-80, увеличивает ресурс двигателей Д-240 более, чем на 19%. Это обусловлено тем, что присутствие ТБА в моющем растворе способствует формированию на поверхности деталей тонкой защитной пленки, которая повышает коррозионную стойкость омываемых деталей. Второй причиной увеличения ресурса отремонтированных двигателей является повышение степени очистки поверхностей деталей, что объясняется влиянием ТБА на улучшение моющих свойств раствора «Темп-100», обеспечивающего высокое качество дефектовочных работ.

Строгое соблюдение периодичности проведения, выполнение полного перечня работ по видам ТО и ремонта, применение прогрессивных технологий обязательно для поддержания и повышения ресурса машин.

В данной работе нами доказано, что применение вновь разработанного моющего состава для мойки деталей узлов и агрегатов при ремонте способствует повышению ресурса машин.

2.2 Теоретическое обоснование влияния эффективности процесса мойки деталей на ресурс отремонтированной машины

Основной причиной снижения ресурса машины является износ ее деталей. Для предупреждения износа сопряжений путем своевременного проведения смазки, регулировочных работ и замены быстроизнашивающихся

деталей, для поддержания машины в работоспособном состоянии и восстановления ее технических характеристик устанавливаются ТО и ремонт.

«Техническое обслуживание; ТО: комплекс организационных мероприятий и технических операций, направленных на поддержание работоспособности (исправности) объекта и снижение вероятности его отказов при использовании по назначению, хранении и транспортировании» [22].

Этот процесс включает в себя диагностирование всех систем машины и выявление малейших неисправностей. Регулярное ТО машин с использованием современной аппаратуры позволит значительно повысить ресурс машин и их агрегатов.

«Основные виды ТО:

- плановое ТО (другие отраслевые названия: профилактическое, регламентированное) – техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется в соответствии с требованиями документации;

- внеплановое ТО (другие отраслевые названия: корректирующее, нерегламентированное) – техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется без предварительного назначения по техническому состоянию» [22].

Плановое ТО машины проводится в соответствии с графиком ТО, а внеплановое проводится перед продажей или новым владельцем после приобретения, перед сезонными работами независимо от технического состояния машины с целью обеспечения исправного состояния.

При ТО проводят совокупность всех технических воздействий, направленных на поддержание или возвращение изделия в работоспособное состояние [67].

ТО выполняется на самих предприятиях АПК или АТК, или на специализированных предприятиях. С целью предупреждения неисправностей и отказов машин или его агрегатов на сельскохозяйственных и автотранспортных предприятиях проводят профилактические мероприятия ТО, включающие диагностирование, сезонное обслуживание (СО), мойку и очистку.

«Ремонт: Комплекс технических операций и организационных действий по восстановлению исправного или работоспособного состояния объекта и восстановлению ресурса объекта или его составных частей» [22, 99].

«Ремонт включает локализацию, диагностирование, устранение неисправности и контроль функционирования.

Ремонты подразделяются на плановые и внеплановые:

- плановый ремонт – ремонт, выполняемый по плану в соответствии с требованиями документации. Плановые ремонты по объему выполняемых работ, трудоемкости и периодичности проведения подразделяются на текущие, средние и капитальные.

- внеплановый ремонт – ремонт, не предусмотренный планом. Внеплановые ремонты могут быть обусловлены отказом объекта, появлениями повреждений (неисправностей), нарушением правил технической эксплуатации. Внеплановые ремонты подразделяются на аварийно-восстановительные и ремонты по состоянию» [22].

В зависимости от назначения, характера выполняемых работ и их объема ремонт бывает текущим (ТР) и капитальным (КР), при этом проводят КР и ТР машины, а также КР и ТР двигателя.

Проведение ТР предусматривает устранение возникших отказов, обеспечение нормативных ресурсов машин и их агрегатов до КР, обеспечение безотказной работы отремонтированных агрегатов до очередного ТО.

ТР может выполняться на самих предприятиях АПК или специализированных сервисных и ремонтных предприятиях. При проведении ТР могут быть заменены отдельные поврежденные или изношенные детали агрегатов. Замена базовых деталей при проведении ТР не предусмотрена.

Ресурс агрегата и возможность дальнейшей эксплуатации определяются состоянием и ремонтпригодностью базовой детали.

ТО и ТР машин выполняется на универсальных постах, ремонт и регулировка агрегатов – на специализированных участках. К постовым работам относятся те, которые выполняются непосредственно на машине: моечные,

уборочные, крепежные, смазочные с агрегатами, снятыми с машины. На посты возлагают выполнение всех работ по ТР одного или нескольких агрегатов.

Потребность в ТР выявляется при контрольно-осмотровых работах ТО и в процессе использования машины. Водитель машины оформляет заявку на ТР, с указанием перечня работ для восстановления исправного состояния машины.

Машину направляют в КР при необходимости капитально отремонтировать кабину (кузов) и раму, или большинство агрегатов, а агрегат – при необходимости заменить или отремонтировать его базовую деталь.

Потребность машины (агрегата) в КР устанавливается проверкой их состояния после выполнения нормативной наработки (в мото-ч) до КР.

КР двигателя машины включает уборочно-моечные, контрольно-дефектовочные, контрольно-диагностические и регулировочные, крепежные, смазочно-заправочные и разборочно-сборочные, слесарно-механические и окрасочные работы [112].

Уборочно-моечные работы предназначены для:

- поддержания требуемого санитарного состояния по машине в целом;
- поддержания эстетического внешнего вида;
- защиты ЛКП от разрушения внешней средой;
- удаления загрязнений с поверхностей агрегатов и узлов машины;
- создания благоприятных условий для проведения ТО и ТР;
- повышения качества проведения диагностических, контрольно-дефектовочных и регулировочных работ;
- обеспечения высокой коррозионной стойкости поверхности вымытых деталей (с использованием разработанного в настоящей работе моющего состава).

Оценку влияния перечисленных работ на ресурс отремонтированного двигателя в баллах через их показатели: средний ресурс и средний срок сохраняемости соответственно можно представить в виде таблицы 2.1 [112].

Как видно из таблицы 2.1 из всего перечня работ КР и на ресурс, и на сохраняемость двигателя одновременно максимально влияют только УМР. Это подтверждает, что для повышения ресурса и сохраняемости отремонтированного двигателя, в первую очередь необходимо совершенствовать операции УМР.

Таблица 2.1 – Влияние работ по КР на ресурс и сохраняемость двигателя, в баллах [112]

Наименование работ	Влияние на	
	ресурс	сохраняемость
Уборочно-моечные	3	3
Контрольно-дефектовочные	3	1
Контрольно-диагностические и регулировочные	3	1
Крепежные	3	1
Смазочно-заправочные	3	2
Разборочно-сборочные	3	1
Слесарно-механические	3	2
Окрасочные	2	2

Примечание: «1» – незначительное влияние; «2» – среднее влияние; «3» – максимальное влияние.

Ресурс деталей машин обусловлен двумя взаимосвязанными факторами: наработкой и календарным сроком службы.

В последние годы в РФ реже стали выполнять КР машин. В европейских странах вообще отказались от КР машин, в основном проводят КР агрегатов. Качество выполнения каждой операции ремонта определяет ресурс машины.

Технологический процесс ремонта машины начинается с разборочно-очистных работ, а завершается сборкой.

Качество машин после ремонта, их гарантированная исправность в определенный промежуток времени регламентируется техническими условиями на сдачу в КР и выдачу из КР машин, их агрегатов и узлов.

Как известно, ресурс отремонтированного агрегата напрямую зависит от качества его ремонта. Все факторы, влияющие на качество ремонта, можно сгруппировать в две группы (рисунок 2.2): технологические; организационные.

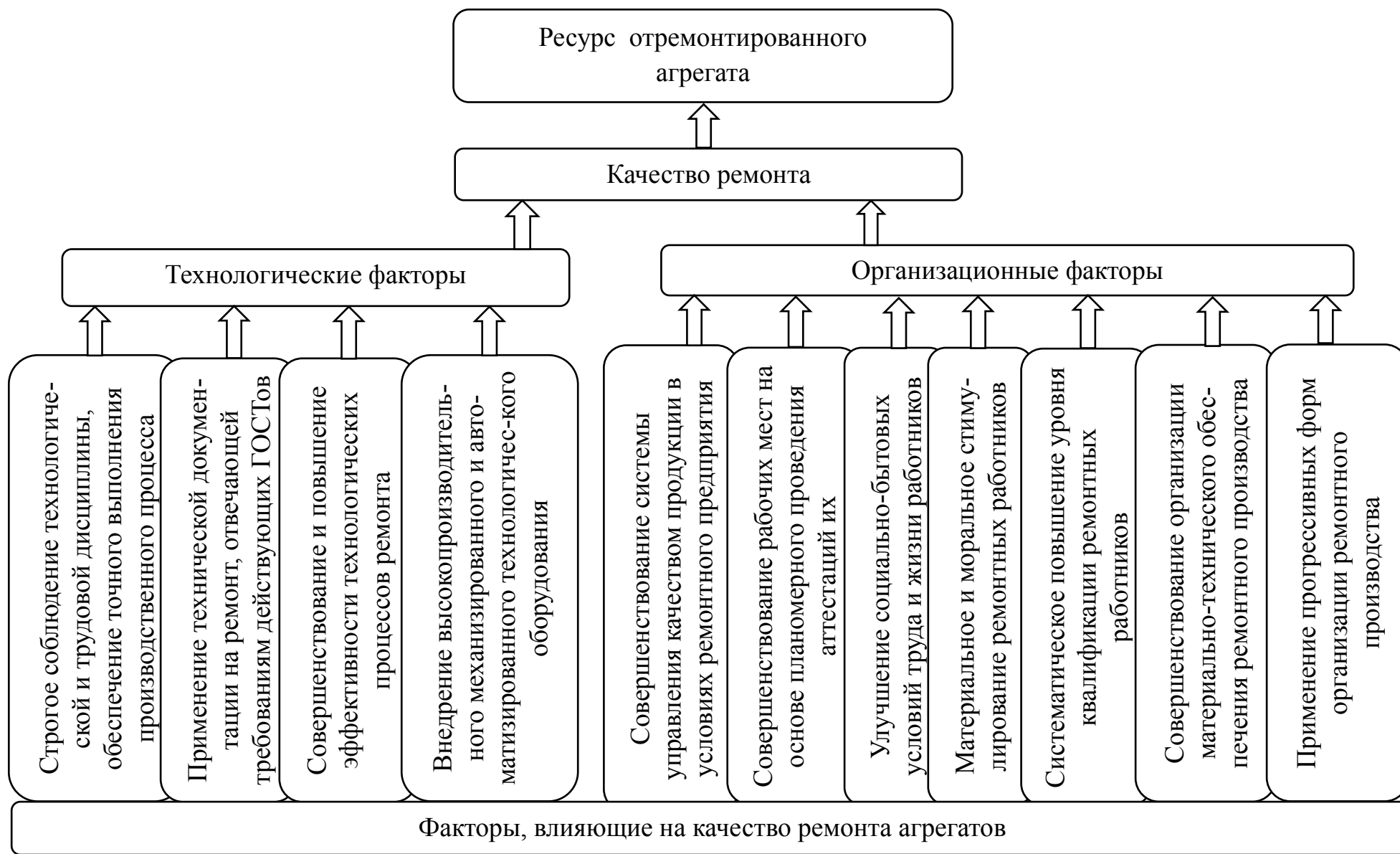


Рисунок 2.2 – Влияние качества ремонта на ресурс отремонтированных агрегатов

Одним из факторов, относящихся к технологическим, является повышение эффективности и совершенствование технологических процессов ремонта машин. Эту задачу можно реализовать совершенствованием мойки деталей, используя моющие растворы, разработанные в настоящей работе.

Трудоемкость (t) операций ТО (ремонта) – это затраты труда на выполнение в заданных условиях операции или группы операций ТО (ремонта), измеряемые в нормо-единицах (человеко-часах или человеко-минутах) [48].

Если операцию, ТО (ремонта) выполняет один работник, то продолжительность их выполнения равна численному значению трудоемкости. Если эту работу одновременно могут выполнять несколько работников (P), то продолжительность сокращается в (P) раз и составит:

$$t_c = \frac{t}{\varepsilon P}, \quad (2.9)$$

где ε – коэффициент совместимости работы нескольких исполнителей, $0 < \varepsilon \leq 1$.

«Различают нормативную и фактическую трудоемкость:

- нормативная трудоемкость является рекомендуемой изготовителем, корректируемой и используемой на предприятии для определения количества и оплаты труда исполнителей (тарифная ставка, руб./ч), а также для расчета с клиентами.

- фактическая трудоемкость – это затраты труда на выполнение определенной операции определенным исполнителем. Является случайной величиной и отличается от нормативной» [48].

Для установления зависимости общей трудоемкости технологического процесса ремонта агрегата (двигателя) машины от совершенствования технологии мойки воспользуемся анализом структуры операций ТО и ремонта (рисунок 2.3).

Общая трудоемкость технологического процесса ремонта агрегата (двигателя) машины $t_{общ.}$ равна сумме трудоемкостей отдельных операций.

$$t_{общ.} = t_{сн} + t_{н.м.} + t_{разб.} + t_{м.д.} + t_{деф.} + t_{комп.} + t_{сб.} + t_{обк.} + t_{уст.}, \quad (2.12)$$

где $t_{сн}$ – трудоемкость снятия двигателя с машины;

$t_{н.м.}$ – трудоемкость наружной мойки двигателя;

$t_{разб.}$ – трудоемкость разборки двигателя на узлы и детали;

$t_{м.д.}$ – трудоемкость очистки и мойки узлов и деталей;

$t_{деф.}$ – трудоемкость дефектации деталей;

$t_{комп.}$ – трудоемкость комплектования;

$t_{сб.}$ – трудоемкость сборки двигателя;

$t_{обк.}$ – трудоемкость обкатки и испытания двигателя;

$t_{уст.}$ – трудоемкость установки двигателя на машину.

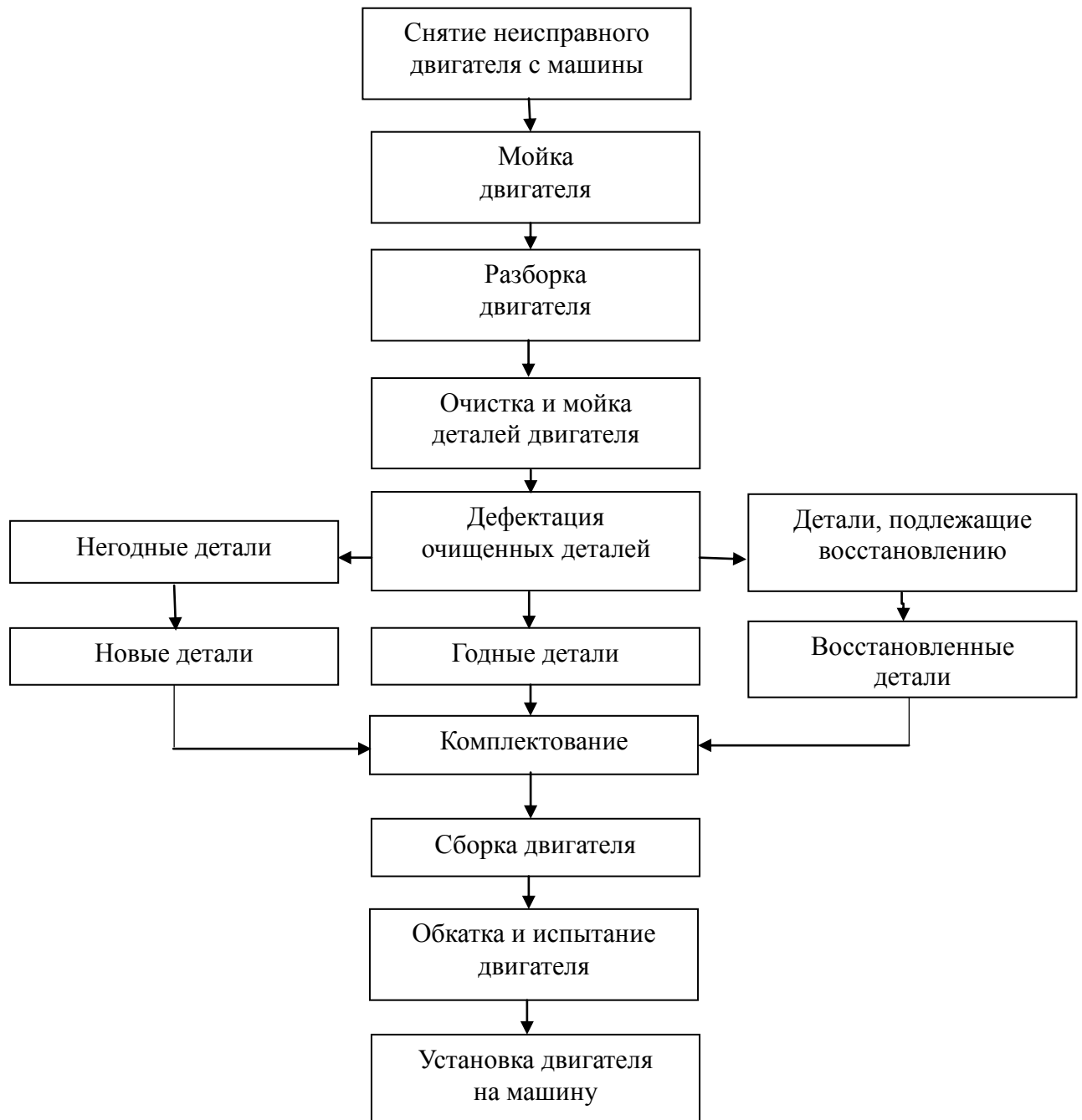


Рисунок 2.3 – Схема технологического процесса ремонта двигателя машины

Анализ формулы 2.12 позволяет сделать вывод, что общая трудоемкость технологического процесса ремонта двигателя машины при использовании для

мойки его агрегатов, узлов и деталей раствора вновь разработанного более эффективного состава будет существенно снижена, т.к. трудоемкости таких операций, как наружная мойка двигателя, очистка и мойка узлов и деталей двигателя, дефектация деталей будут снижаться, в первую очередь, за счет сокращения продолжительности мойки и дефектации.

Удельная трудоемкость технологического процесса ремонта двигателя также будет снижаться по причине того, что наработка машины в эксплуатационном цикле между двумя ремонтами двигателя при мойке его деталей в процессе ремонта с использованием раствора вновь разработанного состава увеличивается на 19%.

2.3 Механизм моющего действия многокомпонентного раствора на загрязнения деталей

«Технологический процесс мойки — это комплекс параллельно-последовательных физико-механических и физико-химических процессов. В основе этих процессов лежат такие явления как смачивание, адсорбция, диспергирование, в том числе эмульгирование, стабилизация и коагуляция дисперсий, пептизация, адгезия, набухание, растворение, солубилизация и пенообразование» [112].

Комплекс, перечень и полнота перечисленных явлений в процессе мойки зависит от обмываемой поверхности, вида загрязнения, очищаемой среды, состава, температуры, механической и химической активности моющего раствора.

Первой фазой процесса мойки является смачивание. В процессе мойки моющий раствор и обмываемая поверхность контактируют друг с другом. Моющее действие раствора определяется степенью этого контакта: чем выше степень контакта, тем выше моющее действие раствора, и наоборот, чем ниже степень контакта, тем ниже моющее действие раствора.

Смачиваемость определяется «краевым углом θ , который образуется между проекцией касательной, проведенной к поверхности жидкости из точки

контакта твердой – m , жидкой – $ж$ и газообразной – $г$ поверхностей, и самой касательной» (рисунок 2.4) [29, 112]. Краевой угол определяет адгезионные и когезионные свойства моющей жидкости.

Если краевой угол тупой, то когезионные свойства преобладают над адгезионными и очищаемая поверхность не смачивается раствором (рисунок 2.4, a). Если краевой угол острый, то адгезионные свойства преобладают над когезионными и очищаемая поверхность смачивается раствором (рисунок 2.4, $б$). Мойка загрязненных поверхностей деталей возможна только при $0^\circ < \theta < 90^\circ$ и $\theta = 0$ (рисунок 2.4, $б$ и $в$).

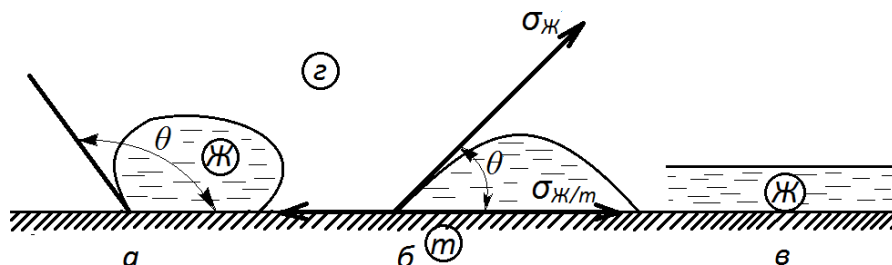


Рисунок 2.4 – Краевые углы смачивания обмываемой поверхности:

- a – $90^\circ < \theta < 180^\circ$ –ничтожно малая смачиваемость;
- $б$ – $0^\circ < \theta < 90^\circ$ –удовлетворительная смачиваемость;
- $в$ – $\theta = 0$ –смачиваемостьполная

Поверхности, которые смачиваются обычной водой, являются гидрофильными.

Поверхности, которые не смачиваются обычной водой (вода не растекается по поверхности, а образует капельки), являются гидрофобными.

Гидрофильные загрязнения намокают, растекаются по поверхности деталей и смываются струей воды. Но полного смачивания добиться практически невозможно.

Для улучшения смачивания гидрофобных загрязнений в составе моющих растворов должны содержаться ПАВ.

Молекулы ПАВ могут располагаться в воде таким образом, что их гидрофильная часть (полярная «головка») погружается в воду, а гидрофобная (углеводородная «хвостовая» сторона) часть поворачивается кверху (рисунок

2.5). Это происходит по той причине, что гидрофильная часть ПАВ растворяется в воде, а гидрофобная всплывает наружу. Такое явление способствует тому, что молекулы ПАВ в основном концентрируются на поверхности раздела фаз [73] и называется адсорбцией.

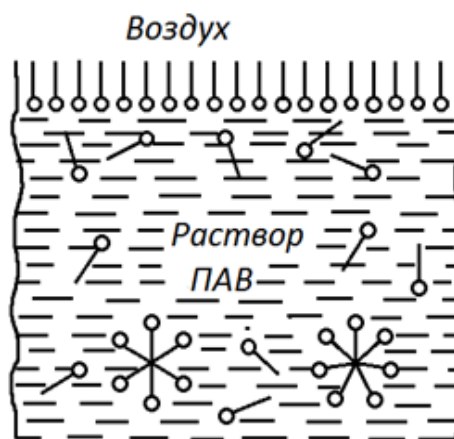


Рисунок 2.5 – Концентрация молекул ПАВ на поверхности раздела фаз:
воздух–раствор ПАВ

Адсорбция представляет из себя самопроизвольный процесс, поэтому ей свойственно уменьшение свободной энергии.

