

На правах рукописи



ВОРОНОВ ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОЙКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ
ТЕХНИКИ**

Специальность 05.20.03–Технологии и средства технического обслуживания
в сельском хозяйстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ).

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент

Фадеев Иван Васильевич

**Официальные
оппоненты**

Карелина Мария Юрьевна,

доктор технических наук, доктор педагогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», проректор по научной работе, заведующая кафедрой «Детали машин и теория механизмов»

Серпокрылов Николай Сергеевич,

доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение»

**Ведущая
организация:**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Защита состоится «22» сентября 2022 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.057.03, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» по адресу: 390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1, зал заседаний диссертационного совета.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО РГАТУ, на сайте университета: www.rgatu.ru и на сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации www.vak.minobrnauki.gov.ru

Автореферат разослан «___» июля 2022 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор технических наук, профессор

Юхин И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Мойка наружных поверхностей не исправных агрегатов, снятых с машины, и мойка их деталей после разборки включены в технологические процессы ремонта машин и предусматривают использование синтетических моющих средств (СМС). Процессы мойки и очистки загрязненных агрегатов, узлов и деталей являются операциями, повышающими качество, производительность труда ремонтных работ до 8%, межремонтный ресурс автотракторной техники около 30%, привлекательность технологических процессов ремонта. Тщательное удаление загрязнений с поверхностей деталей ремонтируемых агрегатов снижает затраты труда и материальных средств. Однако, используемые в ремонтном производстве предприятий сельского хозяйства СМС и технологии мойки не соответствуют современным требованиям экологии и технологических процессов ремонта и обслуживания, что существенно снижает показатели производства и эксплуатации автотракторной техники.

Для повышения эффективности процессов мойки и очистки применяются различные способы: улучшение моющих и ингибиторных свойств СМС, совершенствование активации раствора в моющих установках, оптимизация технологических параметров мойки и другие.

На основе вышеизложенного можно утверждать, что совершенствование процесса мойки деталей автотракторной техники в ремонтном производстве предприятий сельского хозяйства применением более эффективной активации раствора в моющих установках является **актуальной** задачей. Решение этой задачи положительно повлияет на развитие сельскохозяйственного производства страны.

Степень разработанности темы исследования. При эксплуатации машин в условиях высокой относительной влажности воздуха на их поверхности по причине постепенной адсорбции из воздуха формируется пленка влаги. Поглощая из атмосферного воздуха механические и химические примеси, пленка влаги становится коррозионно-агрессивным раствором, загрязняет наружные и внутренние поверхности машин, их агрегатов и деталей, вызывает коррозионные процессы на поверхности загрязненных элементов автотракторной техники, чем способствует сокращению их ресурса. Следовательно, высокая относительная влажность воздуха является одним из основных факторов, загрязняющих поверхности автотракторной техники, ее агрегатов и деталей.

Вопросами повышения качества мойки деталей, узлов и агрегатов автотракторной техники занимались и занимаются российские и зарубежные ученые Н.В. Бышов, А.Н. Васильев, В.С. Григорьев, Л.М. Гуревич, В.И. Карагодин, М.Ю. Карелина, Ю.В. Катаев, Ю.С. Козлов, В.А. Королев, М.Н. Костомахин, К.С. Моренко, В.М. Приходько, П.А. Ребиндер, Ш.В. Садетдинов, Н.С. Серпокрылов, Р.А. Серебряков, Н.Ф. Тельнов, В.Н. Топорков, А.В. Шемякин, И.А. Успенский, И.В. Фадеев, В.И. Черноиванов, И.А. Юхин, K.S. Rojagoplan, L. Yang и многие другие.

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

Цель исследования – повышение эффективности мойки деталей при ремонте агрегатов автотракторной техники в сельском хозяйстве.

Ресурс агрегатов автотракторной техники во многом зависит от эффективности технологического процесса мойки деталей при их ремонте, что в свою очередь определяется степенью очистки деталей, которые зависят от режима, способа мойки, средств и оборудования для мойки. Их выбор определяется видом загрязнений, размерами и материалом деталей. Исходя из этого для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить и определить возможность повышения ресурса двигателей автотракторной техники совершенствованием технологического процесса мойки деталей при их ремонте.

2. Повысить степень очистки деталей от загрязнений путем совершенствования активации моющего раствора.

3. Провести экспериментальные исследования по установлению закономерностей влияния продолжительности мойки при различных способах активации моющего раствора на изменение степени очистки деталей от загрязнений. Обосновать рациональную продолжительность мойки при различных способах активации моющего раствора. Экспериментально определить наиболее эффективный способ активации моющего раствора.

4. Проверить результаты лабораторных исследований в производственных условиях и провести их технико-экономическую оценку.

Объект исследования: технологический процесс удаления загрязнений с поверхности деталей под воздействием моющего раствора.

Предмет исследования. Влияние способов активации на степень очистки деталей от загрязнений.

Научная новизна работы:

- повышена эффективность мойки деталей за счет совершенствования активации моющего раствора;
- экспериментально доказана зависимость степени очистки деталей от способов активации моющего раствора;
- экспериментально доказана эффективность активации моющего раствора колебанием оmyвательной корзины для повышения степени очистки деталей от загрязнений;
- получены уравнения, отражающие влияние продолжительности мойки на степень очистки деталей от загрязнений при различных способах активации моющего раствора.