Вещество, которое скопляет на своей поверхности другие вещества, называют адсорбентом, а вещества, концентрирующиеся на поверхности, называют адсорбтивами. Отсюда следует, что роль моющего компонента в составе СМС исполняют ПАВ, а роль ингибиторов – специальные противокоррозионные добавки.

Образование эмульсии путем перехода частиц загрязнения в объем моющего раствора называется эмульгированием. Эмульсия представляет из себя консистенцию жидкостей, которые не растворяются, а распределяются в друг друге в виде мелких капель.

ПАВ активизируют процесс перехода частиц загрязнения в раствор (рисунок 2.6), где они измельчаются и содержатся в растворе. Этот процесс называют диспергированием. Очень важно, чтобы моющий раствор исключил возможность оседания частиц загрязнений на поверхность обмываемых деталей.

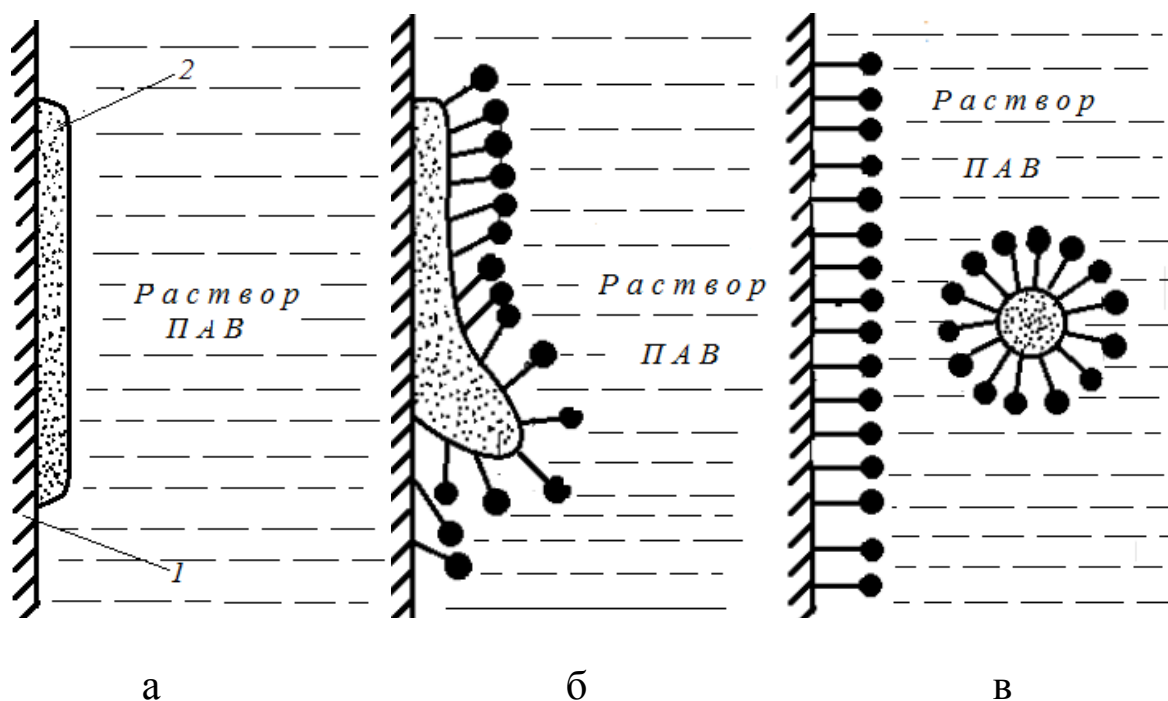


Рисунок 2.6 – Схема перехода частиц масляного загрязнения в объем раствора:

1 –деталь; 2 –загрязнение; а – исходное состояние;

б – увеличение объема и образование капелек загрязнения;

в – эмульгированная капля масла

Стабилизатор – это вещество, которое препятствует слиянию капель.

Роль стабилизатора в моющем растворе в основном выполняют эмульгаторы (рисунок 2.7).

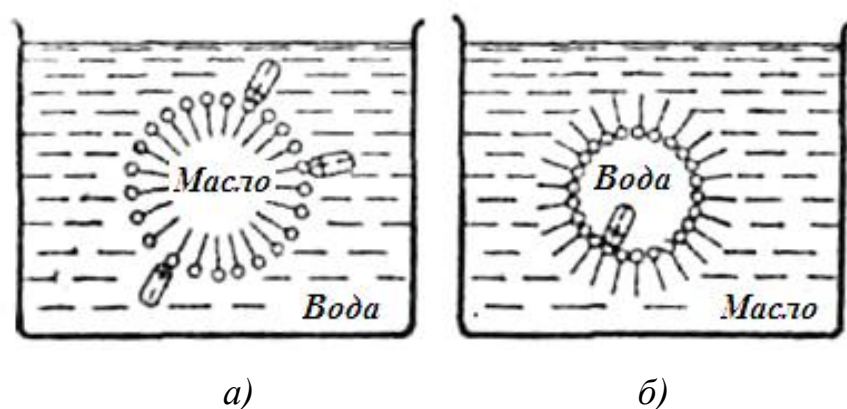


Рисунок 2.7 – Стабилизация эмульсий: а) – прямая; б) – обратная

Солубилизацией называют способность моющего раствора удерживать в своем объеме частицы загрязнений [73]. Иногда ее называют коллоидным

растворением. Солюбилизация повышает температурную устойчивость моющих растворов при охлаждении и нагревании.

Пептизацией называют процесс повышения раздробленности (дисперсности) частиц загрязнения[73]. Присутствие пептизаторов в растворе способствует ослаблению связей между раздробленными частицами загрязнений, образованию суспензии (нахождение твердых частиц загрязнений во взвешенном состоянии в объеме раствора).

Технологический процесс мойки, вследствие реакции гидролиза при растворении СМС в воде, может протекать с обильным пенообразованием.

Пены –крупные пузырьки газа в растворе, разделенные пленочными стенками, и образующие дисперсионную среду.

Причиной образования пены в моющем растворе является попадание воздуха в процессе перемешивания СМС. Пена поглощает в себя частицы грязи из раствора и с обмываемых поверхностей деталей. В связи с тем, что и слишком обильное, и недостаточное пенообразование снижают качество мойки деталей, количество пены регулируют добавлением в растворы пеногасителей (алкиламины, эфиры, спирты).

«Молекулы ПАВ на стенках пузырьков располагаются так же, как на поверхности моющего раствора: гидрофобными концами к воздуху, гидрофильными – к воде. Пузырьки воздуха оказываются заключенными в пленку, внутренняя сторона которой является гидрофобной, а наружная – гидрофильной» [112].

Для предотвращения повторного осаждения частиц загрязнений на обмываемой поверхности деталей в состав СМС добавляются специальные полимеры, которые предотвращают резорбцию.

После завершения процесса мойки молекулы моющего средства оседают на поверхности частиц загрязнений и вымытой поверхности, изолируя их друг от друга и препятствуя укрупнению частиц загрязнений.

Процесс мойки деталей включает три стадии (рисунок 2.8):

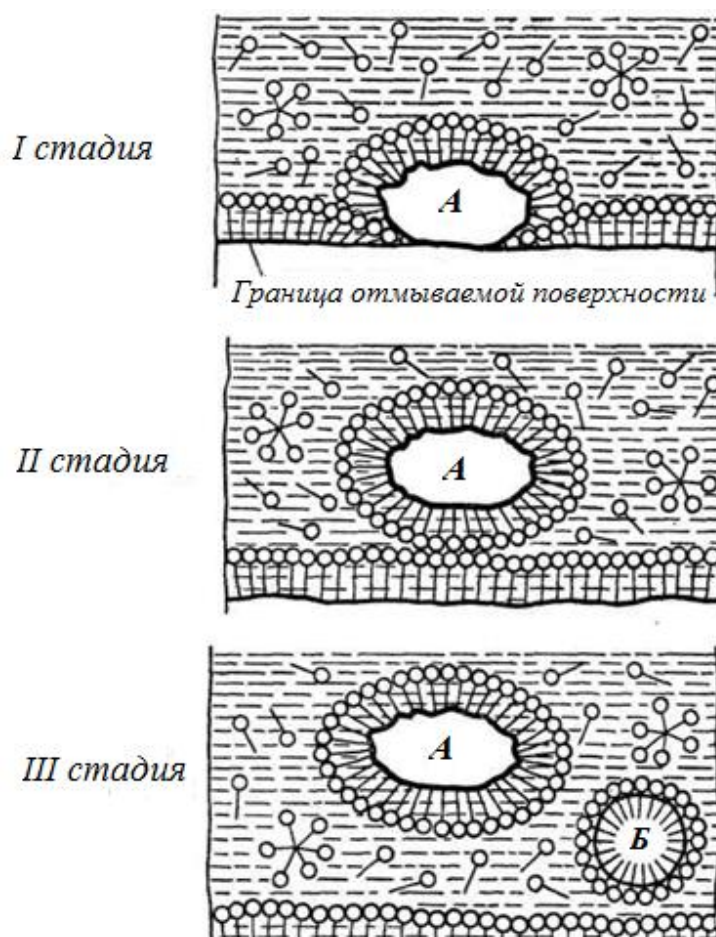


Рисунок 2.8 – Стадии процесса мойки деталей

- I стадия – молекулы ПАВ концентрируются на поверхности частицы загрязнения и поверхности детали;
- II стадия – частица загрязнения отделяется от отмываемой поверхности детали;
- III стадия – жидкая частица загрязнения всплывает на поверхность моющего раствора, а твердая – оседает на дно ванны.

««Поверхностно-активное вещество» по рекомендациям Международной комиссии по терминологии Международного комитета по ПАВ определяется как вещество, способное из раствора (истинного или коллоидного) в жидкой среде адсорбироваться на поверхности раздела фаз [жидкость – газ (пар), жидкость – жидкость, жидкость – твердое тело] с соответствующим понижением свободной энергии (поверхностного натяжения) на этой поверхности» [112].

ПАВ разделяются на ионогенные и неионогенные (рисунок 2.9)[112].

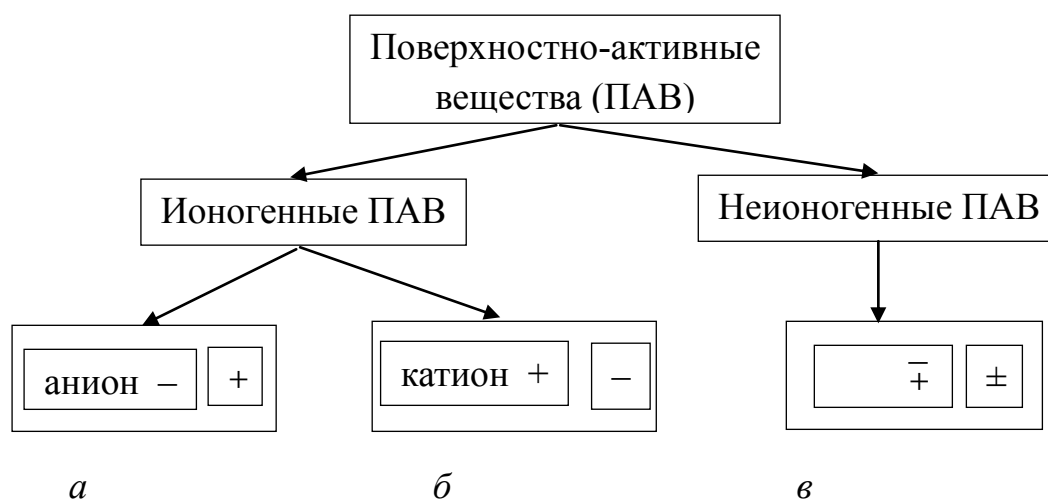


Рисунок 2.9 – Классификация ПАВ с изображением схемы их молекул:

а – анионоактивные; *б* – катионоактивные; *в* – неионогенные

«Ионогенные ПАВ – это ПАВ, способные диссоциировать в воде. По характеру образующихся ионов они делятся на две основные группы [73]. Если углеводородная часть молекулы ПАВ входит в состав аниона, то соединение относят к анионоактивным ПАВ (рисунок 2.9, *а*). Соответственно катионоактивные ПАВ (рисунок 2.9, *б*) образуют в водных растворах катионы, содержащие углеводородные радикалы.

Молекулы неионогенных ПАВ содержат неионизирующиеся полярные группы, в состав которых входят атомы кислорода, азота и серы. Одни авторы предполагают, что неионогенные ПАВ могут проявлять свойства анионоактивных ПАВ, а другие утверждают, что они способны проявлять катионоактивный характер» [112]. Эти утверждения условно показаны на рисунке 2.9, *в*.

В реальности все происходит достаточно сложнее, потому что активность неионогенных ПАВ объясняется огромным количеством неионогенизирующихся гидрофильных групп.

Загрязнение поверхности деталей разделяется на три условных слоя (рисунок 2.10)[112]:

- *а* – наружный слой, состоит из пыли и других легкоотделимых примесей;
- *б* – средний слой, состоит из более плотных компонентов и для удаления требует специальных механизмов;

– *в* – внутренний слой, состоит из компонентов повышенной прочности и для удаления требует использования СМС и специальных добавок к ним.

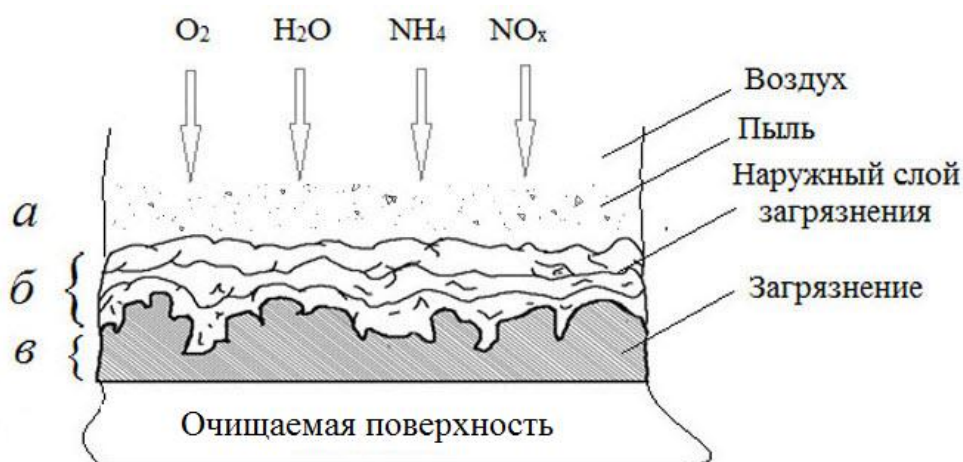


Рисунок 2.10 – Общий вид загрязнения на поверхности машин

Наружный слой загрязнения можно легко удалить, воздействуя на него струей сжатого воздуха или воды.

На средний слой постоянно воздействует атмосфера, вредные газы и влажность атмосферного воздуха, что повышает его прочность, поэтому его полное удаление под воздействием напора струи воды невозможно.

Внутренний слой имеет достаточно сильную связь с очищаемой поверхностью, поэтому для полного его удаления часто требуется мойка в моечных камерах или выварка в моечных ваннах.

При ударе струи жидкости о поверхность обмываемой детали возникают касательные и нормальные напряжения, которые механически разрушают слой загрязнения, его адгезионно-когезионные связи, что способствует удалению загрязнений с поверхности детали. Удаление слоя загрязнения происходит тогда, когда сила удара струи об обмываемую поверхность детали преобладает хотя бы над одной из прочностных характеристик (адгезионных или когезионных) загрязнений.

Сила удара струи (P) определяется по формуле [112]:

$$P = m_0 \cdot v_0 \cdot (1 - \cos \alpha) = \rho \cdot \omega_0 \cdot v_0^2 \cdot (1 - \cos \alpha) (H), \quad (2.13)$$

«где m_0 – секундная масса жидкости, кг/с;

v_0 – скорость потока (скорость истечения воды из сопла), м/с;

α – угол оттекания струи от точки встречи с преградой, рад;

ω_0 – живое сечение набегающей струи, м²;

ρ – плотность жидкости, кг/м³.

Следовательно, сила удара струи прямо-пропорциональна скорости потока» [112], которая определяется по формуле (2.14) [112]:

$$v_0 = \varphi \cdot \sqrt{2gH}, \quad (2.14)$$

«где $\varphi = 0,475 - 0,98$ – коэффициент скорости потока. Зависит от формы отверстия и типа насадки;

H – напор воды, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²» [112].

Силу удара струи P , не изменяя расход воды Q , можно увеличить путем уменьшения диаметра сопла d и увеличения скорости истечения воды v_0 . Это следует «из формулы (2.14) с учетом формулы для определения расхода воды через свободное сечение насадки диаметром d » [112]:

$$Q = \frac{\pi d^2 v_0}{4 \cdot 1000}; \quad (2.15)$$

«Условия отрыва частицы загрязнения от обмываемой поверхности детали определяются по рисунку 2.11 из схемы сил воздействия струи жидкости на частицу загрязнения» [112].

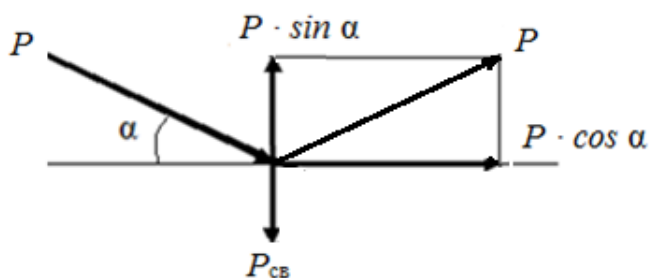


Рисунок 2.11 – Схема сил воздействия струи жидкости на частицу загрязнения на поверхности детали [112]

При струйной очистке статистический напор жидкости преобразуется в динамическое давление. Условием удаления загрязнений является превышение

динамических давлений жидкости над прочностными свойствами загрязнений:

$$P \cdot \sin \alpha \gg P_{\text{св.}} \quad (2.16)$$

При этом факторами, определяющими эффективность удаления загрязнений с поверхностей деталей являются:

- температура моющей жидкости [10];
- скорость струи жидкости;
- химическая активность моющего раствора;
- угол растекания струи;
- профиль насадки.

Существует много способов для оценки степени очистки поверхностей после мойки деталей: визуальный, количественный и другие. При количественной оценке используют гравиметрический метод и степень очистки определяют по формуле [112]:

$$C_{\text{оч.}} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%, \quad (2.17)$$

где M_1 – масса загрязнения на испытуемых образцах до мойки, г;

M_2 – масса оставшегося загрязнения на образцах после мойки, г.

Для комплексной оценки СМС недостаточно определения степени очистки поверхностей от загрязнений. Немаловажное значение для этого имеет способность СМС повышать противокоррозионную стойкость обмываемой поверхности деталей «за счет образования на ней тонкой защитной пленки, что исключает дополнительную обработку деталей различными консервационными составами, например, ингибированным водно-восковым составом (ИВВС), защитной водно-восковой дисперсией (ЗВВД)» [112].

2.4 Выводы по главе 2

1. Доказано, что ресурс двигателей машин в процессе ремонта может быть повышен путем совершенствования технологических процессов мойки деталей.

2. Установлено, что низкая степень очистки и противокоррозионная стойкость вымытых деталей из-за низкой эффективности процесса мойки способствуют нарушению работоспособности и низкому ресурсу машин. Известно, что повышением качества очистки деталей межремонтный ресурс машин увеличить на 20-30%, производительность труда – до 8 %.

3. На уровень ресурса машин наравне с другими факторами оказывают влияние: свойства моющего раствора; степень очистки поверхностей деталей; качество дефектовки деталей; коррозионная стойкость очищенных поверхностей; ресурс отдельных деталей; качество ТО и ремонта.

4. Основными оценочными показателями СМС являются степень очистки поверхностей обмываемых деталей от загрязнений, для количественной оценки которой используют гравиметрический метод, и способность повышать противокоррозионную стойкость обмываемых деталей за счет формирования на их поверхности тонкой защитной пленки, что исключает дополнительную обработку деталей различными консервационными составами. Моющим компонентом в СМС являются ПАВ.

5. Для защиты деталей от коррозионного разрушения в системах, работающих с постоянным или мало обновляемым объемом растворов, какими являются ванны машин для мойки узлов и деталей, используют ингибиторы коррозии. Обеспечивающим противокоррозионные свойства компонентом в СМС являются ингибиторные добавки.

ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

3.1 Методика исследования моющих свойств растворов в лабораторных условиях

Для исследования моющих свойств растворов в лабораторных условиях применяли лабораторную моечную установку (рисунок 3.1)[112].

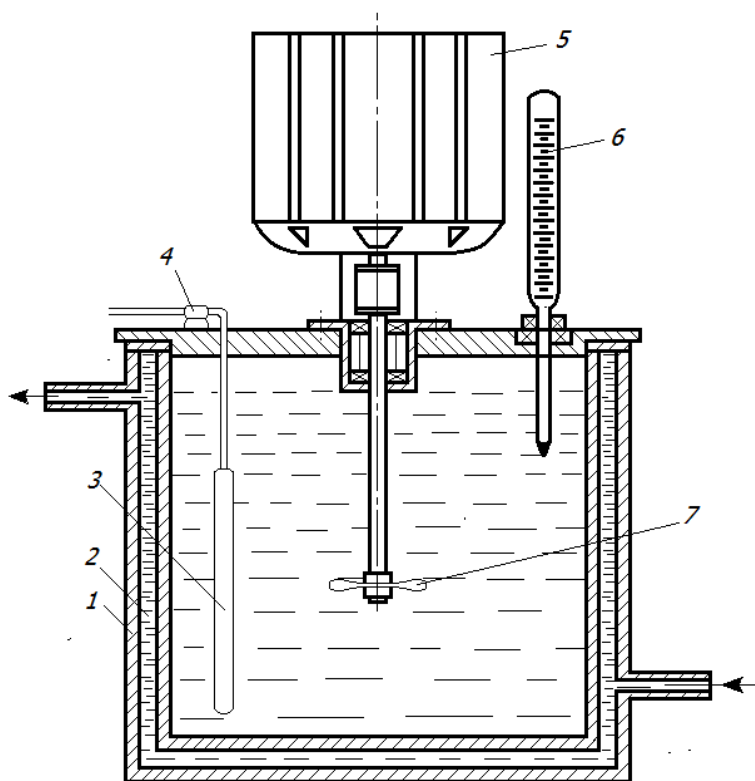


Рисунок 3.1 – Лабораторная моечная установка: 1 – двустенная термостатированная ванна емкостью 1,5 л; 2 – рубашка; 3 – образец; 4 – кронштейн; 5 – электродвигатель с частотой вращения 300 мин^{-1} ; 6 – термометр; 7 – пропеллерная мешалка[112]

«Температуру раствора в ванне объемом 1 л поддерживали прокачиванием горячей воды через рубашку. Раствор в ванне активировали с помощью пропеллерной мешалки 7.

Определение моющей способности раствора проводили с использованием в качестве образца 3 стальной, шлифованной с одной стороны пластины размерами $30 \times 100 \times 2$ (мм), в качестве модельного загрязнения – смесь отработавшего дизельного (моторного) масла и смолистого отложения из

центрифуги соотношением 2:1. Для установки образцов в моечную установку использовали кронштейн 4, для контроля температуры жидкости – термометр 6» [113].

Методика выполнения работ по исследованию моющего свойства растворов описана в [113] и была следующей:

1. «Подготовка образцов:

- удаление продуктов коррозии;
- обезжиривание поверхности образцов с одной стороны венской известью;

- промывка холодной водой;

- просушка между листами фильтровальной бумаги;

2. Измерение размеров образцов;

3. Взвешивание образцов с занесением данных в таблицу 3.1;

4. Нанесение на обезжиренную поверхность образцов модельного загрязнения в количестве 0,1 г равномерным слоем. Выдерживание образцов на воздухе в течение 30 мин. Взвешивание образцов с загрязнением и занесение данных в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Форма таблицы экспериментов

№ № п/ п	Наимено- вание моющего средства	Концентра ция моющего средства	Продолжи тельность мойки, мин	Темпера турамою щего раствора, °С	Масса образца, г	
					до мойки (с загрязне нием)	после мойки

5. Установка образца с модельным загрязнением в моечную установку.

6. Заливка в ванну моечной установки 1л моющего раствора и его нагревание до температуры в соответствии с программой испытания.

7. Определение моющей способности растворов;

8. Определение смачиваемости моющих растворов;

9. Занесение полученных данных в таблицу.

Моющую способность определяли весовым методом, который основывается на определении процента смываемости загрязнений с поверхности детали:

$$C = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%, \quad (3.1)$$

где M_1 – масса образца до очистки (с модельным загрязнением), г;

M_2 – масса образца после очистки, г.

При этом загрязнения наносятся только с одной стороны образца, т.к. при двустороннем нанесении загрязнения взвешивание образца на весах затрудняется и возможно допущение ошибок в определении массы нанесенного загрязнения»[113].

3.2 Методика подготовки образцов для экспериментов

Для лабораторных исследований использовали экспериментальные образцы размерами $30 \times 100 \times 2$ (мм), изготовленные из листовой (рисунок 3.2).

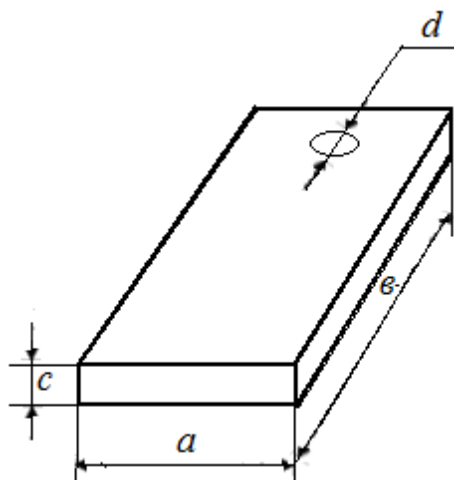


Рисунок 3.2 – Экспериментальный образец из стали 40Х:

a – ширина, b – длина, c – толщина, d – диаметр отверстия

Материалом экспериментальных образцов выбрана сталь 40Х в связи с тем, что большинство деталей двигателей Д-240 изготовлены именно из этой стали (таблица 3.2).

Подготовку образцов к эксперименту выполняли по методике, которая описывается в [112].

Загрязнение наносили на одну сторону образца с помощью кисточки, определяли массу образца с загрязнением, в кронштейне готовили пакеты из 5 образцов, устанавливали кронштейн в лабораторную установку и осуществляли мойку.

Таблица 3.2 – Материалы некоторых деталей двигателя Д-240
[Справочник моториста http://www.dizelmotor.in/index/detali_dvigatelja/0-33]

Наименование детали	Обозначение	Материал
Блок цилиндров	240-1001010	Высокопрочный серый чугун
Головка блока цилиндров	240-1001020	Высокопрочный серый чугун
Вал коленчатый	240-1005020-Б2	Сталь 40Х2АФЕ
Маховик	245-1005120	СЧ20
Шатун	240-1004112-А	Сталь 40ХН2МА
Болт шатунный	А20.07.002	Сталь 40ХН2МА
Шкив (коленчатого вала)	240-1005133-М	СЧ20
Поршень	245-1004021	АК 12 (АЛ 25)
Палец поршневой	50-1004042-А1	Сталь 12ХН3А
Кольцо компрессионное	А27.00.02-02	Специальный чугун
Кольцо компрессионное	А27.01.02-129	Специальный чугун
Кольцо маслосъемное	А27.1170.000	Специальный чугун
Втулка (верхней головки)шатуна	240-1004115-А	Сталь 10-бронза ОФ6,5-0,15
Крышка шатуна	240-1004125-А	Сталь 40ХН2МА
Гайка шатунного болта	А20.03.001	Сталь 40ХН2МА
Шестерня ведущая	50-1403075-В	Сталь 40Х
Шестерня ведомая	50-1403115-Б	Сталь 40Х
Шестерня привода масляного насоса	245-1403228	Сталь 40Х

Определение степени очистки, противокоррозионной стойкости, скорости коррозии (убыли массы с единицы площади в единицу времени, $\text{г/м}^2 \cdot \text{год}$), относительной погрешности измерений габаритных размеров и определения массы образцов производили по методике, описанной в [112].

Полученные результаты экспериментов заносили в таблицу, форма которой приведена в [112].

3.3 Обоснование количества параллельных опытов

С целью установления количества параллельных образцов для получения одной точки эксперимента необходимо определить меру вариабельности результатов и рассчитать минимальное потребное количество тест-образцов, которое рассчитывается по результатам предварительных опытов [6, 82]:

$$N = \frac{t^2 v^2}{\varepsilon^2}, \quad (3.5)$$

где t – нормированное отклонение результатов (при нормальном законе распределения и надежности экспериментов $p = 0,05$ и $t = 1,96$);

v – коэффициент вариации, рассчитанный по результатам предварительных экспериментов или аналогических исследований, описанных в научных отчетах;

ε – принятая относительная ошибка экспериментов, задается экспериментатором на уровне 1, 3, 5, 7, 10%.

При проведении предварительных экспериментов количество опытов или параллельных образцов определяется по таблице случайных чисел.

Для наглядности проведем аналогичные исследования с моющими растворами. Исходные данные:

– образцы размерами 100×30×2 мм, подготовленные соответствующим образом. На одну сторону образцов наносили искусственное загрязнение;

– уровень значимости $p = 0,05$, относительная ошибка $\varepsilon = 3\%$, тогда $t = 1,96$ (квантиль распределения Ляпунова, тогда $N = 11$ (пересечение колонки 24 со строкой 8 в таблице случайных чисел)).

Выходные данные – масса нанесенного загрязнения (таблица 3.3).

Проверим принадлежность крайних членов ряда к совокупности с помощью τ -критерия:

$$- \text{левый член } \tau_{\text{лев.}} = \frac{x_2 - x_1}{x_{n-1} - x_1} = \frac{3,0010 - 2,9621}{3,5620 - 2,9621} = 0,065;$$

$$- \text{правый член } \tau_{\text{прав.}} = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_2} = \frac{3,5620 - 3,5590}{3,5620 - 3,0010} = 0,0183.$$

$$\tau_{\text{табл.}(p=0,05; n=11)} = 0,450.$$

$$\tau_{\text{расч.}} < \tau_{\text{табл.}(p; n)}.$$

«Отсюда следует, что все члены принадлежат совокупности» [112].

Таблица 3.3 – Масса образцов, подготовленных к экспериментам

№№ образцов	Масса чистого образца, г	Масса образца с искусственным загрязнением, г	Масса загрязнений, г
1	46,2821	49,2442	2,9621
2	45,9907	48,9917	3,0010
3	46,2533	49,1804	2,9271
4	45,4172	48,5650	3,1478
5	45,9010	49,1300	3,2290
6	45,7122	49,0528	3,3406
7	46,0329	49,4907	3,4578
8	45,7188	49,2278	3,5090
9	45,8024	49,3535	3,5511
10	46,7070	50,2660	3,5590
11	45,5555	49,1175	3,5620
Сумма:			36,2466

Определим дисперсию, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации ряда, для чего воспользуемся вспомогательной таблицей 3.4.

Среднеарифметическое:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{11} \cdot 36,2466 = 3,295\%;$$

– дисперсия:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{0,75220}{11-1} = 0,07522;$$

– среднеквадратическое отклонение:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{0,07522} = 0,1743;$$

– коэффициент вариации:

$$\vartheta = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{0,1743}{3,295} \cdot 100\% = 3,32\%;$$

Таблица 3.4 – Вспомогательные расчеты

№ п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2,9621	–0,2309	0,0533
2	3,0010	–0,1919	0,0368
3	2,9271	–0,1659	0,0275
4	3,1478	–0,0451	0,0020
5	3,2290	0,1360	0,0185
6	3,3406	0,2134	0,0455
7	3,4578	0,2648	0,0701
8	3,5090	0,3160	0,0998
9	3,5511	0,3580	0,1282
10	3,5590	0,3660	0,1339
11	3,5620	0,36905	0,1362
Сумма:	36,24659		0,7522

Совокупность подчиняется нормальному закону распределения случайных чисел.

Параллельное количество экспериментов (повторности) при относительной ошибке $\varepsilon = 3\%$ составит:

$$N = \frac{t^2 v^2}{\varepsilon^2} = \frac{1,96^2 \cdot 3,32^2}{3^2} = 4,7.$$

Принимаем количество повторности $N = 5$.

3.4 Методика повышения эффективности технологического процесса мойки деталей

Ресурс отремонтированных агрегатов и машины в целом зависит от совершенствования технологического процесса мойки деталей. Такое явление объясняется повышением качества ремонтных работ и повышением коррозионной стойкости деталей, связанного с формированием на их поверхности тонкой защитной пленки [109].

В работе для повышения эффективности технологического процесса мойки в раствор СМС «Темп-100» добавляли $(\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7$ – тетраборат аммония (ТБА). Мойку деталей осуществляли по рациональным параметрам процесса

мойки.

Для определения рационального состава моющего раствора в начале определили рациональную концентрацию «Темп-100» в водном растворе, а затем определяли рациональный состав моющего раствора со специальной добавкой ТБА.

Для этого пользовались математическим планированием экспериментов плана $N = 2^2$ [6,26,82].

Ввели обозначения:

x_1 – концентрация «Темп 100» в растворе;

x_2 – концентрация ТБА в растворе.

В ходе экспериментов одновременно менялись концентрации «Темп-100» и ТБА. Составили матрицу планирования по методике, приведенной в [112] (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Матрица планирования полного факторного эксперимента плана $N = 2^2$ [112]

Наименование	Значения переменных		Результаты опытов y_n
	x_1	x_2	
Основной уровень O_{x_i}	O_{x_1}	O_{x_2}	
Интервал варьирования λ_i	λ_1	λ_2	
Верхний уровень варьирования «+»	$O_{x_1} + \lambda_1$	$O_{x_2} + \lambda_2$	
Нижний уровень варьирования «-»	$O_{x_1} - \lambda_1$	$O_{x_2} - \lambda_2$	
Обозначения факторов	x_1	x_2	
Опыты:			
№1	-1	-1	y1
№2	+1	-1	y2
№3	-1	+1	y3
№4	+1	+1	y4

Масштабы по осям выбирались с таким расчетом, чтобы верхний уровень варьирования соответствовал +1, а нижний – 1.

Кодированные значения факторов рассчитывали по формуле [112]:

$$x_{\lambda} = \frac{O_H - O_{x_i}}{\lambda_i}, \quad (3.6)$$

где O_H , O_{x_i} – натуральные значения факторов и основного уровня;

λ_i – интервал варьирования.

В ходе экспериментов устанавливали степень очистки (y_n), которая определяет моющую способность исследуемых растворов, в зависимости от переменных факторов $x_1, x_2, \dots, x_n$ (концентрации «Темп 100» и ТБА в растворе) и выражали в виде зависимости (3.7), которая называется функцией отклика.

Функция отклика для полного факторного эксперимента плана $N = 2^2$:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2, \quad (3.7)$$

где b_0, b_1, b_2, b_{12} – коэффициенты регрессии, определяются по формуле:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} \cdot y_n}{N}, \quad (3.8)$$

где x_1, x_2 – концентрации СМС и ТБА соответственно;

N – количество экспериментов.

В двухфакторном эксперименте было исследовано влияние концентраций «Темп-100» и ТБА на моющие свойства раствора. Из выполненных ранее лабораторных исследований были установлены рациональная концентрация СМС «Темп-100» и совместно с ним добавки ТБА. Исследовали растворы «Темп-100» с добавкой ТБА различных концентраций.

По методике, приведенной в [112], была составлена матрица планирования эксперимента плана $N = 2^2$ (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Матрица планирования эксперимента плана $N = 2^2$ [112]

Наименование	Значения переменных		
	x_1	x_2	x_i
Основной уровень O_{x_i}	O_{x_1}	O_{x_2}	O_{x_i}
Интервал варьирования λ_i	λ_1	λ_2	λ_i
Верхний уровень «+»	$O_{x_1} + \lambda_1$	$O_{x_2} + \lambda_2$	$O_{x_i} + \lambda_i$
Нижний уровень «-»	$O_{x_1} - \lambda_1$	$O_{x_2} - \lambda_2$	$O_{x_i} - \lambda_i$

В нашем случае эксперимент состоит из четырех вариантов (таблица 3.7). По

вариантам опытов первый фактор чередуется на нижнем и верхнем уровне попеременно, а чередование второго фактора на нижнем и верхнем уровне происходит через два варианта опытов.

Знаки «+» и «-» означают «+1» и «-1», или верхний и нижний уровни варьирования кодированных значений факторов.

Таблица 3.7 – Полный двухфакторный эксперимент плана $N = 2^2$ [112]

№ варианта	План			Расчет x_1, x_2	Выход			Среднее значение $\bar{y}_i$	Дисперсия S_j^2
	x_0	x_1	x_2		y_1	y_2	y_3		
1	+	-	-	+					
2	+	+	-	-					
3	+	-	+	-					
4	+	+	+	+					
<i>Примечание</i> – x_0 – фиктивная переменная, вводится для проведения расчетов.									

Эксперименты и статистическую обработку результатов проводили используя методику, описанную в [112]. Оценку влияния переменных факторов x_1 и x_2 на выходной параметр осуществляли по знаку и величине коэффициентов при факторах полученного уравнения регрессии.

3.5 Методика исследования соединения бора в качестве добавки для улучшения моющих и ингибиторных свойств раствора «Темп-100»

В связи с тем, что способов оценки эффективности ТБА в качестве добавки для улучшения моющих и ингибиторных свойств раствора «Темп-100» нет, то оценку проводили по результатам экспериментальных исследований.

Для решения поставленных задач проведены следующие варианты экспериментов:

- 7%-й раствор «Темп-100» без добавки ТБА (контроль);
- 7%-й раствор «Темп-100» с добавкой ТБА

Эксперименты проводились с соблюдением условий программы исследований:

- концентрация «Темп-100» в водном растворе, г/л – 70 (7%-й раствор);
- активизирующая добавка – ТБА;
- материал образцов – сталь 40Х;
- температура растворов, °С – 85-90;
- метод измерения (наблюдения) – гравиметрический и визуальный с помощью лупы двукратного увеличения.

В экспериментах(определялись) фиксировались следующие показатели:

- степень очистки образцов, %;
- продолжительность времени до появления первых очагов коррозии на образцах, суток;

Ингибиторные свойства исследуемой добавки оценивали по следующим критериям [114]:

Скорость коррозии (ρ) определяли по убыли массы образцов, отнесенной к единице поверхности за единицу времени по формуле[114]:

$$\rho = \frac{m_0 - m}{S \cdot t},$$

где m_0 и m – масса образцов до и после опыта, г;

S – площадь пластинки, м^2 ;

t – время проведения опыта, ч.

Ингибиторный эффект, который показывает, во сколько раз ингибитор замедляет скорость коррозии, вычисляли по формуле[114]:

$$\gamma = \frac{\rho_o}{\rho},$$

где ρ и ρ_o – скорость коррозии в присутствии ингибитора и без него соответственно.

Степень защиты, характеризующую полноту подавления коррозии, определяли в %[114]:

$$Z = \frac{\rho_o - \rho}{\rho} \cdot 100\%.$$

Ингибиторные свойства ТБА в производственных условиях оценивали по «продолжительности времени до появления на поверхности вымытых образцов первых очагов коррозии в условиях атмосферы участка ТО и ремонта» [112].

Проверку проводили визуально с помощью увеличительной лупы один раз в сутки.

3.6 Выводы по главе 3

1. По результатам предварительных экспериментов определено параллельное количество повторности, которое составило 5.

2. Моющая способность раствора определяется весовым методом, «который основывается на определении процента смываемости загрязнений с поверхности детали» [113].

3. В соответствии с уточненной методикой исследования оценку эффективности ТБА, как ингибитора коррозии, рекомендуется проводить по степени защиты и ингибиторному эффекту.

4. Для исследования коррозии образцов после мойки в растворах СМС «Темп-100» без добавки и с добавкой ТБА рекомендованы следующие методы: в лабораторных условиях – гравиметрический, потенциостатический и коррозионно-усталостный, а в условиях производства (в межоперационный период хранения) – визуальный (органолептический) с определением «продолжительности времени с момента завершения мойки до появления на поверхности образцов первых очагов коррозии» [112].

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Определение рациональной концентрации «Темп-100» в растворе

Для уточнения рациональной концентрации «Темп-100» в водном растворе определяли степень очистки (%) поверхности образцов из стали 40Х от загрязнений и ее противокоррозионную стойкость до и после мойки в водном растворе «Темп-100». Противокоррозионную стойкость вымытых образцов определяли по интервалу времени с момента завершения мойки «до появления на поверхности образцов первых очагов коррозии в условиях атмосферы участка ТО и ремонта» [112] машин.

Условия эксперимента:

- продолжительность мойки образцов – 5 мин;
- концентрация «Темп-100» в моющем растворе, % (0,0; 1,0; 3,0; 5,0; 7,0; 9,0);
- температура раствора – 85-90°C;
- загрязнение – искусственное;
- количество образцов в варианте – 5;
- выходной результат – степень очистки, %, противокоррозионная стойкость, суток.

Результаты экспериментов сведены в Приложение А (таблица А.1).

В ходе статистической обработки результатов исследований оценена корреляционная зависимость интересующих параметров, а также проведен регрессионный анализ результатов исследований. Для лучшего визуального восприятия результаты изображены в виде графиков.

Математическая статистическая обработка результатов включает три этапа [82, 90].

Первый этап включает проверку принадлежности резко отличающихся выходов генеральной совокупности, для чего воспользовались критерием Стьюдента t , который предусматривает исключение резко отличающихся данных из массива результатов.

Первый вариант: «Темп-100» в раствор не добавлялся, т.е. его концентрация равна 0%. Выходные результаты (степень очистки): 10,26; 11,76; 11,18; 13,53; 10,85%.

После ранжирования: 10,26; 10,85; 11,18; 11,76; 13,53 %.

Левый член [112]:

$$\tau_{лев} = \frac{y_2 - y_1}{y_5 - y_1} = \frac{10,85 - 10,26}{13,53 - 10,26} = \frac{0,59}{3,27} = 0,18 < \tau_{табл.} = 0,807;$$

Правый член [112]:

$$\tau_{прав} = \frac{y_n - y_{n-1}}{y_n - y_1} = \frac{13,53 - 11,76}{13,53 - 10,26} = \frac{1,77}{3,27} = 0,541 < \tau_{табл.} = 0,807.$$

И левый, и правый члены принадлежат ряду, так как [112]:

$$\tau_{лев} = 0,18 < \tau_{табл.} = 0,807;$$

$$\tau_{прав} = 0,541 < \tau_{табл.} = 0,807.$$

Определим среднее значение ряда $\bar{y}$, дисперсию S^2 , среднеквадратическое отклонение S и коэффициент вариации ϑ . Подготовительные расчеты приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Подготовительные расчеты

Выходные значения, y_i	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$
10,26	-1,26	1,5876
11,76	0,24	0,0576
11,18	-0,34	0,1156
13,53	2,01	4,0401
10,85	-0,67	0,4489
$\Sigma 57,58$		$\Sigma 6,2498$

Среднее значение:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{1}{5} \cdot 57,58 = 11,52\%;$$

– дисперсия:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1} = \frac{6,2498}{5-1} = 1,5625;$$

– стандартное отклонение:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = \sqrt{1,5625} = 1,25;$$

– коэффициент вариации:

$$\vartheta = \frac{S}{\bar{y}} \cdot 100\% = \frac{1,25}{11,52} \cdot 100\% = 10,85\%;$$

$$\vartheta = 10,85\% < 33\%.$$

По значению коэффициента вариации можно утверждать, что совокупность подчиняется закону нормального распределения[115].

Такие же расчеты произведены для других концентраций «Темп-100» в растворе: 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 и 9,0%. Выходные результаты приведены в Приложении А (таблица А.2).

На втором этапе определяли вид связи между степенью очистки (y) и концентрацией (x). (Приложение А, таблица А.3).

Определили коэффициент корреляции r [50]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{505,54}{\sqrt{60,84 \cdot 4718,27}} = 0,944;$$

Такое значение коэффициента корреляции подтверждает очень сильную зависимость степени очистки от концентрации «Темп-100» в растворе [115].

На третьем этапе проведен регрессионный анализ.

На рисунке 4.1 приведено графическое представление влияния концентрации СМС «Темп-100» в растворе на степень очистки образцов.

Из рисунка 4.1 следует, что с повышением концентрации «Темп-100» до 7% степень очистки образцов интенсивно увеличивается, что нельзя утверждать при дальнейшем увеличении концентрации. Следовательно, 7%-я концентрация «Темп-100» в растворе будет рациональной.

Из условия 100%-й очистки деталей рациональная концентрация состава «Темп-100» в его водном растворе составит:

$$y = -13,99 + 35,579x - 2,8366x^2;$$

$$100 = -13,99 + 35,579x - 2,8366x^2;$$

$$x_{\text{рац.}} = 7,27\% \approx 7,0\%.$$

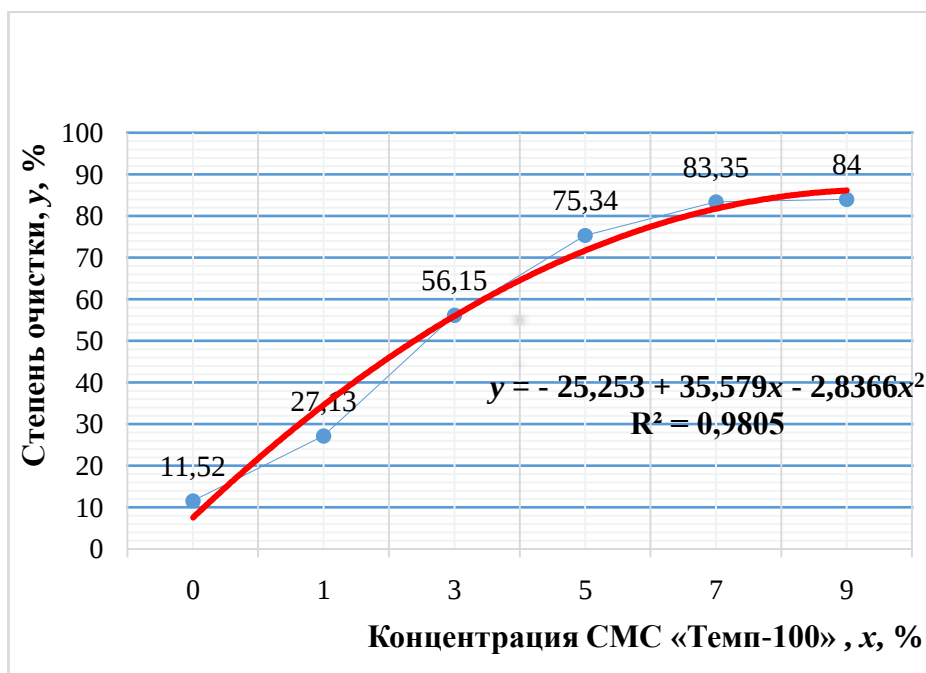


Рисунок 4.1 – Влияние концентрации СМС «Темп-100» на степень очистки образцов при температуре раствора 85-90°С и продолжительности мойки 5 мин

Экспериментальные и расчетные значения рациональной концентрации состава «Темп-100» в его водном растворе коррелируют друг с другом, что подтверждает правильность ее определения.

Результаты экспериментов по изучению зависимости коррозионной стойкости образцов из стали 40Х от концентрации СМС «Темп-100» в растворе приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Зависимость коррозионной стойкости образцов из стали 40Х в от концентрации СМС «Темп-100» в растворе, в сутках (форма таблицы из [112])

Концентрация «Темп-100» в растворе, %	Продолжительность времени до появления первых очагов коррозии на поверхности образцов	
	по образцам	средняя по варианту
0 (контроль)	2; 2; 3; 2; 2	2,2
1	4; 4; 4; 3; 4	3,8
3	5; 4; 4; 5; 4	4,4
5	6; 7; 7; 6; 7	6,6
7	7; 8; 7; 8; 8	7,6
9	8; 8; 8; 7; 8	7,8

Данные таблицы 4.2 подтверждают, что «Темп-100» обладает слабым ингибирующим действием в растворе.

4.2 Улучшение моющих свойств раствора «Темп-100»

Априорная информация доказывает [20, 66, 100, 119], что бороглюконаты, бораты щелочных металлов, бораты аммония и другие боратные комплексы обладают моющими свойствами в водных средах, поэтому в своей работе мы исследовали ТБА в качестве специальной добавки для улучшения моющих свойств растворов СМС «Темп-100».

Условия экспериментов:

- 7%-й раствор СМС «Темп-100»;
- добавка: ТБА концентрацией 1; 2; 3; 4; 5; г/л;
- температура раствора 80-85°C.

Влияние концентрации ТБА в 7%-м растворе «Темп-100» на степень очистки образцов приведено в Приложении А (таблица А.4), а графически представлено на рисунке 4.2.

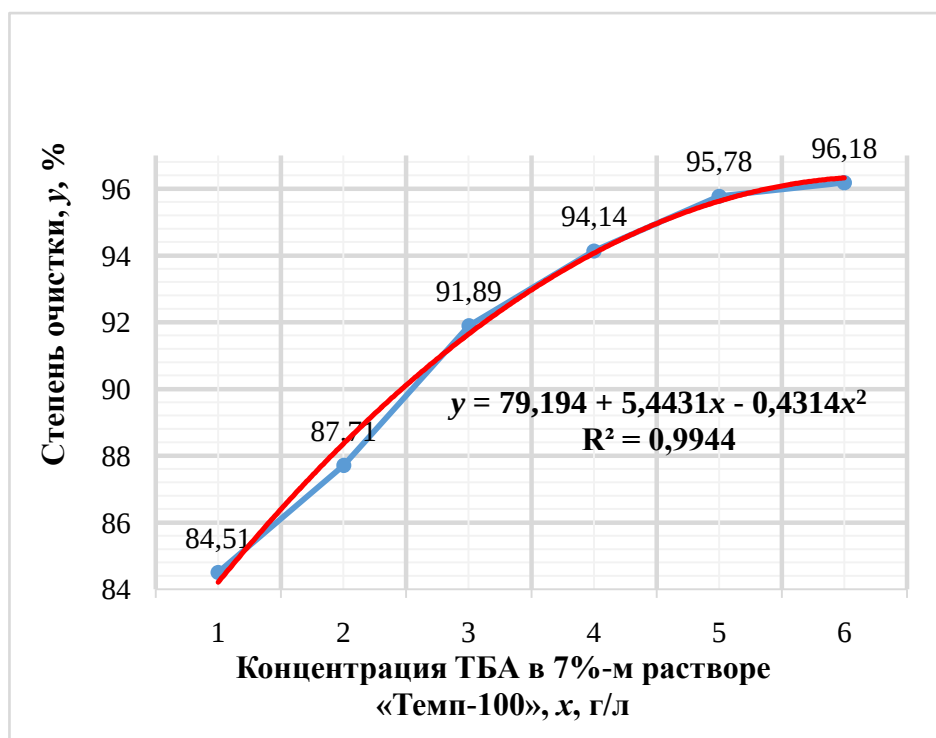


Рисунок 4.2 – Влияние концентрации ТБА в 7%-м растворе «Темп-100» на степень очистки образцов

Значение коэффициента достоверности ($R^2 = 0,9944$) позволяет определить полиномиальный характер влияния концентрации ТБА в 7%-м водном растворе «Темп-100» на степень очистки образцов.

Рисунок 4.2 позволяет утверждать, что концентрация ТБА 5 г/л в 7%-м растворе «Темп-100» является рациональной. Без присутствия ТБА в растворе степень очистки 83,35%.

4.3 Влияние добавки на противокоррозионные свойства раствора «Темп-100»

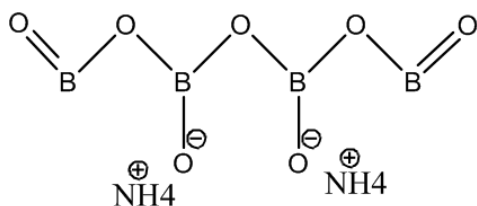
В работах [109, 112, 119] приводится, что бораты щелочных металлов и аммония являются хорошими, экологически менее вредными ингибиторами в различных средах.

Рассматривая их химические формулы, предположим, что они обладают ингибиторными свойствами. Однако их ингибиторные свойства изучены недостаточно [12].

«Как известно, бор легкодоступный, нетоксичный химический элемент, встречается в природных объектах как микроэлемент, поэтому его соединения могут быть использованы в качестве добавок в растворы СМС для повышения их моющих и противокоррозионных свойств. В связи с этим получение нетоксичных, недорогих и эффективных ингибиторов коррозии металлов на основе соединений бора является актуальной»[12], поэтому в качестве активизирующей добавки в раствор «Темп-100» мы предлагаем соединение ТБА, как полученное из недефицитного сырья.

Была выдвинута гипотеза о возможности улучшения противокоррозионных свойств «Темп-100» путем добавления ТБА.

Тетраборат аммония, 4-хводный, $(\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, квалификация «Ч», ТУ 6-09-2654-78. Кристаллический, при 87°C обезвоживается, $t_{\text{разл.}} = 190^\circ\text{C}$, растворяется в воде (8,7% при 25°C), имеет следующую структурную схему:



Тетраборат аммония, бесцветные кристаллы, молекулярная масса 171,9 г/моль.

Получают взаимодействием растворов борной кислоты и аммиака. Компонент ингибиторов коррозии, удобрений.

Производитель и поставщик: Alfa Aesar – лидер в сфере производства химических реактивов, работает на рынке реактивов России более 50 лет.

Предварительно проанализировали концентрации различных ингибиторов коррозии черных металлов в нейтральных средах, приведенные в [2] (таблица 4.3).

Из таблицы 4.3 видно, что концентрации большинства ингибиторов коррозии черных металлов в нейтральных средах составляет от 0,01 до 0,54% в коррозионной среде. Исходя из этого, и концентрации боратов в качестве ингибиторов коррозии в водных средах принимаем на уровне (5 г/л) 0,5%.

Таблица 4.3– Концентрации и степень защиты различных ингибиторов коррозии черных металлов в нейтральных средах

№№ п/п	Наименование ингибитора	Концентрация ингибитора, %	Степень защиты, %
1	Гидразин N_2H_4	0,01-0,25	52,4-69,3
2	Натрий мышьяковистокислый Na_3AsO_3	0,02	99,2
3	Фосфорная кислота (орто) H_3PO_4	0,001-3	88,2
4	Метиламмонийкремнефтористоводородный (CH_3NH_2) ₂ · H_2SiF_6	0,01-0,5	80-90
5	Этилендиамин (1,2-этондиамин) $NH_2C_2H_4NH_2$	0,04	74
6	Этиленгликоль + олеиновая кислота	0,15-0,20	75-80
7	О-фталевая кислота	0,54	80-90
8	Натрий итаконовокислый	0,01-0,05	90
9	Натрий коричнокислый, гидро- $NaOOCCH_2CH_2C_6H_5$	0,1-0,15	100
10	Натрий лимоннокислый	0,01-0,02	100

Ингибиторные свойства ТБА в лабораторных и производственных условиях изучали по методикам, приведенным в [112]:

Результаты лабораторных исследований ингибиторных свойств ТБА по плотности анодного тока приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Влияние присутствия ТБА в 7%-м растворе СМС «Темп-100» на изменение плотности анодного тока при различных значениях потенциала стали 40Х (форма таблицы из [112])

Концентрация ТБА в 7%-м растворе «Темп-100», г/л	Плотность анодного тока (i_a), мкА/см ² , в пассивной области при различных значениях потенциала стали (E, В по х.с.э.)			
	E = 0,0В	E = 0,2В	E = 0,4В	E = 0,6В
0	4,0	4,2	4,3	4,4
5	2,4	2,6	2,8	3,0

Для потенциодинамического измерения плотности анодного тока воспользовались потенциостатом П-5848, в качестве электрода сравнения – хлорсеребряным электродом (хсэ).

Данные таблицы 4.4 показывают, что в присутствии ТБА в растворе «Темп-100» значения плотности анодного тока ниже, чем в растворе без ТБА, значит и скорость разрушения стали в растворе «Темп-100» в присутствии ТБА ниже, чем в растворе без ТБА. Это подтверждает, что раствор «Темп-100» с добавкой ТБА в количестве 5 г/л имеет более высокие ингибиторные свойства.

Было изучено влияние ТБА на скорость коррозии, ингибиторный эффект, степень защиты стали 40Х за 30 суток в 3%-м растворе NaCl [112] в присутствии СМС «Темп-100» концентрацией 7% (Приложение А (таблица А.5), таблица 4.5, рисунки 4.3-4.5). Исследования проводились по методике, изложенной в [112].

Из рисунков 4.3-4.5 видно, что в 3%-м растворе NaCl лучшие противокоррозионные свойства проявляет 7%-й раствор «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л. Это объясняется тем, что скорость коррозии стали

40Х при этом минимальна и имеет значение, равное $15,35 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot 10^{-3}$, ингибиторный эффект и степень защиты от коррозии стали 40Х имеют максимальные значения, равные 1,97 и 97,4%, соответственно.

Таблица 4.5 – Изменение скорости коррозии ($K_{\text{ср.}}$), ингибиторного эффекта ($\gamma_{\text{ср.}}$) и степени защиты ($Z_{\text{ср.}}$) стали 40Х за 30 суток в зависимости от состава коррозионной среды (форма таблицы из [112])

Коррозионная среда	Концентрация ТБА в коррозионной среде, г/л	$K_{\text{ср.}}, \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot 10^{-3}$	$\gamma_{\text{ср.}}$	$Z_{\text{ср.}}, \%$
3%-й раствор NaCl (контроль)	0	30,32	1,0	0
3%-й раствор NaCl + + 7%-й раствор «Темп-100»	0	23,02	1,32	31,7
3%-й раствор NaCl + + 7%-й раствор «Темп-100» ++ ТБА	1	20,73	1,46	46,26
	2	18,54	1,64	63,5
	3	17,23	1,76	76,0
	4	15,83	1,92	91,5
	5	15,35	1,97	97,4
	6	15,78	1,93	92,1

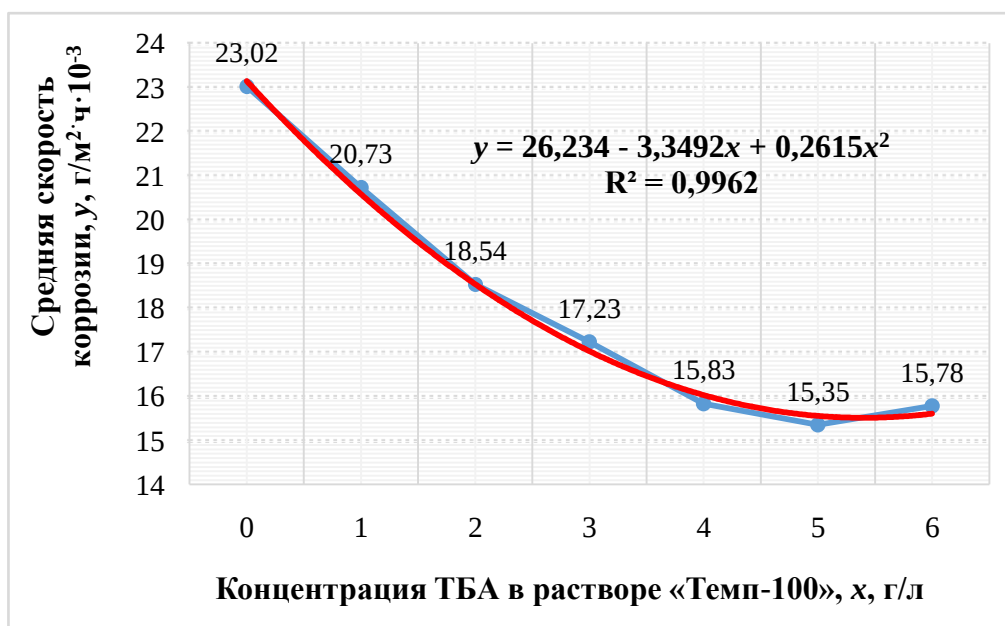


Рисунок 4.3 – Влияние концентрации ТБА на скорость коррозии ($K_{\text{ср.}}$) стали 40Х в 3%-м растворе NaCl в присутствии «Темп-100» концентрацией 7% за 30 суток

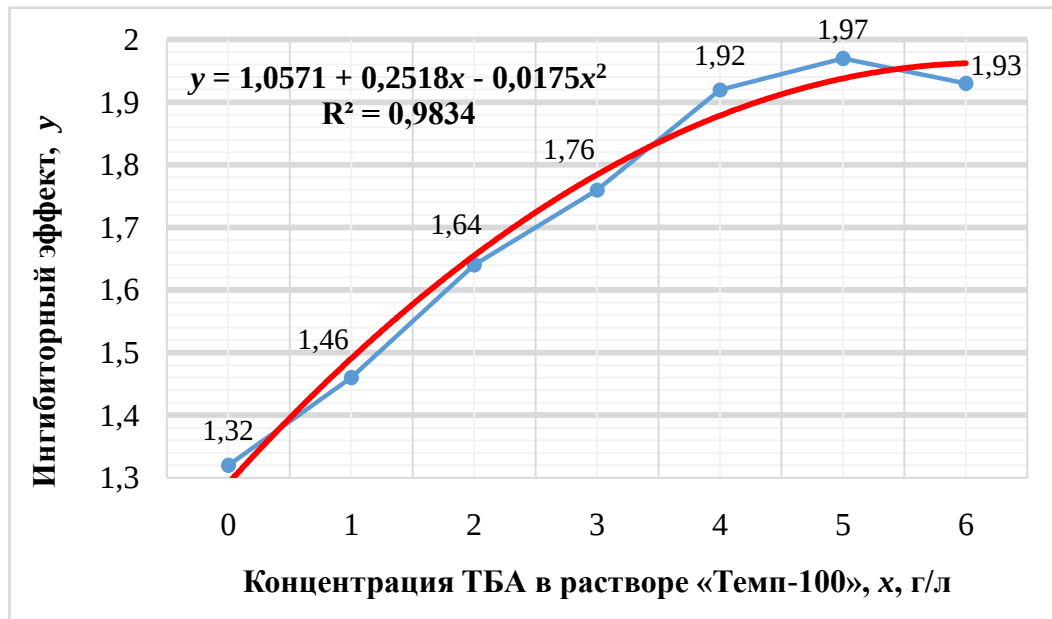


Рисунок 4.4 – Влияние концентрации ТБА на ингибиторный эффект ($\gamma_{\text{ср.}}$) в 3%-м растворе NaCl в присутствии «Темп-100»концентрацией 7% за 30 суток

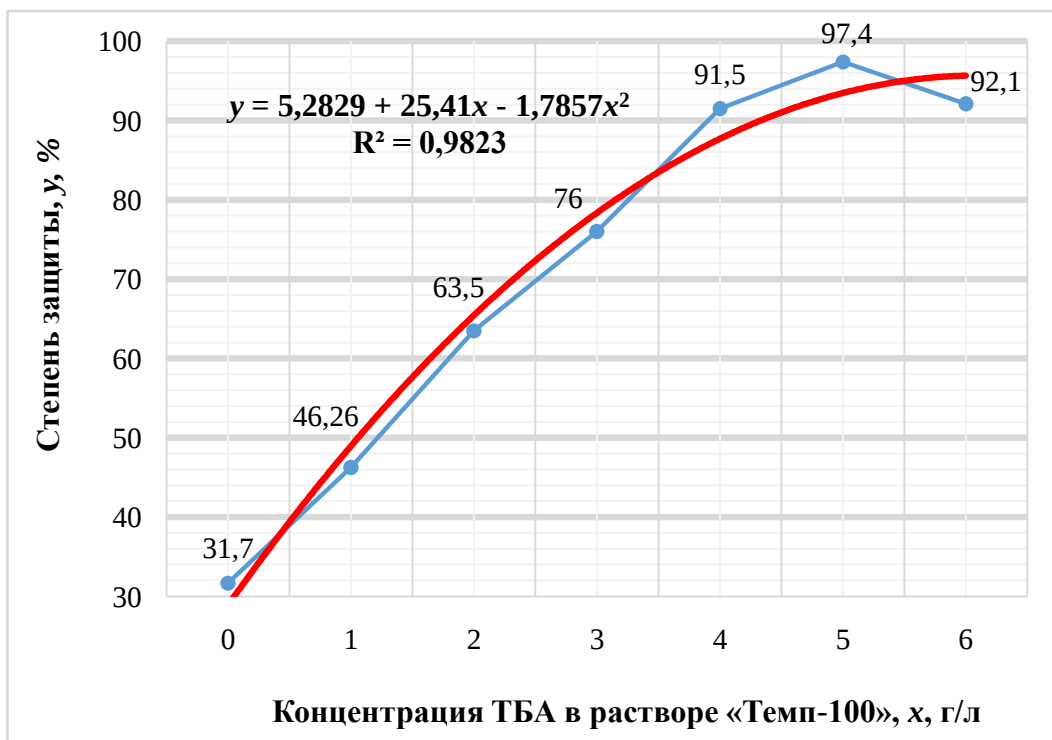


Рисунок 4.5 – Влияние концентрации ТБА на степень защиты ($Z_{\text{ср.}}$) стали 40Х в 3%-м растворе NaCl в присутствии «Темп-100»концентрацией 7% за 30 суток

При дальнейшем увеличении концентрации добавки до 6% наблюдается некоторое увеличение скорости коррозии стали 40Х в растворе до $15,78 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot 10^{-3}$, снижение ингибиторного эффекта и степени защиты до 1,93 и

92,1% соответственно, что подтверждает рациональность концентрации добавки ТБА, равной 5 г/л, в растворе «Темп-100».

Зависимость коррозионно-электрохимического поведения стали 40Х от присутствия ТБА в растворе «Темп-100» изучено методом снятия потенциодинамических поляризационных кривых (рисунок 4.6).

Из рисунка 4.6 видно, что раствор «Темп-100» в присутствии ТБА концентрацией 5 г/л имеет лучшие противокоррозионные свойства, чем без ТБА. Это можно объяснить тем, что в растворе «Темп-100» с ТБА потенциал начала растворения металла (кривая 2-2') смещен в более положительную сторону относительно потенциала коррозии (кривая 1-1') в растворе «Темп-100» без ТБА.

В растворе «Темп-100» с добавкой ТБА на поверхности детали формируется тонкая защитная оксидная пленка, что вызывает пассивацию стали.

Результаты электрохимических и гравиметрических исследований коррелируют друг с другом. ТБА замедляет и анодный, и катодный процессы.

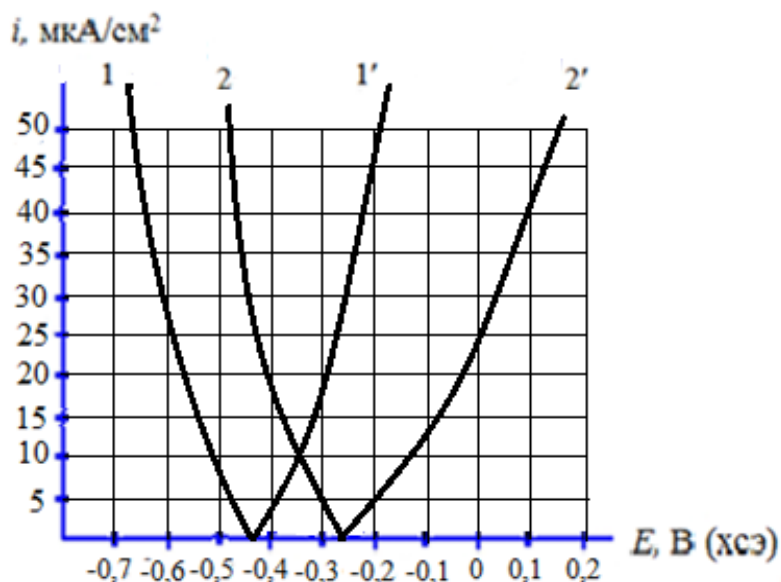


Рисунок 4.6 – Анодные и катодные потенциодинамические поляризационные кривые стали 40Х в 7%-м растворе СМС «Темп-100»:

без добавки ТБА – 1-1'; с добавкой ТБА – 2-2';

«Противокоррозионные свойства ТБА в производственных условиях определяли по продолжительности времени с момента завершения мойки в исследуемом растворе до появления первых очагов коррозии на поверхности

деталей» [112]. Мойку деталей проводили в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 1,0, 2,5, 5,0 и 6,0 г/л (таблица 4.6 и рисунок 4.7).

Таблица 4.6 – Результаты производственных исследований влияния концентрации ТБА на противокоррозионные свойства 7%-го раствора «Темп-100» (форма таблицы из [112])

Концентрация ТБА, г/л	Продолжительность времени до появления первых очагов коррозии, в сутках	
	Каждого образца	Средняя по вариантам
Образцы без мойки (контроль)	3, 4, 2, 3, 4	3,2
0	7; 8; 7; 8; 8	7,6
1,0;	12, 13, 12, 13, 10	12,0
2,5;	13, 14, 13, 15, 14	13,8
5,0	16, 16, 15, 17, 17	16,2
6,0	16, 17, 17, 16, 16	16,4

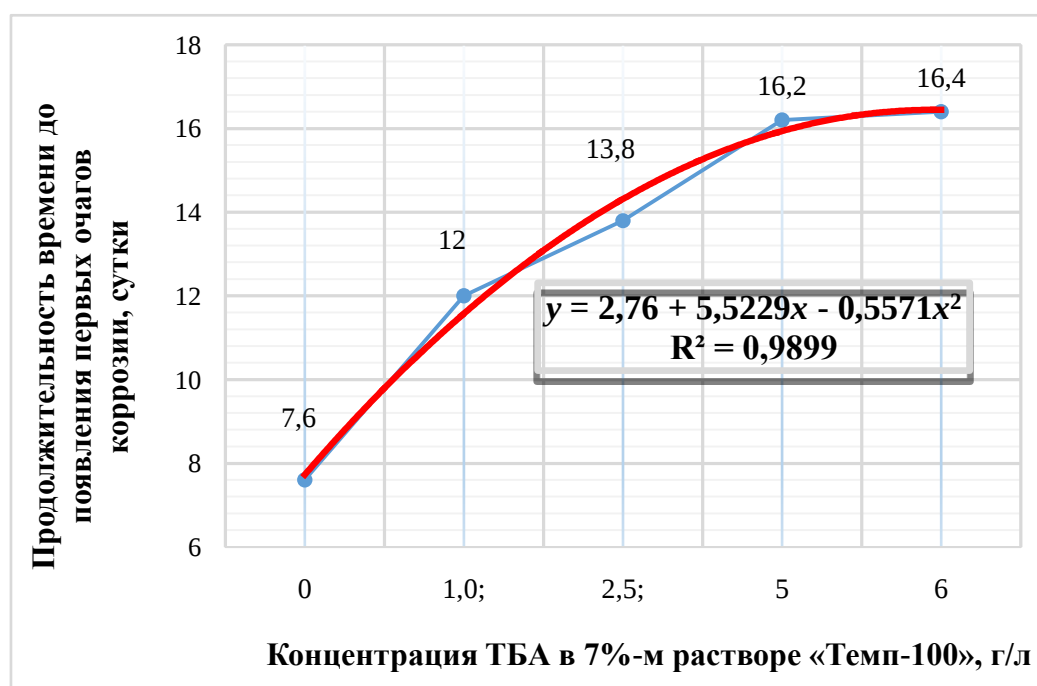


Рисунок 4.7 – Влияние концентрации ТБА на противокоррозионные свойства 7%-го раствора «Темп-100»

Данные таблицы 4.6 и рисунка 4.7 подтверждают, что лучшие противокоррозионные свойства 7%-го раствора «Темп-100» проявляются в присутствии в растворе ТБА концентрацией 5,0 г/л. Следовательно, такая концентрация ТБА в 7%-м растворе «Темп-100» является рациональной.

4.4 Исследование влияния концентраций компонентов в моющем растворе на степень очистки

Исследование влияния соотношения «Темп-100» и добавки ТБА в растворе на степень очистки образцов проведено по методике, приведенной в [112], в последовательности, описанной в п. 3.4 (таблицы 4.7-4.9).

Таблица 4.7 – Матрица планирования эксперимента плана $N = 2^2$ (форма таблицы из [112])

Наименование	Значения переменных, %	
	x_1	x_2
Основной уровень O_{x_i}	7	0,5
Интервал варьирования λ_i	1	0,15
Верхний уровень $O_{x_i} + \lambda_i$	8	0,65
Нижний уровень $O_{x_i} - \lambda_i$	6	0,35

1. Исследуемые концентрации:

x_1 – концентрация «Темп-100», %;

x_2 – концентрация тетрабората аммония $((\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7)$, ТБА, г/л.

Таблица 4.8 – Результаты экспериментов

№№ вариантов	№№ образцов	Масса, г					Степень очистки	
		до эксперимента			после эксперимента			
		образцов без загряз- нения, М ₀	образцов с загрязне- нием, М ₁	загряз- нения, М ₁ – М ₀	образцов с загрязне- нием, М ₂	оставшего ся загряз- нения, М ₂ – М ₀	по обра- зцам	средняя по вари- антам
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	43,36835	46,41585	3,0475	43,5573	0,1889	93,8	93,2
	2	43,27905	47,26465	3,9856	43,55804	0,279	93,0	
	3	43,45135	47,46480	4,0135	43,74032	0,289	92,8	
2	4	43,32075	47,34510	4,0244	43,59441	0,2737	93,2	93,8
	5	43,98960	48,20695	4,2174	44,24686	0,2573	93,9	
	6	42,22625	46,23640	4,0102	42,45483	0,2286	94,3	

Продолжение таблицы 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	7	43,26775	47,25045	3,9827	43,4868	0,219	94,5	94,3
	8	42,98950	46,76500	3,7755	43,23113	0,2416	93,6	
	9	43,35065	46,14440	2,7938	43,49593	0,1453	94,8	
4	10	42,30570	45,39945	3,0938	42,51608	0,2104	93,2	93,9
	11	42,97750	46,07865	3,1012	43,16047	0,183	94,1	
	12	43,97870	47,92075	3,942	44,19945	0,2208	94,4	

Таблица 4.9– План, результаты экспериментов и расчет(форма таблицы из [112])

№ варианта	План			Расчет x_1x_2	Выход			Среднее значение выхода по варианту, $\bar{y}$	Дисперсия, S_j^2
	x_0	x_1	x_2		y_1	y_2	y_3		
1	+1	-1	-1	+1	93,8	93,0	92,8	93,2	0,28
2	+1	+1	-1	-1	93,2	93,9	94,3	93,8	0,31
3	+1	-1	+1	-1	94,5	93,6	94,8	94,3	0,39
4	+1	+1	+1	+1	93,2	94,1	94,4	93,9	0,39
									$\sum_{j=1}^n S_j^2 = 1,37$

Коэффициенты уравнения регрессии[112]:

$$b_0 = \frac{1}{4} \cdot (93,2 + 93,8 + 94,3 + 93,9) = 93,8;$$

$$b_1 = \frac{1}{4} \cdot (-93,2 + 93,8 - 94,3 + 93,9) = 0,5;$$

$$b_2 = \frac{1}{4} \cdot (-93,2 - 93,8 + 94,3 + 93,9) = 0,3;$$

$$b_{12} = \frac{1}{4} \cdot (93,2 - 93,8 - 94,3 + 93,9) = 0,25.$$

$$y = 93,8 + 0,05x_1 + 0,3x_2 + 0,25x_1x_2.$$

По методике, приведенной в [112, 116], провели статистический анализ полученного уравнения, определили значимость коэффициентов и получили следующий его окончательный вид:

$$y = 93,8 + 0,05x_1 + 0,3x_2 + 0,25x_1x_2.$$

Для обеспечения требуемой степени очистки деталей, используя

полученное уравнение, можно обоснованно выбирать концентрации «Темп-100» и ТБА в моющем растворе.

4.5 Выводы по главе 4

1. Повышение концентрации «Темп-100» в моющем растворе до 7% увеличивает степень очистки до 83,35%. Дальнейшее увеличение концентрации не приводит к существенному улучшению степени очистки. В связи с чем и в целях экономии СМС принимаем 7%-ю концентрацию «Темп-100» в моющем растворе.

2. Противокоррозионная стойкость образцов, вымытых в 7%-м растворе «Темп-100», составляет всего 7,6 суток, так как в составе «Темп-100» отсутствуют эффективные ингибиторы коррозии.

3. Зависимость степени очистки образцов в 7%-м водном растворе «Темп-100» от концентрации ТБА имеет полиномиальный характер. Доказано, что концентрация добавки 5 г/л в 7%-м растворе «Темп-100» является рациональной, так как увеличение содержания ТБА в растворе до 5 г/л способствует повышению степени очистки до максимального значения 95,78% (без ТБА – 83,35%), а дальнейшее повышение концентрации бората заметного эффекта не дает.

4. С повышением содержания ТБА «до 5 г/л в 3%-м растворе NaCl в присутствии «Темп-100» концентрацией 7% за 30 суток скорость коррозии стали 40Х интенсивно снижается» [112] до $15,35 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot 10^{-3}$, ингибиторный эффект и степень защиты повышаются до максимальных значений 1,97 и 97,4% соответственно. При дальнейшем увеличении концентрации добавки до 6% наблюдается некоторое ухудшение ингибиторных свойств раствора, что подтверждает рациональность концентрации добавки ТБА, равной 5 г/л.

5. Установлено, что ТБА в растворе «Темп-100» смещает потенциал начала «растворения металла в более положительную сторону относительно потенциала коррозии» [112] в растворе «Темп-100» без ТБА. В растворе «Темп-100» с добавкой ТБА на поверхности детали формируется тонкая защитная оксидная пленка, что вызывает пассивацию стали. ТБА является универсальным ингибитором.

6. Производственные испытания противокоррозионных свойств ТБА подтвердили результаты лабораторных испытаний. Первые очаги коррозии на поверхности деталей, вымытых в 7%-м моющем растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л, проявились через 16,2 суток, а без добавки ТБА – через 7,6 суток. Добавка ТБА концентрацией 5 г/л в 7%-й раствор «Темп-100» повышает коррозионную устойчивость образцов после мойки в 2,1 раза.

7. Получено уравнение, дающее возможность обоснованного выбора концентрации «Темп-100» и ТБА в растворе для обеспечения требуемой степени очистки деталей.

ГЛАВА 5 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗРАБОТАННОГО СОСТАВА И РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

5.1 Организация эксплуатации тракторов после ремонта двигателей

Производственную проверку разработанного многокомпонентного раствора для мойки деталей двигателей тракторов проводили в ООО «Рассвет» Клепиковского района Рязанской области (с. Давыдово). Технологический процесс ремонта агрегатов машин на данном предприятии представлен на рисунке 1.10. Важным звеном в процессе ремонта машин является очистка от загрязнений и мойка деталей, т.к. от этого зависит качество их дефектовки, следовательно, качество ремонта и ресурс отремонтированных машин.

Мойку деталей осуществляли в моечной машине АМ1400 АК(рисунок 5.1) с применением 7%-го раствора «Темп-100» с добавкой и без добавки ТБА. Базовым вариантом при сравнительных испытаниях принят 7%-й раствор «Темп-100» без добавки ТБА.



Рисунок 5.1 – Моечная машина для мойки деталей АМ1400 АК

В моечной машине АМ1400 АК детали разобранных узлов и агрегатов укладываются на вращающийся стол в виде корзины и обмываются струями

раствора от форсунок. АМ1400 АК позволяет разогревать моющий раствор до 100°C.

Процесс струйной мойки подробно рассмотрен в главе 1.

Для производственной проверки разработанного состава на учет принимались тракторы МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-80Л и МТЗ-82Л (обоснование выбора марки трактора приведена в подглаве 5.2), у которых в первый раз за время эксплуатации необходимо ремонтировать двигатель. В процессе ремонта детали разобранного двигателя мыли в одном из растворов, которые приведены ниже в таблице 5.3.

Владельцы тракторов обязывались соблюдать правила эксплуатации трактора после ремонта двигателя и перед следующим ремонтом двигателя передавать его наработку в мото-часах.

Мото-час трактора – величина, которая определяется одинаково для любых двигателей со стационарной установкой. Один мото-час соответствует часу функционирования двигателя при соблюдении номинального числа оборотов коленчатого вала. Соответственно, единица измерения дает возможность определить длительность работы двигателя, а также его ресурс.

Наработку в мото-часах учитывают при оценке времени выполнения планового ТО, ремонта, замены отдельных деталей, а также при учете топлива, израсходованного двигателем в течение определенного периода. Счетчик мото-часов трактора используется для учета срока функционирования трактора с момента запуска вплоть до полной остановки. Устройство запускается в момент запуска двигателя и прекращает отсчет, когда двигатель заглушен. Учет показателей счетчика – обязательное условие точного определения актуального ресурса тракторной техники, своевременного проведения ТО и ремонтных работ.

«МТЗ-80 (рисунок 5.2) считается универсально-пропашным видом техники, которая широко используется в разных отраслях хозяйства: дорожной, с/х, коммунальной, строительстве. Тяговый класс равен 1,4. При должном оснащении прицепным оборудованием эти машины могут также выполнять работы по погрузке и разгрузке. За счет улучшенной проходимости и высоких

тяговых и сцепных свойств данная техника является универсальной в использовании» [137].



Рисунок 5.2 – Трактор МТЗ-80

«Изначально сельскохозяйственная модель МТЗ-80 в скором времени приобрела популярность и в других сферах деятельности. Завод выпустил лесопромышленную версию, машину на гусеничном ходу для слабонесущих грунтов и условий трудной проходимости, а также модификации с бульдозерным оборудованием. «Беларус» МТЗ-80 успешно применяется в коммунальном хозяйстве и строительстве. Трактор может быть использован для транспортировки и буксировки. Достаточная мощность, высокая производительность и неприхотливость в обслуживании сделали МТЗ-80 поистине универсальным. Техника выпускается по сей день с небольшими дополнениями и доработками» [136].

«После определенного опыта эксплуатации трактора МТЗ 80 в различных регионах СССР было разработано несколько модификаций. Основные версии получили индексы «Р» (трактор предназначался для механизированного возделывания рисовых посевов и отличался увеличенным до 700 мм дорожным просветом), «Н» (предназначение – горное земледелие, особенность конструкции – низкий клиренс) и «К» (разработан для с/х операций на крутых склонах). В конструкцию последней модификации были добавлены такие решения для повышения устойчивости, как бортовые качающиеся редукторы и механизм стабилизации и выравнивания положения остова» [138].

«Габариты составляют $393 \times 197 \times 278$ см, при этом клиренс равен 46 см, а общий вес агрегата – 3770 кг. Ширина передней колеи регулируется и может варьироваться от 140 до 180 см. Колеса на задней оси также могут сдвигаться с 210 см до 180 см. Модель оснащена довольно емкостным баком на 130 л, который позволяет обходиться длительное время без дозаправки. На это существенно влияет расход топлива, который составляет около 2 л/ч» [139].

«В целях обеспечения бесперебойной и безаварийной работы, а также для увеличения срока эксплуатации и экономичности, трактору необходимо проводить плановое и регулярное техническое обслуживание. Для этих целей предусмотрено 3-х этапное ТО:

- после 60 рабочих часов;
- после 240 рабочих часов;
- после 960 рабочих часов.

Кроме этого, предусмотрено сезонное обслуживание и специальный сервис для машин, эксплуатирующихся в сложных климатических зонах или особых условиях (пустыня, горная местность и т. д.)» [139].

На тракторах МТЗ-80, МТЗ-82 и МТЗ-80Л, МТЗ-82Л устанавливается четырехцилиндровый четырехтактный дизельный двигатель Д-240 (рисунок 5.3)[140]. Вес двигателя – 430 кг.



Рисунок 5.3 – Двигатель Д-240 [140]

Сервисное обслуживание двигателя Д-240 также, как и самого трактора, проводится в три этапа и в такой же периодичности.

Количество тракторов, принятых на обследование, определяли по таблице случайных чисел. Оно составило 10 единиц (таблица 5.1).

Средняя наработка двигателей составила:

$$L_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = \frac{44078}{10} = 4407,8 \text{ мото-ч.}$$

Снижение ресурса (ΔL) двигателей в среднем по тракторам составило:

$$\Delta L = \frac{L_{\text{нор.}} - L_{\text{ср}}}{L_{\text{нор.}}} \cdot 100\% = \frac{6000 - 4407,8}{6000} \cdot 100\% = 26,54\%,$$

где $L_{\text{нор.}} = 6000$ мото-ч. – нормативный ресурс двигателей марки Д-240 и Д-240Л.

Таблица 5.1 – Нарботка тракторов между ремонтами двигателя, мото-ч.(форма таблицы из [112])

№№ п/п	Собственник трактора	Марка трактора	Год выпуска	Марка двигателя	Фактическая наработка, мото-ч.
1	ООО «Заря»	МТЗ-82	2007	Д-240Л	4427
2	КФХ Косоногов В. А.	МТЗ-80	2006	Д-240	4923
3	ФГБОУ ВО РГАТУ им. Костычева	МТЗ-80	2006	Д-240	4156
4	ООО «ФД Букрино»	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4345
5	Филиал ООО «ИнвестАгро»	МТЗ-80	2001	Д-240	4771
6	КФХ Крестьянинов В. В.	МТЗ-82	2007	Д-240Л	4338
7	КФХ Рустамьян А. В.	МТЗ-82	2007	Д-240Л	4680
8	КФХ Симаков В. А.	МТЗ-82	2013	Д-240Л	4429
9	КФХ Аверина С. Ю.	МТЗ-82	2008	Д-240Л	4254
10	КФХ Фионин Н. Г.	МТЗ-80	2006	Д-240	3755
Сумма					4407,8

Согласно принятой методике необходимо определить межремонтный ресурс двигателей в зависимости от мойки деталей при его ремонте в растворах различных моющих составов. Количество обследуемых тракторов «по каждому

варианту мойки при нормальном законе распределения случайных чисел определяется по формуле» [112]:

$$N = \frac{t^2 \cdot \vartheta^2}{\varepsilon^2}, \quad (5.1)$$

где ε – относительная ошибка экспериментов по разбросу ресурса обследованных тракторов;

$t = 1,96$ – нормированное отклонение ряда;

ϑ – коэффициент вариации ряда количества рассмотренных тракторов.

Коэффициент вариации определяется по выражению [112]:

$$\vartheta = \frac{S}{\bar{x}}, \quad (5.2)$$

где $\bar{x}$ – среднеарифметическая величина результатов экспериментов;

S – среднеквадратическое отклонение результатов предварительных экспериментов.

«Определим статистические характеристики полученного ряда»[112]:

– размах ряда: $x_{max} - x_{min} = 4923 - 3755 = 1168$ (мото-ч.);

«Составим таблицу ранжированного ряда межремонтного ресурса двигателей и вычисления дисперсии» (таблица 5.2) по методике, приведенной в [112].

Таблица 5.2 – Ранжированный ряд межремонтного ресурса двигателей

№№ объектов исследования	Межремонтный ресурс, x_i , моточас	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
10	3755	–652,8	426147,84
3	4156	–251,8	63403,24
9	4254	–153,8	23654,44
6	4338	–69,8	4872,04
4	4345	–62,8	3943,84
1	4427	19,2	368,64
8	4429	21,2	449,44
7	4680	272,2	74092,84
5	4771	363,2	131914,24
2	4923	515,2	265431,04
Сумма	44078	0	994277,6

Имеем:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 44078 \text{ мото-ч.};$$

– Среднее значение ряда:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{10} 44078 = 4407,8;$$

– Дисперсия:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{994277,6}{10-1} = 110475,23;$$

– Среднеквадратическое (стандартное) отклонение:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{110475,23} = 332,38;$$

– Коэффициент вариации:

$$\vartheta = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{332,38}{4407,8} = 0,075 (7,5%);$$

– Ошибка средней:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{332,38}{\sqrt{10}} = 105,18;$$

– Относительная ошибка средней:

$$S_{\bar{x}, \%} = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{105,18}{4407,8} \cdot 100\% = 2,38\%;$$

Поскольку коэффициент вариации меньше 0,33 (33%), то распределение случайных чисел подчиняется нормальному закону[112].

Относительная изменчивость межремонтного ресурса двигателей составляет:

$$\varepsilon = \frac{4923-3755}{4923} 100\% = 23,7\%.$$

Большой разброс межремонтного ресурса двигателей можно объяснить тем, что в исследованиях нами не учитывались условия хранения тракторов и уровень квалификация трактористов. В связи с этим этот показатель принимаем по данным передовых предприятий, то есть 5%. Тогда на обследование можно принимать:

$$N = \frac{t^2 \cdot \vartheta^2}{\varepsilon^2} = \frac{1,96^2 \cdot 0,075^2}{0,05^2} = 8,64 \approx 9 \text{ тракторов.}$$

На обследование по каждому варианту исследований принимаем $N = 10$ тракторов.

5.2 Выбор объекта для производственных испытаний

При выборе объекта для производственных испытаний мы изучили парк техники АПК РФ и Рязанской области. По состоянию на 1 января 2018 г. органами Гостехнадзора в АПК РФ зарегистрировано 387 тыс. тракторов, 131,2 тыс. зерноуборочных и 14,7 кормоуборочных комбайнов. По сравнению с данными на 1 января 2018 г. тракторов зарегистрировано на 2,8 тыс. ед. меньше, кормоуборочных комбайнов – на 108, а зерноуборочных – на 1067 больше» [8].

Некоторые данные, касающиеся парка техники в АПК РФ (по состоянию на январь 2018 года) [8]:

1. Возрастной состав техники (рисунок 5.4):
 - свыше 10 лет – 68,6%;
 - 5-10 лет – 17,2%;
 - до 5 лет – 14,2%, в том числе до 1 года – 2,3%; до 2 лет – 2,8%; до 3 лет – 2,5%; до 4 лет – 3,3%; до 5 лет – 3,3%;
2. Средний возраст тракторов в АПК – 19,95 лет;
3. Доля импортной техники – 68,8%;
4. Стоимость трактора МТЗ-82:
 - в 2010 г. – 695,0 тыс. руб.;
 - в 2018 г. – 1320,8 тыс. руб. (подорожало в 1,9 раза).

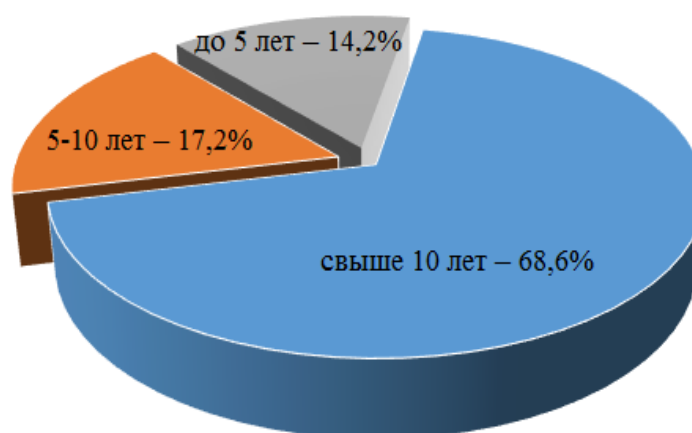


Рисунок 5.4 – Возрастной состав парка техники в АПК РФ на январь 2018 года

5. Стоимость дизтоплива летнего:

- в 2010 г. – 19,52 руб./л (23,24 руб./кг);
- 2018 – 43,55 руб./л (51,84 руб./кг) (подорожало в 2,23 раза).

6. Стоимость пшеницы 3 класса:

- в 2010 г. – 7,8 тыс. руб./т;
- в 2018 – 8,3 тыс. руб./т (подорожало в 1,06 раза).

Из анализа стоимостных данных видно, что:

- в 2010 году для приобретения трактора МТЗ-82 необходимо было реализовать пшеницу 3 класса 695000 руб. / 7800 руб. = 89,1 тонны;
- в 2018 году для приобретения трактора МТЗ-82 уже необходимо было реализовать пшеницу 3 класса 1320800 руб. / 8300 руб. = 159,1 тонны;
- в 2010 году для приобретения 1 тонны дизтоплива летнего необходимо было реализовать пшеницу 3 класса 23238 руб. / 7800 руб. = 2,98 тонны;
- в 2018 году для приобретения 1 тонны дизтоплива летнего необходимо было реализовать пшеницу 3 класса 51845 руб. / 8300 руб. = 6,2 тонны.

«Сельское хозяйство Рязанской области отличается относительно большими размерами площадей – в 2017 году вся посевная площадь составила 911,3 тыс. га (это 5,8% от всех посевных площадей в ЦФО, 7-е место среди субъектов ЦФО). В 2017 году в структуре сельского хозяйства Рязанской области преобладала отрасль растениеводства, доля продукции которой составила 59,0%, доля продукции животноводства – 41,0%» [21].

«Основные отрасли сельского хозяйства Рязанской области: молочное животноводство, свиноводство, птицеводство, производство зерна, сахарной свеклы, масличных культур и кормопроизводство» [24].

«На 1 января 2017 года парк основной сельскохозяйственной техники области насчитывает 4782 трактора, 1428 зерноуборочных комбайнов, 287 кормоуборочных комбайнов.

Парк тракторов за последние три года остаётся на уровне, отмечены незначительные колебания в ту или иную сторону. По зерноуборочным комбайнам наметился рост в сторону увеличения. Так за 3 года увеличение составило 64 комбайна. По кормоуборочным комбайнам идет снижение.

Уменьшение за три года составило 43 комбайна. Это объясняется тем, что хозяйства освобождаются от маломощной и малоэффективной старой техники.

Анализ наличия машин по срокам эксплуатации показывает, что в сельхозпредприятиях значительное количество техники (от 36 до 62%) эксплуатируется со сроком эксплуатации более 10 лет» [141].

Обеспеченность тракторами и зерноуборочными комбайнами сельхозтоваропроизводителей Рязанской области находится на уровне российского.

«Энергетические мощности тракторов, комбайнов в расчете на 100 га посевной площади сельскохозяйственных организаций Рязанской области составляет – 151 л.с., по ЦФО – 168,6 л.с., по РФ – 148,5 л. с.»[141].

Из анализа парка тракторов видно, что на сегодняшний день в лидером являются трактора класса 1,4. В связи с этим для подконтрольной эксплуатации принимаем колесные тракторы класса 1,4 марки МТЗ-80 и МТЗ-82.

Отказы тракторов по данным мониторинга качества в условиях реальной эксплуатации, проведенного в 2013-2017 годах (проведено ФГБУ МИС в 2012-2017 годах в рамках государственного задания):

- ДВС – 35,1%;
- гидросистема – 18,4%;
- трансмиссия – 12,4% и т. д.

Из анализа данных видно, что основная доля от общего числа отказов тракторов приходится на отказы, связанные с двигателями. На основе вышеизложенного для подконтрольной эксплуатации принимаем тракторы МТЗ-80 (82) с двигателями марки Д-240 и Д-240Л.

5.3 Результаты эксплуатации тракторов с отремонтированными двигателями

Исследовали две группы тракторов в соответствии с составами для мойки деталей их двигателей (таблица 5.3).

Таблица 5. 3 – Варианты исследований

№№ вариантов	Моечные составы
1	7%-й раствор «Темп-100»
2	7%-й раствор «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л

В процессе исследований определяли межремонтный ресурс двигателей по группам тракторов в соответствии с составами для мойки деталей их двигателей. Результаты приведены в Приложении А (таблица А.8). По значениям коэффициентов вариации (не превышают 0,33), полученным в процессе статистической обработки результатов исследований, можно утверждать, что они по всем вариантам экспериментов подчиняются закону нормального распределения.

Данные таблицы А.8 показывают, что при мойке деталей в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА в количестве 5 г/л получены результаты, намного превосходящие результаты мойки в 7%-м растворе «Темп-100» без добавки ТБА.

Вместе с улучшением качества мойки деталей присутствие ТБА в составе 7%-го раствора «Темп-100» повышает и противокоррозионную стойкость деталей, которое способствует увеличению межремонтного ресурса двигателей.

В таблице 5.4 приведены сравнительные результаты производственных испытаний 7%-го раствора «Темп-100» и 7%-го раствора «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л.

Таблица 5.4 – Сводная таблица результатов производственных испытаний

№ № п/п	Моющий состав	Средний ресурс отремонтирован- ных двигателей, х, мото-ч.	Стандарт- ное отклоне- ние, S	Коэффициент вариации, ϑ
1	7%-й раствор «Темп-100»	4181	456,6	0,11 (11%)
2	7%-й раствор «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л	4970,5	281,5	0,056 (5,6%)

Для сравнительного анализа результатов мойки деталей в растворах двух исследуемых составов в качестве базового принят 7%-й раствор «Темп-100».

Данные таблицы 5.4 позволяют сделать вывод, что 7%-й раствор «Темп-100» с добавкой ТБА в количестве 5г/л может быть рекомендован для мойки деталей агрегатов машин в ремонтном производстве на предприятиях АПК.

5.4 Экономический эффект от внедрения результатов исследования

Расчет экономического эффекта от применения тетрабората аммония в составе 7%-го раствора «Темп-100» проведен по методике, описанной в [112].

Исходные данные:

- 7%-й раствор «Темп-100»– база сравнения;
- 7%-й раствор «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л;

Расчеты выполнены на межремонтный ресурс тракторов по двум вариантам (рисунок 5.5).

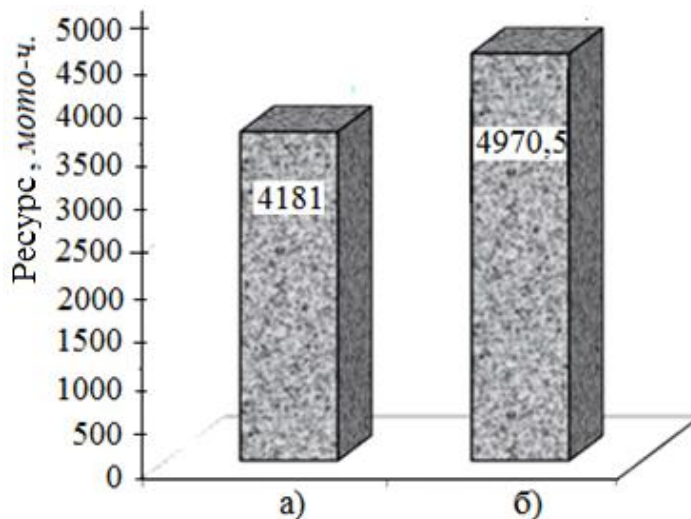


Рисунок 5.5 – Межремонтный ресурс двигателей, детали которых вымыты в 7%-х растворах: а) «Темп-100» (4181 мото-ч.); б) «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л (4970,5 мото-ч.)

Мойка деталей в 7%-м растворе «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л способствует увеличению межремонтного ресурса двигателей в сравнении с

мойкой в 7%-м растворе «Темп-100»(рисунок 5.5) на 789,5 мото-ч. (на 19%).

Экономический эффект (руб.) от применения ТБА концентрацией 5 г/л в составе 7%-го раствора «Темп-100»по отношению к 7%-му раствору «Темп-100» без ТБА определяется как произведение разности удельных затрат при мойке деталей без добавки ($C_{\text{Темп-100}}^{\text{общ.}}$, руб./мото-ч.) и с добавкой ($C_{\text{Темп-100+ТБА}}^{\text{общ.}}$, руб./мото-ч.) ТБА на межремонтный ресурс ($L_{\text{нар. ТБА}}$, мото-ч.) двигателей, детали которых вымыты в присутствии ТБА в растворе.

$$\mathcal{E}_{\text{ТБА}} = (C_{\text{Темп-100}}^{\text{общ.}} - C_{\text{Темп-100+ТБА}}^{\text{общ.}}) \times L_{\text{нар. ТБА}}, \quad (5.3)$$

«Общие удельные затраты определяются как сумма удельных затрат на разовую мойку и удельных затрат на один ремонт двигателя.

Затраты на мойку деталей определяем как сумму затрат на заработную плату $C_{\text{з/п}}$, на электроэнергию $C_{\text{э}}$, на приобретение моющих средств $C_{\text{Темп-100}}$, на амортизацию оборудования $C_{\text{ам.}}$ и накладных расходов $C_{\text{накл.}}$.

$$C = C_{\text{з/п}} + C_{\text{э}} + C_{\text{Темп-100}} + C_{\text{ам.}} + C_{\text{накл.}}. \quad (5.4)$$

Расходы на заработную плату:

$$C_{\text{з/п}} = C_1 \times t_{\text{м}} \times K \times N, \quad (5.5)$$

где C_1 – тарифная ставка мойщика 1-го разряда, руб./ч;

$t_{\text{м}}$ –трудоемкость мойки деталей одного двигателя, чел.-ч;

K – тарифный коэффициент;

N – количество моек деталей одного двигателя за цикл эксплуатации трактора.

Тарифная ставка мойщика 1-го разряда определяется как» [112]:

$$C_1 = \frac{\text{МРОТ}}{149} = \frac{11\,280}{149} = 75,70 \text{ руб};$$

Тарифный коэффициент работника 2-го разряда с вредными условиями труда $K = 1,23$ [112].

Трудоемкость мойки деталей в моечной машине АМ1400 АК установлена хронометражным наблюдением (таблица 5.5).

Продолжительность мойки деталей в моечной машине АМ1400 АК с учетом подготовительных и заключительных операций принимает $t_{\text{м}} = 40$ мин.

Таблица 5.5 – Продолжительность мойки деталей в моечной машине АМ1400 АК (форма таблицы из [112])

№№ п/п	Вид операции	Трудоемкость, чел. мин
1	Наружная очистка деталей от грубых загрязнений	7-12
2	Подбор партии деталей по габаритным размерам	6-8
3	Загрузка деталей на моечный стол камеры	4-6
4	Мойка деталей	5
5	Выдержка после мойки партии деталей	5-10
6	Выемка вымытых деталей из камеры моечной установки	5-10
Итого		32-51

«Заработная плата за мойку одной партии деталей» [112]:

$$C_{з/п} = 75,70 \times 1,23 \times 40 \times 60^{-1} = 62,07 \text{ руб.}$$

«Принимаем: страховые отчисления на заработную плату 30%; премиальные 20%» [112]. С учетом этого:

$$C_{з/п} = 62,07 \times 1,3 \times 1,2 = 96,83 \text{ руб.};$$

Стоимость СМС:

$$C_{\text{Темп-100}} = V \times K \times C_{\text{Темп-100}}, \text{ руб./ванна,} \quad (5.6)$$

где V – емкость ванны, л (370 л);

K – количество моющего состава в 1000 л воды, кг/1000 л;

$C_{\text{Темп-100}} = 36,00 \text{ руб./кг}$ – цена 1 кг «Темп-100», руб./кг.

Для приготовления 370 л 7%-го раствора нужно «Темп-100» на сумму:

$$C_{\text{Темп-100}} = 370 \times \frac{70}{1000} \times 36,00 = 932,40 \text{ руб.}$$

В процессе многократного использования в моющем растворе скапливаются загрязнения, поэтому моющий раствор в установках необходимо менять через каждые 5-6 моек. Все это зависит от степени загрязнения раствора.

За одну рабочую смену обычно производят мойку 2-3 партий деталей. Следовательно, стоимость моющих средств на мойку одной партии деталей

составит:

$$C_{\text{Темп-100}}^1 = \frac{932,40}{3 \cdot 5} = 62,16 \text{ руб.}$$

«Стоимость расхода электроэнергии:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э. раз.}} \times K \times \Pi_{\text{кВт}\cdot\text{ч.}}, \quad (6.7)$$

где $C_{\text{э. раз.}}$ – расход электроэнергии на подогрев раствора до 85-90°C, руб.;

K – коэффициент, учитывающий расход электроэнергии для поддержания необходимой температуры раствора;

$\Pi_{\text{кВт}\cdot\text{ч.}} = 6,00$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии для сельхозпредприятий, руб./кВт·ч.» [112].

Для АМ1400 АК:

– расход электроэнергии на разовую мойку [112]:

$$C_{\text{э}}^1 = \left(\frac{1}{3} \times \text{Э}_{\text{э. под.}} \times K + \text{Э}_{\text{нас.}} \right) \times \Pi_{\text{кВт}\cdot\text{ч.}}; \quad (6.8)$$

$$\text{Э}_{\text{нас.}} = N_{\text{нас.}} \times t, \quad (6.9)$$

где $\text{Э}_{\text{э. раз.}} = 2 \times 3 \times 3,15 = 18,9$ кВт – «расход электроэнергии на подогрев раствора до температуры 85-90°C, кВт» [112];

$\text{Э}_{\text{нас.}} = 2 \times 2 \times 2,2 = 8,8$ кВт – «расход электроэнергии электродвигателем насоса, кВт» [112];

$N_{\text{нас.}} = 2 \times 2,2 = 4,4$ кВт – «мощность электродвигателей насоса» [112];

« $t = 5$ мин – продолжительность мойки деталей, ч.» [112].

$$C_{\text{э}}^1 = \left(\frac{1}{3} \times 18,9 \times 2,5 \times 1,05 + 8,8 \cdot \frac{5}{60} \right) \times 6,00 = 103,58 \text{ руб.}$$

«Принимаем: затраты на амортизацию и ремонт оборудования 14,4%; годовая занятость машины 800 ч.» [112]; стоимость машины 462000 руб. Тогда:

$$C_{\text{ам.}} = 462000 \times 0,144 \times \frac{5}{60} \times \frac{1}{800} = 6,93 \text{ руб./ч.}$$

Накладные расходы составляют 15% от заработной платы [112]:

$$C_{\text{накл.}} = 0,15 \cdot C_{\text{з/п}} = 0,15 \times 96,83 = 14,52 \text{ руб.}$$

Стоимость разовой мойки в 7%-м растворе «Темп-100» [112]:

$$C_{\text{Темп-100}} = C_{\text{з/п}} + C_{\text{э}} + C_{\text{Темп-100}} + C_{\text{ам.}} + C_{\text{накл.}} =$$

$$= 96,83 + 103,58 + 62,16 + 6,93 + 14,52 = 284,02 \text{ руб.}$$

Удельная стоимость разовой мойки в 7%-м растворе «Темп-100» при межремонтной наработке двигателя 4181 мото-ч. составит:

$$C_{\text{Темп-100}}^{\text{уд.мойки}} = \frac{C_{\text{Темп-100}}}{L_{\text{Темп-100}}} = \frac{284,02}{4181} = 0,068 \text{ руб./мото-ч.};$$

Стоимости разовой мойки в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА в количестве 5 г/л и мойки в 7%-м растворе «Темп-100» отличаются друг от друга затратами на приобретение 1,85 кг ТБА (концентрация 5 г/л).

$$C_{\text{ТБА}} = 395,00 \text{ руб./кг} - \text{цена 1 кг ТБА.}$$

«При этом затраты на заработную плату $C_{\text{з/п}}$, на электроэнергию $C_{\text{э}}$, на амортизацию оборудования $C_{\text{ам.}}$, накладные расходы $C_{\text{накл.}}$ остаются такими же» [112]. Стоимость ТБА на приготовление раствора для одной ванны:

$$C_{\text{ТБА}} = 370 \times \frac{5}{1000} \times 395,00 = 730,75 \text{ руб.}$$

Стоимость ТБА на мойку одной партии деталей:

$$C_{\text{ТБА}}^1 = \frac{730,75}{3 \times 5} = 48,72 \text{ руб.}$$

Общая стоимость моющих средств на мойку одной партии деталей:

$$C_{\text{МС}}^1 = C_{\text{Темп-100}}^1 + C_{\text{ТБА}}^1 = 62,16 + 48,72 = 110,88 \text{ руб.}$$

«Стоимость мойки одной партии деталей в 3%-м растворе «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л составит» [112]:

$$C_{\text{Темп-100+ТБА}} = C_{\text{з/п}} + C_{\text{э}} + C_{\text{МС}}^1 + C_{\text{ам.}} + C_{\text{накл.}} =$$

$$= 96,83 + 103,58 + 110,88 + 6,93 + 14,52 = 332,74 \text{ руб.}$$

«Удельная стоимость мойки одной партии деталей» [112] в 7%-м растворе «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л:

$$C_{\text{Темп-100+ТБА}}^{\text{уд.мойки}} = \frac{C_{\text{Темп-100+ТБА}}}{L_{\text{Темп-100+ТБА}}} = \frac{332,74}{4970,5} = 0,067 \text{ руб./ мото-ч.};$$

Данные сведём в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Стоимости мойки одной партии деталей в исследуемых растворах, в рублях

№№ п/п	Моющий раствор	Стоимость мойки одной партии деталей
1	7%-й раствор «Темп-100»	284,02
2	7%-й раствор «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л	332,74

Из таблицы 5.6 видно, что добавка ТБА концентрацией 5 г/л в 7%-й раствор «Темп-100» повышает стоимость мойки одной партии деталей на 48,72 руб. в сравнении с мойкой в том же растворе без добавки ТБА за цикл эксплуатации.

Но добавка ТБА концентрацией 5 г/л в раствор «Темп-100» увеличивает межремонтный ресурс двигателей на 789,5 мото-ч. (19%), «что позволяет сэкономить средства на их ремонте. Так, при средней стоимости ремонта без учета запасных частей» [112] двигателя Д-240, равной $C_{\text{рем.дв.}} = 26000$ руб., «удельная стоимость их ремонта будет» [112]:

- при мойке деталей двигателя в 7%-м растворе «Темп-100»:

$$C_{\text{Темп-100}}^{\text{уд.рем.дв.}} = \frac{C_{\text{рем.дв.}}}{L_{\text{Темп-100}}} = \frac{26000}{4181} = 6,22 \text{ руб./мото-ч.};$$

- при мойке деталей двигателя в 7%-м растворе «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л:

$$C_{\text{Темп-100+ТБА}}^{\text{уд.рем.дв.}} = \frac{C_{\text{рем.дв.}}}{L_{\text{Темп-100+ТБА}}} = \frac{26000}{4970,5} = 5,23 \text{ руб./мото-ч.};$$

- при мойке деталей в 7%-м растворе «Темп-100»:

$$C_{\text{Темп-100}}^{\text{общ.}} = C_{\text{Темп-100}}^{\text{уд.мойки}} + C_{\text{Темп-100}}^{\text{уд.рем.дв.}} = 0,068 + 6,22 = 6,288 \text{ руб./мото-ч.};$$

- при мойке деталей в 7%-м растворе «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л:

$$C_{\text{Темп-100+ТБА}}^{\text{общ.}} = C_{\text{Темп-100+ТБА}}^{\text{уд.мойки}} + C_{\text{Темп-100+ТБА}}^{\text{уд.рем.дв.}} = 0,067 + 5,23 = 5,297 \text{ руб./мото-ч.};$$

Таблица 5.7 – Общие удельные затраты в зависимости от раствора(форма таблицы взята из [112])

Моющий раствор	Стоимость разовой мойки, руб.	Средний ресурс экспериментальных двигателей, мото-ч.	Удельная стоимость, руб./мото-ч.		Общие удельные затраты, руб./мото-ч.
			разовой мойки	ремонта ДВС	
7%-й раствор «Темп-100»	284,02	4181	0,068	6,22	6,288
7%-й раствор «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л	332,74	4970,5	0,067	5,23	5,297

Экономический эффект от применения 7%-го раствора «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л по отношению к 7%-му раствору «Темп-100» в расчете на один отремонтированный двигатель составил:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{эф.}} &= (C_{\text{общ.}}^{\text{Темп-100}} - C_{\text{общ.}}^{\text{Темп-100+ТБА}}) \times L_{\text{нар. ТБА}} = \\ &= (6,288 - 5,297) \times 4970,5 = 4925,77 \text{ руб.} \end{aligned}$$

5.5 Выводы по главе 5

1. Производственную проверку многокомпонентного раствора для мойки деталей двигателей тракторов проводили в сельскохозяйственном предприятии ООО «Рассвет». Для исследования на учет приняты тракторы МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-80Л и МТЗ-82Л с двигателями Д-240 и Д-240Л, в первый раз поступающие на ремонт двигателя. Цель исследования – определение влияния ТБА концентрацией 5 г/л в 7%-м растворе «Темп-100» для мойки деталей на межремонтный ресурс двигателей подконтрольных тракторов. Мойку деталей осуществляли в моечной машине АМ1400 АК с применением 7%-х растворов «Темп-100» с добавкой и без добавки ТБА. Продолжительность мойки составляла 5 минут, температура моющего раствора – 85°С.

2. Изучение парка техники АПК РФ и Рязанской области по состоянию на 1 января 2017 г. показало, что лидерами являются колесные тракторы: они

составляют 68% от общего парка тракторов, из них 66% относятся к классу 1,4 (типа МТЗ-80 и МТЗ-82). Отказы тракторов в условиях реальной эксплуатации наступают по причине неисправностей в: ДВС – 35,1%, гидросистеме – 18,4%, трансмиссии – 12,4% и т. д. В связи с этим для проведения экспериментов выбираем тракторы МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-80Л и МТЗ-82Л с двигателями марки Д-240 и Д-240Л.

3. Средние межремонтные ресурсы подконтрольных двигателей по двум вариантам мойки составили 4181 и 4970,5 мото-ч. Повышение межремонтного ресурса двигателей при мойке деталей в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л в сравнении с 7%-м раствором «Темп-100» составило 19%.

4. Экономический эффект (руб.) от применения ТБА концентрацией 5 г/л в составе 7%-го раствора «Темп-100» по отношению к 7%-му раствору «Темп-100» без ТБА в расчете на один отремонтированный двигатель составил 4925,77 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Улучшены моющие и противокоррозионные свойства синтетического моющего средства «Темп-100» путем введения в его раствор добавки тетрабората аммония.

2. Доказано, что зависимости степени очистки образцов от концентраций и «Темп-100», и ТБА описываются уравнением полиномиальной зависимости 2-й степени. Экспериментально обоснованы области рациональных значений концентраций «Темп-100» – 7% и добавки ТБА – 5 г/л в растворе для мойки деталей машин при их ремонте. В таком растворе степень очистки деталей достигает значения 95,78%, а без добавки ТБА – 83,35%.

3. В производственных условиях доказано, что использование ТБА концентрацией 5 г/л в 7%-м растворе «Темп-100» повышает противокоррозионную стойкость вымытых деталей до 16,2 суток против 7,6 суток после мойки 7%-м раствором «Темп-100» без ТБА (повышение противокоррозионной стойкости деталей в 2,1 раза), что позволяет исключить дополнительную консервационную обработку деталей в межоперационный период хранения.

4. Производственная проверка полученных результатов проводилась в ООО «Рассвет» Рязанской области по тракторам МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-80Л, МТЗ-82Л, впервые поступающим на ремонт двигателя. Мойку деталей поступившего на ремонт двигателя после его разборки выполняли или в 7%-м растворе «Темп-100», или в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л. Межремонтный ресурс двигателя при мойке деталей в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л (4970,5 мото-ч.) в сравнении с мойкой в 7%-м растворе «Темп-100» (4181 мото-ч.) повышается на 19%.

5. Расчетная величина экономического эффекта от использования разработанного состава в сравнении с 7%-м раствором «Темп-100» составляет 4925,77 руб. на один отремонтированный двигатель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов, Г.В. Основы учения о коррозии и защите металлов / Г.В. Акимов. – М.: Металлургиздат, 1986. – С. 371.
2. Алцыбеева, А.И. Ингибиторы коррозии металлов: справочник / А.И. Алцыбеева, Е.З. Левин. Под ред. проф. Л.И. Антропова. – Л.: Химия, 1968. – 264 с.
3. Ануриев, С. Г. Перспективный способ мойки двигателей перед ремонтом [Текст] / С.Г. Ануриев // Технические науки: проблемы и перспективы: Материалы 5-й Международной науч. конф. – СПб., 2017. – С. 53-55.
4. Бергман, Дж. Ингибиторы коррозии / Дж. Бергман. – М.: Транспорт, 1966. – 10 с.
5. Беренсон, С.П. Химическая технология очистки деталей двигателей внутреннего сгорания / С.П. Беренсон. – М.: Транспорт, 1967. – 268 с.
6. Болдин, А.П. Основы научных исследований: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А.П. Болдин, В.А. Максимов. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 336 с.
7. Бровченко, А.Д. Оценка эффективности использования современных способов и технологий для наружной мойки сельскохозяйственных машин / А.Д. Бровченко, А.Д. Нехаев // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: сб. материалов международной науч.-практич. конференции. Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Оробинского. – Воронеж: ВГАУ имени императора Петра I, 2017. – С. 172-175.
8. Бурак, П.И. Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники / П.И. Бурак, И.Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2019. – №10. – С. 2-5.
9. Быков, В.В. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей / В.В. Быков, Б.П. Загородских, Ш.В. Садетдинов, В.М. Юдин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(53). – С. 358-363.

10. Быков, В.В. Влияние температуры растворов синтетических моющих средств на их моющую способность / В.В. Быков, Б.П. Загородских, А. Н. Ременцов, В.М. Юдин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(53). – С. 249-255.
11. Бышов, Н.В. Изменение контактных углов смачивания при добавлении в моющие растворы поверхностно-активных веществ / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, В.В. Алексеев, И.В. Фадеев, // Инженерные технологии и системы. – 2019. – № 1. – С. 249-255.
12. Бышов, Н.В. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники / Н.В. Бышов, С.Д. Полищук, И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 2. – С. 257-262.
13. Бышов, Н.В. Повышение противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств для мойки деталей / Н.В. Бышов, И.В. Фадеев, Г.А. Александрова, Ш.В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2019. – № 45. – С. 20-24.
14. Бышов, Н.В. Ингибитор коррозии для растворов синтетических технологических средств / Н.В. Бышов, И.В. Фадеев // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской науч.-практич. конференции. – Чебоксары: ЧГСХА, 2019. – С. 411-417.
15. Бышов, Н.В. К вопросу улучшения свойств синтетических моющих средств для мойки деталей мобильной техники / Н.В. Бышов, И.В. Фадеев // Наука, производство, образование: состояние и направления развития: сб. науч. тр. по матер. Всероссийской науч.-практич. конференции. – Чебоксары: ЧГПУ им. И.Я. Яковлева, 2019. – С. 23-29.
16. Ванн, М. Повышение эффективности и качества очистки поверхности деталей от эксплуатационных загрязнений за счет применения вибрационной обработки в технологии авторемонтных производств: автореф. дисс. ...канд.

техн. наук 05.02.08 / Мао Ванн. – Ростов на Дону, 2003. – 22 с.

17. Вахидов, А.С. Методы совершенствования мойки автомобилей / А.С. Вахидов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: сб. материалов 67-й студенческой науч. конференции. – Воронеж: ВГАУ имени императора Петра I, 2016. – С. 52-55.

18. Гаврилов, А.К. Система жидкостного охлаждения автотракторных двигателей / А.К. Гаврилов. – М.: Машиностроение, 1986. – 163 с.

19. Голяницкий, О.И. Летучие ингибиторы атмосферной коррозии черных металлов / О.И. Голяницкий. – Челябинск: Кн. изд-во, 1958. – 76 с.

20. Горбов, А.Ф. Геохимия бора / А.Ф. Горбов. – Л.: Недра, 1976. – 207 с.

21. Гордеева, Д.А. Состояние, проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Рязанской области / Д.А. Гордеева // Студенческий: электрон. научн. журн., 2018. – № 6 (26). URL: <https://sibac.info/journal/student/26/100380> (дата обращения: 22.03.2020).

22. ГОСТ 27.002-2015 Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Термины и определения. Редакция документа с учетом изменений и дополнений подготовлена АО «Кодекс». Дата введения 2017-03-01.

23. ГОСТ Р 9. 905– 2007. Единая система защиты от коррозии и старения. Методы коррозионных испытаний. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2007. – 17 с.

24. Государственная программа Рязанской области «Развитие агропромышленного комплекса на 2014-2020 годы». Утверждено Постановлением Правительства Рязанской области от 30.10.2013 г. №357.

25. Григорьев, Д.А. Совершенствование технологического процесса антикоррозионной обработки сельскохозяйственной техники / Д.А. Григорьев, А.Д. Бровченко, Е.В. Пухов, И.А. Спицин // Современные научно-практические решения в АПК: сб. материалов международной науч.-практич. конференции. – Воронеж: ВГАУ им. императора Петра I, 2017. – С. 155-158.

26. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: учебник / Б. А. Доспехов. – М.: Изд-во «Альянс», 2011. – 350 с.

27. Жильцов, К.А. Технология и устройство для очистки деталей двигателей внутреннего сгорания лёдно-кавитационными струями: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.03 // Жильцов Кирилл Алексеевич. – Иваново, 2011. – 135 с.
28. Жук, Н.П. Курс коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. – М.: Металлургия, 1968. – 408 с.
29. Зимон, А.Д. Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон. – М.: Химия, 1974. – 414 с.
30. Зорин, В.А. Основы работоспособности технических систем: учебник / В.А. Зорин. – М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с.
31. Ингибитор коррозии для грунтовок по металлу [Текст]: пат. 2572125 Рос. Федерация: МПК С 09 D 5/08, С 01 В 35/12, С 01 В 35/18, С 01 G 37/00/ Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В., Новоселов А.М.; заявитель и патентообладатель Фадеев И.В. – №2014113529/05; заявл. 07.04.14; опубл. 27.12.15, Бюл. №29.
32. Казанцева, И.С. Установка для промывки радиаторов автомобилей / И.С. Казанцева // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сб. статей по материалам СXXXIVмеждународной научно-практической конференции, М., 2019. – Изд-во: ООО «Интернаука». – С.71-73.
33. Камере, А.Э. Исследование борной кислоты и ее взаимодействие с полиоксисоединениями методом ЯМР-спектроскопии: автореф. дисс. ...канд. хим. наук: 02.00.03 / Камере Арнольд Эрнстович. – Рига, 1981. – 22 с.
34. Карагодин, В.И. Проектирование авторемонтных предприятий: учеб. пособие / В.И. Карагодин. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2005. – 358 с.
35. Карагодин, В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 496 с.
36. Карнаушко, Е. В. Ресурсосберегающая технология гидродинамической очистки тепловозных узлов и деталей при ремонте: дисс. ...канд. техн. наук: 05.22.07/ Карнаушко Елена Владимировна. – М., 2002. – 184 с.
37. Кирилин, А.В. Мойка сельскохозяйственных машин перед подготовкой к хранению / А.В. Кирилин // Инновационные технологии в сельском хозяйстве:

- сб. материалов 3-й международной науч. конференции. – 2017. – С. 44-48.
38. Кирилин, А.В. Мойка сельскохозяйственных машин с использованием жидкостных струй высокого давления / А.В. Кирилин // Молодой ученый. – 2017. – № 11-3 (145). – С. 20-22.
39. Кирилин, А.В. Стенд для сравнительных испытаний моечных машин / А.В. Кирилин, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. материалов 2-й Всероссийской (национальной) науч. конференции. – Новосибирский ГАУ. – 2017. – С. 441-444.
40. Кирилин, А.В. Устройство для очистки и мойки автомобилей водовоздушной струёй / А.В. Кирилин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016): сб. статей 8-й Международной науч.-технич. конференции. Ответственный редактор Е.В. Агеев. – 2016. – С. 175-178.
41. Киселев, И.С. Экспериментальные исследования по совершенствованию очистных работ колес сельскохозяйственной техники, тракторов и автомобилей / И.С. Киселев, А.И. Королев, Е.В. Пухов // Наука, образование и инновации в современном мире: сб. материалов национальной науч.-практич. конференции. – Воронеж: ВГАУ им. императора Петра I, 2018. – С. 390-393.
42. Киселев, И.С. Разработка технологии мойки колес автомобилей при транспортировке сельскохозяйственной продукции / И.С. Киселев, Е.В. Пухов, А.И. Королев // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: сб. материалов международной науч.-практич. конференции. Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Орбинского. – Воронеж: ВГАУ им. императора Петра I, 2017. – С. 172-175.
43. Козлов, Ю.С. Допустимая загрязненность поверхности деталей. / Ю.С. Козлов // Автомобильный транспорт. – 1974. – № 11. – С. 33-35.
44. Козлов, Ю.С. Очистка автомобилей при ремонте / Ю.С. Козлов. – М.: Транспорт, 1975. – 216 с.
45. Козлов, Ю.С. Очистка изделий в машиностроении. / Ю.С. Козлов, О.К. Кузнецов, Н.Ф. Тельнов. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.

46. Крутоус, Е.Б. Техника мойки изделий в машиностроении / Е.Б. Крутоус, М.И. Некрич. – М.: Машиностроение, 1987. – 239 с.
47. Кудряшов, М.Б. Автоматизация технологического процесса ультразвуковой очистки деталей на промышленном предприятии: дисс. ...канд. техн. наук: 05.13.06 / Кудряшов Михаил Борисович. – М., 2005. – 185 с.
48. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
49. Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин : Учеб. для студентов вузов по агроинженер. специальностям / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 775 с.
50. Кутузов, В.В. Повышение эффективности эксплуатации строительных и дорожных машин с учетом изменения их технического состояния: дисс. ...канд. техн. наук: 05.05.04 / Кутузов Виктор Владимирович. – М., 2012. – 255 с.
51. Макаров, И.С. Технологии и технические средства очистки резервуаров от нефтяных отложений / И.С. Макаров, Н.П. Колесников // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: сб. материалов международной науч.-практич. конференции, посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин. Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Оробинского, И.В. Баскакова. – Воронеж: ВГАУ имени императора Петра I, 2017. – С. 69-72.
52. Малюгин, С.Г. Совершенствование технологии наружной очистки сельскохозяйственной техники с обоснованием параметров и режимов работы установки водовоздушной мойки: автореф. дисс. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / Малюгин Сергей Герасимович. – Рязань, 1998. – 24 с.
53. Митрохина, Е.В. Влияние величины зазора на скорость щелевой коррозии автотракторной техники / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, А.А. Цымбал, И.А. Юхин, И.В. Фадеев, Е.В. Митрохина, С.Н. Кулик // Известия АУК. – 2020. – № 2. – С.
54. Митрохина, Е.В. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики / И.А. Успенский, И.В. Фадеев, А.И. Ушанев, С.Н. Кулик, Е.В.

Митрохина // Вестник РГАТУ – 2020 – №2. – С. 96-101.

55. Митрохина, Е.В. Получение ингибиторов коррозии черных металлов методом физико-химического анализа / И.А. Успенский, И.В. Фадеев, С.Н. Кулик, Ш.В. Садетдинов, Е.В. Митрохина // Вестник РГАТУ – 2020 – №2. – С. 90-96.

56. Митрохина, Е.В. Определение оптимальной продолжительности процесса мойки деталей в растворе синтетического моющего средства / И.А. Успенский, И.В. Фадеев, Е.В. Митрохина, С.Н. Кулик // Техника и оборудование для села. – 2020. – №8 (278) С. 42-44.

57. Митрохина, Е.В. К вопросу защиты черных металлов от коррозии /С.Н. Кулик, Е.В. Митрохина, И.В. Фадеев // Подготовка кадров на технологическом факультете: традиции и направления развития: сб. материалов Всероссийской науч.-практич. конф. с международным участием. – Чебоксары: ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. – 2020. С. 93-98.

58. Митрохина, Е.В. Обзор боратных ингибиторов для синтетических моющих сред / Е.В. Митрохина, Ш.В. Садетдинов Д.А. Пестряев // Подготовка кадров на технологическом факультете: традиции и направления развития: сб. материалов Всероссийской науч.-практич. конф. с международным участием. – Чебоксары: ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. – 2020. – С. 115-123.

59. Митрохина, Е. В. Повышение циклической прочности стали в коррозионной среде / И.В. Фадеев, Е.В. Митрохина, Ш.В. Садетдинов // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: сб. материалов Международной студенческой науч.-практич. конф. – Рязань: РГАТУ им. П.А. Костычева». – 2020. – С. 295-299.

60. Митрохина, Е.В. Очистка и мойка поверхностей деталей при ремонте машин в сельском хозяйстве / Е.В. Митрохина // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации техники: сб. материалов Международной науч.-практич. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань: РГАТУ им. П.А. Костычева». – 2020. – С. 27-32.

61. Моющая композиция для очистки металлических поверхностей [Текст]:

пат. 2629023 Рос. Федерация: МПК С 11 D 3/06, С 11 D 3/30, С 11 D 3/37, С 11 D 1/04/ Илларионов И.Е., Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Садетдинов Ш.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Чувашский гос. ун-т им. И.Н. Ульянова». – №2016143245/04; заявл. 02.11.16; опубл. 24.08.17, Бюл. №24.

62. Моющее средство для очистки деталей, узлов и агрегатов транспортных средств [Текст]: пат. 2620593 Рос. Федерация: МПК С 11 D 1/72, С 11 D 3/06, С 11 D 3/10, С 11 D 3/08/ Фадеев И.В.; заявитель и патентообладатель Фадеев И.В. – №2016116194/04; заявл. 25.04.16; опубл. 29.05.17, Бюл. №16.

63. Очистка выпускных клапанов от нагара[электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.drive2.ru/b/467526089099444998/>.

64. Павлов, В.С. Коррозия деталей легковых автомобилей / В.С. Павлов, В.Е. Рязанов, И.В. Фадеев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. докладов 8-й Российской науч.-практ. конф. – Оренбург, 2007. – С. 247-249.

65. Папок, К.К. Нагары в реактивных двигателях / К.К. Папок, В.П. Пискунов, П.Г. Юреня. – М.: Транспорт, 1971. – 112 с.

66. Плышевский, Ю.С. Состояние и перспективы производства борных соединений / Ю.С. Плышевский, К.В. Ткачев // Тезисы докладов Всесоюзного совещания по химии и технологии неорганических соединений бора. – Рига, 1987. – С.162-163.

67. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта Минтранс РСФСР. – М.: Транспорт, 1984. – 82 с.

68. Приходько, В.М. Оптимизация параметров процесса ультразвуковой очистки при ремонте газовой топливной аппаратуры / В.М. Приходько, В.В. Борщ // Вестник МАДИ. – 2004. – №3. – С. 53-57.

69. Прохоренков, В.Д. Разработка методов противокоррозионной защиты и технологических процессов хранения сельскохозяйственной техники: дисс. ...доктора техн. наук: 05.17.03 / Прохоренков Вячеслав Дмитриевич. – Тамбов, 2002. – 400 с.

70. Пучин, Е.А. Практикум по ремонту машин: учебник для студентов высших учебных заведений / Е.А. Пучин, В.Г. Новиков, М.А. Очковский. – М.: Колос,

2009. – 327 с.

71. Пучин, Е.А. Технология ремонта машин: учебник / Е.А. Пучин, О.Н. Дирманидзе, В.Г. Новиков. – М.: Изд-во УМЦ «Триада», 4.1, 4.2, 2006. – 348 с.
72. Раствор для получения магнетитных покрытий на стали [Текст]: пат. 2614504 Рос. Федерация: МПК С 23 С 22/62, С 23 С 22/68, С 23 F 11/18/ Илларионов И.Е., Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Чувашский гос. ун-т им. И.Н. Ульянова». – №2015157505; заявл. 31.12.15; опубл. 28.03.17, Бюл. №10.
73. Ребиндер, П. А. Поверхностно-активные вещества и их применение / П.А. Ребиндер // Химическая наука и промышленность. – 1969. – №5. – С. 554-56.
74. Ременцов, А.Н. Влияние компонентов водной среды полотна автомобильной дороги на водопоглощение противокоррозионного покрытия / А.Н. Ременцов, И.В. Фадеев // Дорожно-транспортный комплекс: состояние и перспективы развития: сборник докладов и сообщений 3-й Межрегиональной науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2009. – С. 41-44.
75. Ремонт машин: учебники и учебные пособия для высших учебных заведений / Под редакцией Н.Ф. Тельнова. – М.: Агропромиздат, 1992. – 560 с.
76. Розенфельд, И.Л. Влияние воздушно-образованной окисной пленки на защитные свойства неорганических ингибиторов в нейтральных средах / И.Л. Розенфельд, Л.В. Фролова, Н.Н. Тавадзе // Защита металлов. – 1980. – Т. 16, Г 3. – С. 339-342.
77. Розенфельд, И.Л. Ингибиторы коррозии / И.Л. Розенфельд. – М.: Химия, 1977. – 350 с.
78. Розенфельд, И.Л. Новые методы исследования коррозии металлов / И.Л. Розенфельд. – М.: Наука, 1973. – С. 202.
79. Розенфельд, И.Л. Синергетический эффект ингибиторов коррозии в нейтральных средах / И.Л. Розенфельд, Л.В. Фролова, Н.Н. Тавадзе. // Ингибиторы коррозии: сб. материалов 5-го Европейского симпозиума. – Феррара (Италия), 1980. – Т. 2. – С. 583-591.
80. Розенфельд, И.Л. Синергетический эффект при защите стали от коррозии

неорганическими ингибиторами в нейтральных электролитах / И.Л. Розенфельд, Л.В. Фролова, Н.Н. Тавадзе // Защита металлов. – 1980. – Т. 16, Г 2. – С. 133-136.

81. Романов, В.В. Влияние коррозионной среды на циклическую прочность металлов / В.В. Романов. – М.: Наука, 1969. – 220 с.

82. Рязанов, В.Е. Основы научных исследований и патентоведения: учебное пособие / В.Е. Рязанов, М.А. Ершов. – Чебоксары: ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. – 247 с.

83. Рязанов, В.Е. Ущерб от коррозии машин и оборудования / В.Е. Рязанов, И.В. Фадеев // Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития: сб. материалов 6-й науч.-техн. конф. – Чебоксары, 2013. – С. 378-380.

84. Северный, А.Э. Практикум по хранению и защите от коррозии сельскохозяйственной техники: учебно-методические рекомендации / А.Э. Северный, Е.А. Пучин, В.Е. Рязанов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 160 с.

85. Северный, А.Э. Сохраняемость и защита от коррозии сельскохозяйственной техники: монография / А.Э. Северный. – М.: ГОСНИТИ, 1993. – 233 с.

86. Серпокрылов, Н.С. Водоохранные технологии как источник воздействия на окружающую среду / Н.С. Серпокрылов, В.А. Онкаев, В.Д. Бараев, О.Ш. Кедеева, Т.К. Шушунова // Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы рационального использования: сб. материалов. – 2018. – С. 117-122.

87. Серпокрылов, Н.С. Оптимизация выбора технических и технологических решений (на базе систем водоотведения): Учебное пособие / Н.С. Серпокрылов, А.С. Смоляниченко, Е.Н. Серпокрылов. – Ростов-на-Дону, 2018. – 93 с.

88. Серпокрылов, Н.С. Воздействие минеральных масел и нефтепродуктов на экологическое равновесие окружающей среды / В.Г. Эрендженев, Н.С. Серпокрылов, В.А. Онкаев, Т.К. Эрмеков, А.В. Онкаев // Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы рационального

использования: сб. материалов. – 2018. – С. 153-156.

89. Серпокрылов, Н.С. К вопросу о предотвращении коррозии канализационных трубопроводов / Н.С. Серпокрылов, К.О. Хуторненко // Строительство и архитектура-2017. Инженерно-строительный факультет: сб. материалы науч.-практич. конференции. – 2017. – С. 244-248.

90. Статистические методы обработки эмпирических данных / ВНИИНМАШ. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 232 с.

91. Тараканова, Н.М. Технология и устройство для очистки сельскохозяйственных машин с использованием абразивно-кавитационной струи: автореф. дисс. ...канд. техн. наук: 05.20.03 / Тараканова Надежда Михайловна. – Рязань, 2011. – 22 с.

92. Тельнов, Н.Ф. Как предупредить накипеобразование и коррозию в системе охлаждения тракторного дизеля / Н.Ф. Тельнов, В.П. Мороз // Техника в сельском хозяйстве. – 1971. – №9. – С. 23-27.

93. Тельнов, Н.Ф. Классификация способов очистки и мойки машин / Н.Ф. Тельнов. // Научные труды «Доклады МИИСП». – 1966. – Том 3, вып. 4. – С. 52-58.

94. Тельнов, Н.Ф. Магнитная обработка воды в аппарате со шламособорником / Н.Ф. Тельнов, В.П. Мороз. // Техника в сельском хозяйстве. – 1979. – №3. – С. 61-63.

95. Тельнов, Н.Ф. Моющие средства, их использование в машиностроении и регенерация. / Н.Ф. Тельнов, Ю.С. Козлов, О.К. Кузнецов, И.А. Тулаев. – М.: Машиностроение, 1993. – 202 с.

96. Тельнов, Н.Ф. О механизме накипеобразования. / Н.Ф. Тельнов, В.П. Мороз, Н.А. Очковский // Научные труды «Доклады МИИСП». – 1971. – С. 72-77.

97. Тельнов, Н.Ф. Предупреждение отложений накипи и снижение коррозии в системе охлаждения дизелей / Н.Ф. Тельнов, Е.Ф. Тебенихин, В.П. Мороз, Н.А. Очковский // Тракторы и сельхозмашины. – 1969. – №7. – С. 37-42.

98. Тельнов, Н.Ф. Технология очистки и мойки сельскохозяйственных машин: основы теории и практики: монография / Н.Ф. Тельнов. – М.: Колос, 1973. – 296 с.

99. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств», утв. решением Комиссии

Таможенного союза от 09 декабря 2011 года №877, с изм. на 11 июля 2016 года.– 460 с.

100. Ткачев, К.В. Технология неорганических соединений бора / К.В. Ткачев, Ю.С. Плышевский. – Л.: Химия, 1983. – 208 с.

101. Томашов, Н.Д. Теория коррозии металлов / Н.Д. Томашов. – М.: Металлургия, 1987. – 260 с.

102. Трибус, В.Я. Влияние коррозии на изнашивание деталей машин / В.Я. Трибус, А.Э. Северный и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1985. – №12. – С. 42-45.

103. Устройство для создания вращающейся гидравлической струи [Текст]: пат. 183001 Рос. Федерация: МПК В05В 3/02 (2006.01), В05В 3/12 (2006.01)/ Шемякин А.В., Терентьев В.В., Латышенко М.Б., Кожин С.А., Кирилин А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Рязанский гос. агротехнологический ун-т им. П.А. Костычева. – № 2018119651; заявл. 28.05.18; опубл. 07.09.18, Бюл. № 25. – 9 с. : ил.

104. Фадеев, И.В. Влияние амидоборатного комплекса на коррозию и коррозионную усталость стали Ст. 10 / И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов, А.М. Новоселов // Приволжский научный журнал. – 2014. – №3. – С. 31-35.

105. Фадеев, И.В. Новые боратсодержащие присадки к моющим средствам для узлов и агрегатов транспортных средств / И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Автотранспортное предприятие. – 2015. – № 2. – С. 46-50.

106. Фадеев, И.В. Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств / И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 6. – С. 54-56.

107. Фадеев, И.В. Повышение противокоррозионных свойств технических моющих средств с применением амидоборатных соединений / И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2015. – №4. – С. 13-16.

108. Фадеев, И.В. Применение тетраборатов лития, натрия, калия в качестве экологически чистых добавок к моющим средствам / И.В. Фадеев, В.В. Белов, Ш.В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования.

– 2015. – №21. – С. 52-55.

109. Фадеев, И.В. Разработка синтетических моющих средств на основе боратов для очистки поверхности металлов: монография [Текст] / И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов, И.Е. Илларионов. Под общ. ред. И.Е. Илларионова. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 2016. – 185 с.

110. Фадеев, И.В. Теоретические основы разработки новых ингибиторов коррозии для автотранспортного комплекса / И.В. Фадеев, А.М. Новоселов, Ш.В. Садетдинов // Вестник МАДИ. – 2014. – Вып. 4(39). – С. 17-21.

111. Фадеев, И.В. Экологически безвредный материал для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии / И.В. Фадеев, Н.Н. Белова, Ш.В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – №21. – С. 56-59.

112. Фадеев, И.В. Повышение эффективности технологического процесса мойки при ремонте автомобилей в сельском хозяйстве: дисс. ...доктора техн. наук: 05.20.03 / Фадеев Иван Васильевич. – Рязань, 2019. – 395 с.

113. Фадеев, И.В. Выбор рационального режима мойки деталей узлов и агрегатов транспортных средств / И.В. Фадеев // Автотранспортное предприятие. – 2016. – №5. – С. 28-31.

114. Фадеев, И.В. Влияние амидоборатных соединений на противокоррозионные свойства стали / И.В. Фадеев, В.К. Половняк, С.С. Еремеева, Ш.В. Садетдинов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – №3. – С. 19-24.

115. Фадеев, И.В. Определение рациональной концентрации синтетических моющих средств в растворах для мойки деталей, узлов и агрегатов / И.В. Фадеев, И.Н. Смолина // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: материалы конференции. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. – 2016. – Т. 4, № 5-4 (25-4). – С. 169-173.

116. Фадеев, И.В. Исследование влияния компонентов агрессивной среды дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля: дисс. ...канд. техн. наук: 05.22.10 / Фадеев Иван Васильевич. – М., 2010. – 222 с.

117. Фатюхин, Д.С. Разработка технологии и оборудования для ультразвуковой очистки инжекторов: дисс. ...канд. техн. наук: 05.02.08 / Фатюхин Дмитрий Сергеевич. – М., 2001. – 200 с.
118. Черноиванов, В. И. Очистка и мойка машин и оборудования [Текст] / В.И. Черноиванов, В.Н. Лосев, А.Л. Быстрицкая. – М.: ГОСНИТИ, 1998. – 99 с.
119. Шварц, Е.М. Взаимодействие борной кислоты со спиртом и оксикислотами / Е.М. Шварц. – Рига: Зинатне, 1990. – 414 с.
120. Шемякин, А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств: автореф. дисс. ...доктора техн. наук : 05.20.03 / Шемякин Александр Владимирович. – Мичуринск, 2014. – 39 с.
121. Шемякина, Е.Ю. Технология очистки сельскохозяйственных машин с обоснованием параметров и режимов работы моечной установки с воздушным экраном: автореф. дисс. ...канд. техн. наук : 05.20.03 / Шемякина Евгения Юрьевна. – Рязань, 2009. – 22 с.
122. Юдаков, Е.Г. Разработка технологии и оборудования для ультразвуковой очистки корпусных деталей автотракторных двигателей: автореферат дисс. ...канд. техн. наук: 05.02.08 / Юдаков Евгений Геннадьевич. – М., 2013. – 19 с.
123. Яруллин, М.Г. Интенсификация очистки изделий в погружных моечных машинах на базе пространственных механизмов: дисс. ...доктора техн. наук: 05.20.03 / Яруллин Мунир Гумерович. – Казань, 2002. – 487 с.
124. Byshov N.V., Uspensky I.A., Fadeev I.V., Sadetdinov Sh.V. Synergetic effect of bactericidal action of borates in solutions of synthetic detergents, Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (ISSN: 0975-8585), 2019, no. 10(2), pp. 1441-1446.
125. Rojagoplan, K.S. Orantification of the elements contributing to the direct cost corrosion and its application to the chloralkoli inolstry / K.S. Rojagoplan. // I. Sci and Int. Res., 1985, no. 8, pp. 430-431.
126. Yang, L. The Study of Atmospheric Corrosion of Carbon Steel and Aluminum under Salt Deposit Using Coupled Multielectrode Array Sensors / L. Yang, R.T.

Pabalan, D.S. Dunn // the 204th Meeting of the Electrochemical Society – Abstract 465, Extended Abstract Volume 2003-II (Pennington, NJ: Electrochemical Society, 2003).

127. Nikolay S. Serpokrylov, Sergey Yu. Andreyev, Vitaly V. Demidochki. Biological treatment of wastewater in aeration tanks: Theoretical bases for process calculations Optimizing biological treatment to accommodate varied pollutant loadings and effluent flow rates, Article in Environmental Quality Management, 26(4):57-64, 2017, with 6 Reads. DOI: 10.1002/tqem.21504.

128. N.S. Serpokrylov, S.V. Starovoytov and A. Khalil. The Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (anfis) Application for the Ammonium Removal from Aqueous Solution Predicting by Biochar, Materials Science Forum, 2018, Vol. 931, pp. 985-990.

129. A.V. Kirilin. The theoretical aspects of removing contamination of agricultural machinery /A.V. Kirilin // Modern Science. –№ 4-1. – С. 38-41.

130. <http://usfeu.ru/sveden/Documents/Metod/Материаловедение.pdf>.

131. <https://infopedia.su/10x4364.html>.

132. <http://www.atb.ru/catalog/1/85/>.

133. <https://studfile.net/preview/2609632/>.

134. <https://studfile.net/preview/2609632/>.

135. <https://studfile.net/preview/2609632/page:2/>.

136. <https://ssangyong-echoauto.ru/dvigatel-2/skolko-vesit-dvigatel-mtz-80-mtz-80-tekhnicheskie-xarakteristiki-2.html>.

137. <https://1belagro.com/clients/info/zapchasti-k-traktoram/mtz-80-osnovnye-tekhnicheskie-kharakteristiki-i-obzor-traktora/>.

138. <https://exkavator.ru/excapedia/technic/mtzbelarys80>.

139. <https://tractoramtz.ru/traktora/kak-rabotat-na-mtz-82.html#i>.

140. <http://tdbelarus.ru/news/tehnoblog/dvigatel-mtz-d-260-d-245-d-240.-harakteristiki-komplektacii-i-sovety-pri-pokupke/>.

141. https://www.ryazagro.ru/activities/activity/official_speeches/8729/.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А **(СПРАВОЧНОЕ)**

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица А.1 –Влияние концентрации «Темп-100»в моющем растворе на степень очистки образцов при температуре раствора 85-90°С (форма таблицы из [112])

Концен- трация «Темп- 100» в моющем растворе, x_i , %	№№ образцов	Масса, г					Степень очистки, y_i , %		Смачиваемость, с	
		образца		загрязнения	образца после экспери- мента, M_2	загрязнения после экспери- мента, $\Delta M_2=M_2-M_0$	каждого образца	средняя по вариан- там	каждого образца	средняя по вариан- там
		чистого M_0	до эксперимента с загряз- нением M_1	$\Delta M_1=M_1-M_0$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,0 (контроль)	1	46,5741	50,2322	3,6581	49,8505	3,3688	10,26	11,51	5	4,6
	2	46,5384	49,7529	3,2145	49,2299	2,7761	11,76		4	
	3	46,4156	49,6799	3,2643	49,4203	2,8039	11,18		5	
	4	47,7124	51,2342	3,5218	50,0585	3,0111	13,53		5	
	5	47,6231	51,0216	3,3985	50,6335	3,0430	10,85		4	
1,0	6	47,5021	51,7065	4,2044	50,0890	3,0215	26,52	27,13	10	10
	7	47,1154	51,3305	4,2151	50,1235	3,0393	26,74		10	
	8	46,4457	51,5730	4,1273	49,8939	3,0449	26,72		11	
	9	46,7526	50,9111	4,1585	49,9031	3,0482	28,86		9	
	10	47,8051	51,9472	4,1421	50,0953	3,1025	26,80		10	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3,0	11	47,2241	51,0626	3,8385	48,8563	1,7542	56,03	56,15	23	22,5
	12	46,5314	50,4437	3,9123	48,5157	1,6203	58,43		21	
	13	47,2254	50,4569	3,2315	48,7006	1,4005	55,15		22	
	14	47,4589	50,7577	3,2988	48,5349	1,4761	55,07		24	
	15	46,5728	50,0850	3,5122	48,5112	1,5181	56,07		22	
5,0	16	46,7522	50,6500	3,8978	47,8500	0,9211	75,50	75,34	27	26
	17	47,7255	50,9771	3,2516	48,2272	0,8422	72,77		27	
	18	46,3517	49,5038	3,1521	47,5996	0,7045	76,16		25	
	19	46,4952	50,7363	4,2411	47,7373	0,9465	76,56		26	
	20	46,8572	50,7323	3,8751	47,9252	0,9432	75,70		25	
7,0	21	46,7561	49,9023	3,1462	47,4097	0,5373	82,11	83,35	29	28
	22	47,5434	50,7589	3,2155	47,8355	0,4855	83,79		27	
	23	46,5888	50,4641	3,8753	47,5019	0,5989	84,30		29	
	24	47,2345	50,4602	3,2257	47,6617	0,5098	82,63		27	
	25	46,7454	50,5985	3,8531	47,5010	0,6311	83,95		28	
9,0	26	47,1542	50,7303	3,5761	47,5439	0,5105	85,44	84,00	29	28,2
	27	47,1781	51,4025	4,2244	47,6598	0,6122	85,20		27	
	28	46,8254	50,9406	4,1152	47,5652	0,6592	82,77		30	
	29	46,5417	49,9374	3,3957	47,1502	0,5618	83,26		27	
	30	47,1672	51,1583	3,9911	47,7511	0,5997	83,32		28	

№№ вариантов эксперимента	Концентрация «Темп-100»в моющем растворе, x_i , %	Степень очистки, y_i , %		Проверка принадлежности сомнительных членов совокупности	Статистические характеристики результатов выходов			
		каждого образца	средняя по вариантам		$\bar{y}$	S^2	S	ϑ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	10,26	11,51	$\tau_{лев.} = 0,46$ $\tau_{прав.} = 0,541$ $\tau_{табл.} = 0,807.$	11,51	1,56	1,25	10,85
		11,76						
		11,18						
		13,53						
		10,85						
2	1,0	26,52	27,13	$\tau_{лев.} = 0,23$ $\tau_{прав.} = 0,024$ $\tau_{табл.} = 0,807.$	27,13	0,58	0,76	0,03
		26,74						
		26,72						
		28,86						
		26,80						
3	3,0	56,03	56,15	$\tau_{лев.} = 0,024$ $\tau_{прав.} = 0,7$ $\tau_{табл.} = 0,807.$	56,15	1,85	1,36	0,024
		58,43						
		55,15						
		55,07						
		56,07						
4	5,0	75,50	75,34	$\tau_{лев.} = 0,72$ $\tau_{прав.} = 0,1055$ $\tau_{табл.} = 0,807.$	75,34	2,23	1,49	0,02
		72,77						
		76,16						
		76,56						
		75,70						
5	7,0	82,11	83,35	$\tau_{лев.} = 0,37$ $\tau_{прав.} = 0,17$ $\tau_{табл.} = 0,807.$	83,35	0,8	0,90	0,01
		83,79						
		84,30						
		82,63						
		83,95						
6	9,0	85,44	84,00	$\tau_{лев.} = 0,19$ $\tau_{прав.} = 0,01$ $\tau_{табл.} = 0,807.$	84,0	1,56	1,25	0,02
		85,20						
		82,77						
		83,26						
		83,32						

Таблица А.3 – Промежуточные расчеты

№№ вариан тов экспери мента, п	Концен трация «Темп-100» в моющем растворе, x_i , %	Степень очистки, y_i , %	x_i^2	$x_i y_i$	Расчеты				$(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$
					$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	
1	0	11,52	0	0	-4,17	-44,73	17,39	2000,77	186,52
2	1	27,13	1	27,13	-3,17	-29,12	10,05	848,00	92,31
3	3	56,15	9	168,45	-1,17	-0,10	1,37	0,01	0,12
4	5	75,34	25	376,7	0,83	19,09	0,69	364,43	15,84
5	7	83,35	49	583,52	2,83	27,11	8,01	735,00	76,72
6	9	84,00	81	756,00	4,83	27,75	23,33	770,06	134,03
Σ	25	337,5	165	1911,8	0	0	60,84	4718,27	505,54

Таблица А.4 – Влияние концентрации ТБА в 7%-м водном растворе «Темп-100» на степень очистки образцов из стали 40Х при температуре 85-90°С(форма таблицы из [112])

Концен- трация ТБА в моющем растворе, x_i , г/л	№№ образцов	Масса, г					Степень очистки, y_i , %		Смачиваемость, с	
		образца		загрязнения	образца после экспери- мента, M_2	загрязнения после экспери- мента, $\Delta M_2=M_2-M_0$	каждого образца	средняя по вариан- там	каждого образца	средняя по вариан- там
		чистого M_0	до эксперимента							
			с загряз- нением M_1	$\Delta M_1=M_1-M_0$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,0	1	46,5135	48,6255	2,1123	48,8355	0,3220	84,7537	84,51	30	29
	2	46,9177	49,0357	2,1182	47,1417	0,2240	82,4102		29	
	3	46,8311	48,8996	2,0685	47,1331	0,3020	85,4012		30	
	4	47,1573	49,1394	1,9820	47,5043	0,3470	82,4927		28	
	5	47,0930	49,0965	2,0035	47,3553	0,2623	86,9091		28	
2,0	6	46,9003	48,9127	2,0124	47,1320	0,2317	88,4856	87,71	30	30
	7	46,8193	48,8510	2,0317	47,0841	0,2648	86,9647		31	
	8	47,1676	49,2382	2,0705	47,4710	0,3034	85,3451		28	
	9	46,6800	48,4675	1,7875	46,9137	0,2337	86,9272		31	
	10	46,7424	48,6471	1,9047	46,9479	0,2055	89,2416		30	

Продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3,0	11	46,6411	48,8451	2,2040	46,7791	0,1380	93,7400	91,89	32	31
	12	47,2755	49,6789	2,4034	47,4176	0,1421	94,0892		31	
	13	47,2784	49,3925	2,1141	47,4622	0,1838	91,3075		31	
	14	47,1740	49,2970	2,1231	47,3651	0,1911	90,9976		32	
	15	46,7286	48,7126	1,9842	46,9160	0,1874	90,5529		29	
4,0	16	46,7586	48,6371	1,8785	46,8825	0,1389	93,6038	93,14	32	32
	17	46,5036	48,5073	2,0037	46,6207	0,1171	94,4077		33	
	18	46,5343	47,8333	1,2992	46,6176	0,0833	93,4335		30	
	19	46,7891	48,8919	2,1027	46,9213	0,1322	94,0036		33	
	20	46,9002	49,0033	2,1030	47,0050	0,1048	95,3254		32	
5,0	21	46,8143	49,0536	2,2393	46,9159	0,1016	95,4650	95,78	34	33
	22	47,1463	49,2808	2,1345	47,2359	0,0896	95,8002		32	
	23	46,6324	48,7378	2,1054	46,7389	0,1065	94,9403		33	
	24	47,2650	49,5990	2,3343	47,3630	0,0980	95,8020		34	
	25	47,3570	49,5357	2,1787	47,4494	0,0924	95,7564		32	
6,0	26	46,7641	48,6255	1,8614	46,8408	0,0767	95,8777	96,18	34	33
	27	46,7166	49,0358	2,3192	46,8166	0,1000	95,6872		33	
	28	46,6859	48,8997	2,2137	46,7799	0,0940	95,7508		34	
	29	47,3562	49,1394	1,7833	47,4150	0,0588	96,7024		32	
	30	47,1022	49,0965	1,9943	47,1643	0,0621	96,8821		32	

Таблица А.5 – Скорость коррозии, ингибиторный эффект и степень защиты стали 40Х за 30 суток в 3%-м растворе NaCl в присутствии СМС «Темп-100» концентрацией 7% без добавки и с добавкой ТБА различной концентрации(форма таблицы из [112])

№№ об- раз- цов	Коррозионная среда	Концен- трация ТБА в растворе, г/л	Масса образца до опыта, m_o , г	Масса образца после опыта, m_i , г	Потеря массы $\Delta m = m_o - m_i$, г	Площадь образца, S , см ²	Скорость коррозии, K , г/м ² ·ч·10 ⁻³	Средняя скорость коррозии, $K_{ср.}$, г/м ² ·ч·10 ⁻³	Средний ингиби- торный эффект, $\gamma_{ср}$	Средняя степень защиты, $Z_{ср}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3%-й раствор NaCl (контроль)	0	46,8051	32,8953	13,8114	6,08	31,36	30,32	1,0	0
2			46,4971	33,7565	12,7340	5,65	30,34			
3			46,4597	33,5906	12,9741	5,78	29,95			
4	3%-й раствор NaCl + 7%-й раствор «Темп-100»	0	47,6253	37,7655	9,8598	6,32	22,75	23,02	1,32	31,7
5			47,0605	36,7631	10,2973	6,22	23,35			
6			46,8100	36,5778	10,2322	6,34	22,97			
7	3%-й раствор NaCl + 7%-й раствор «Темп- 100»+ТБА	1	45,9817	36,9180	9,0637	6,27	20,62	20,73	1,46	46,26
8			45,9538	37,0800	8,8737	6,14	20,75			
9			46,1164	37,0732	9,0431	5,92	20,82			
10		2	46,5474	37,0732	7,6011	6,05	18,62	18,54	1,64	63,5
11			46,0905	38,9463	7,8273	6,17	18,53			
12			45,9010	38,2631	7,7606	6,14	18,47			
13		3	46,8403	39,1958	7,6444	5,93	17,30	17,23	1,76	76,0
14			46,7301	38,9745	7,7555	5,94	17,23			
15			46,7590	39,0220	7,7370	6,12	17,16			

Продолжение таблицы А.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	3%-й раствор NaCl + 7%-й раствор «Темп- 100»+ТБА	4	46,4910	39,4720	6,8257	6,05	15,85	15,83	1,92	91,5
17			46,7010	39,6652	6,3614	6,19	15,56			
18			46,4050	40,3396	6,8764	6,14	16,08			
19		5	46,3660	39,7511	6,6148	5,91	15,28	15,36	1,97	97,4
20			46,5130	39,8780	6,6349	6,09	15,38			
21			46,0120	39,3481	6,6638	6,10	15,42			
22		6	46,156	39,1615	6,9947	6,19	15,82	15,78	1,93	92,1
23			47,155	40,2941	6,8607	5,95	15,68			
24			47,021	40,1152	6,9060	6,19	15,85			

Таблица А.6 –Ресурс отремонтированных двигателей по тракторам

№ № п/п	Собственник трактора	Марка трактора	Год выпуска	Марка двигателя	Ресурс отремонтирован ного двигателя, х, мото-ч.
1	2	3	4	5	6
Мойка деталей двигателя в 7%-м растворе «Темп-100»					
1	КФХ Вилков М. С.	МТЗ-80	2006	Д-240	3320
2	КФХ Вилков С. Д.	МТЗ-80	2002	Д-240	4570
3	КФХ Мимоглядов В. Н.	МТЗ-80	2010	Д-240	4390
4	КФХ «Крона»	МТЗ-82	2008	Д-240Л	4100
5	ООО «АгроОрганик»	МТЗ-82	2009	Д-240Л	4680
6	ООО «Высота»	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4410
7	ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4350
8	АО «Павловское»	МТЗ-80	2007	Д-240	3420
9	АО «Московское»	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4250
10	ООО «Золотой колос»	МТЗ-80	2007	Д-240	4320
Среднее значение $\bar{x}$ = 4181; Стандартное отклонение S = 456,6; Коэффициент вариации ϑ = 0,11 (11%)					

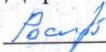
Продолжение таблицы А.6

1	2	3	4	5	6
Мойка деталей двигателя в 7%-м растворе «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л					
1	ООО «Мурминское»	МТЗ-80	2006	Д-240	5250
2	СПК «Вышгородский»	МТЗ-80	2002	Д-240	5460
3	ООО «АгроКапитал»	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4660
4	ООО «Орион»	МТЗ-80	2008	Д-240	5210
5	АО «Рассвет»	МТЗ-82	2009	Д-240Л	4805
6	ООО агрофирма «Прио-ресурс»	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4950
7	АО «Окская птицефабрика»	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4770
8	АО «Рязанский свинокомплекс»	МТЗ-80	2007	Д-240	4590
9	ООО «Авангард»	МТЗ-82	2010	Д-240Л	4890
10	ООО «Заря»	МТЗ-80	2007	Д-240	5120
Среднее значение $\bar{x} = 4970,5$; Стандартное отклонение $S = 281,5$; Коэффициент вариации $\vartheta = 0,056$ (5,6%)					

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(СПРАВОЧНОЕ)
ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Рассвет»

 А.М. Ростиллов

«17» февраля 2021 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы Митрохиной Екатерины Владимировны на тему: «Совершенствование технологического процесса мойки деталей при ремонте техники в сельском хозяйстве», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Мы, нижеподписавшиеся, директор ООО «Рассвет» Ростиллов А.М. и механик ООО «Рассвет» Федюлин М.Н. составили настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы Митрохиной Е.В. на тему: «Совершенствование технологического процесса мойки деталей при ремонте техники в сельском хозяйстве» внедрены в технологические процессы ТО и ремонта автотракторной и сельскохозяйственной техники в ООО «Рассвет» (391007, Рязанская область, Клепиковский район, с. Давыдово).

Использование разработанной автором многокомпонентной моющей композиции на основе 7%-го водного раствора синтетического моющего средства Темп-100 с добавкой тетрабората аммония концентрацией 5 г/л при мойке узлов, агрегатов и деталей автотракторной и сельскохозяйственной техники позволило улучшить санитарно-гигиенические условия труда работников, и повысить качество мойки деталей (до 95,8%) в ремонтной мастерской, что в конечном итоге положительно повлияло на повышение качества ремонта и ресурса отремонтированной техники, а также сокращение материальных и трудовых затрат в ремонтном производстве.

Директор ООО «Рассвет»

А.М. Ростиллов

Механик

М.Н. Федюлин

«17» февраля 2021 г.