Теоретическая значимость работы:

- выявлены закономерности влияния различных способов активации моющего раствора на изменение степени очистки деталей от загрязнений;
- экспериментально обоснована рациональная продолжительность мойки деталей при различных способах активации моющего раствора.

Практическая значимость работы:

- результаты исследований применены при разработке новых технологий активации моющего раствора при мойке деталей автотракторной техники и используются в учебных процессах ВУЗов.

Методы исследований. В работе использованы теории планирования, математического моделирования экспериментов, методы регрессионного и корреляционного анализа и математической статистики.

Лабораторных и производственные исследования проведены с использованием разработанных на основе нормативно-технических документов собственных методик. Зависимость степени очистки деталей автотракторной техники от способов активации моющего раствора определяли с использованием оригинальной моечной установки (собственного изготовления). Моющую способность раствора определяли гравиметрическим методом.

Положения, выносимые на защиту:

1. Повышение эффективности мойки деталей за счет совершенствования активации моющего раствора.

2. Уравнения, описывающие зависимость степени очистки образцов от продолжительности мойки при различных способах активации моющего раствора.

3. Результаты испытаний результатов диссертационных исследований в условиях производства.

Степень достоверности результатов исследования. Достоверность результатов исследования, соответствующих теме и общим выводам диссертации, обосновывается применением средств измерений, прошедших госповерку, использованием современных методов математического моделирования экспериментов и обработки их результатов.

Апробация результатов исследования. Материалы диссертации докладывались, обсуждались и получили одобрение на научно-практических конференциях *национальных*: «Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии» (г. Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2021 г.), «Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта» (г. Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2021 г.), *всероссийской с международным участием*: «Автомобильный транспорт: эксплуатация и сервис» (г. Чебоксары, ЧГПУ им И.Я. Яковлева, 2022 г.), *международной*: «Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов» (г. Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2022 г.)

Личный вклад соискателя. Соискатель планировал и проводил эксперименты, статистическую обработку и анализ результатов экспериментов, разработал рекомендации по применению разработанной технологии мойки деталей при ремонте автотракторной техники на предприятиях сельского хозяйства.

Публикации. По материалам диссертационной работы соискатель имеет 6 публикаций: три статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК, 3 статьи – в изданиях РИНЦ. Общий объем публикаций соискателя составляет 2,15 усл. п. л., в т. ч. доля соискателя – 1,21 усл. п. л.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа представлена введением, пятью главами, заключением, списком литературы из 150 наименований, в том числе 5 наименований на иностранных языках, и одним приложением. Работа изложена на 128 страницах, содержит 20 таблиц и 40 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования и описывается степень ее разработанности, ставятся цель и задачи исследований, раскрываются методология и методы исследований, приводятся научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, основные положения диссертации, выносимые на защиту, отражены степень достоверности и апробация результатов исследования.

В первой главе «Анализ состояния вопроса мойки деталей при ремонте автотракторной техники» обоснована необходимость мойки и очистки узлов, агрегатов и деталей в технологических процессах ТО и ремонта машин, выявлены основные факторы, вызывающие загрязнение поверхностей деталей машин, приведена классификация загрязнений, выполнен анализ способов, методов и средств мойки деталей агрегатов автотракторной техники в технологических процессах ремонта, рассмотрены их преимущества и недостатки, представлены краткие характеристики наиболее используемых для этих целей СМС, оборудования и описан технологический процесс мойки деталей агрегатов автотракторной техники.

В 2021 г. в ФГБОУ ВО РГАТУ с целью повышения моющих и противокоррозионных свойств СМС на базе Темп-100 был разработан более эффективный состав моющего средства, включающий добавку тетрабората аммония (ТБА) в количестве 5 г/л. В связи с этим в своей работе в качестве моющего состава мы применяем средство Темп-100 с добавкой ТБА в количестве 5 г/л, а в качестве моющего раствора – 7%-й водный раствор этого состава.

Во второй главе «Теоретические предпосылки повышения эффективности мойки деталей при ремонте автотракторной техники» проведены теоретические исследования повышения ресурса машин при ремонте.

Одной из причин нарушения работоспособности машины, низкого ресурса может быть и некачественная мойка, низкая коррозионная стойкость деталей из-за применения моющих растворов с низкой моющей и ингибиторной способностью. Известно, что только за счет повышения эффективности очистки поверхности деталей от всех видов загрязнения можно увеличить ресурс отремонтированных агрегатов машин на 20-30%.

Формирование уровня ресурса отремонтированного агрегата (двигателя) можно охарактеризовать следующими особенностями (рисунок 1).

Функциональную зависимость коэффициента ресурса от факторов, влияющих на него, можно записать в виде выражения:

$$PEC = f(MC; IC; OC; DE\Phi; CT; P; TOP), \quad (1)$$

где МС– моющая способность раствора; ИС– ингибирующая способность раствора; ОЧ– качество очистки деталей; ДЕФ – качество дефектовки деталей; СТ – коррозионная стойкость деталей; Р – ресурс отдельных деталей; ТОР– качество ТО и ремонта.

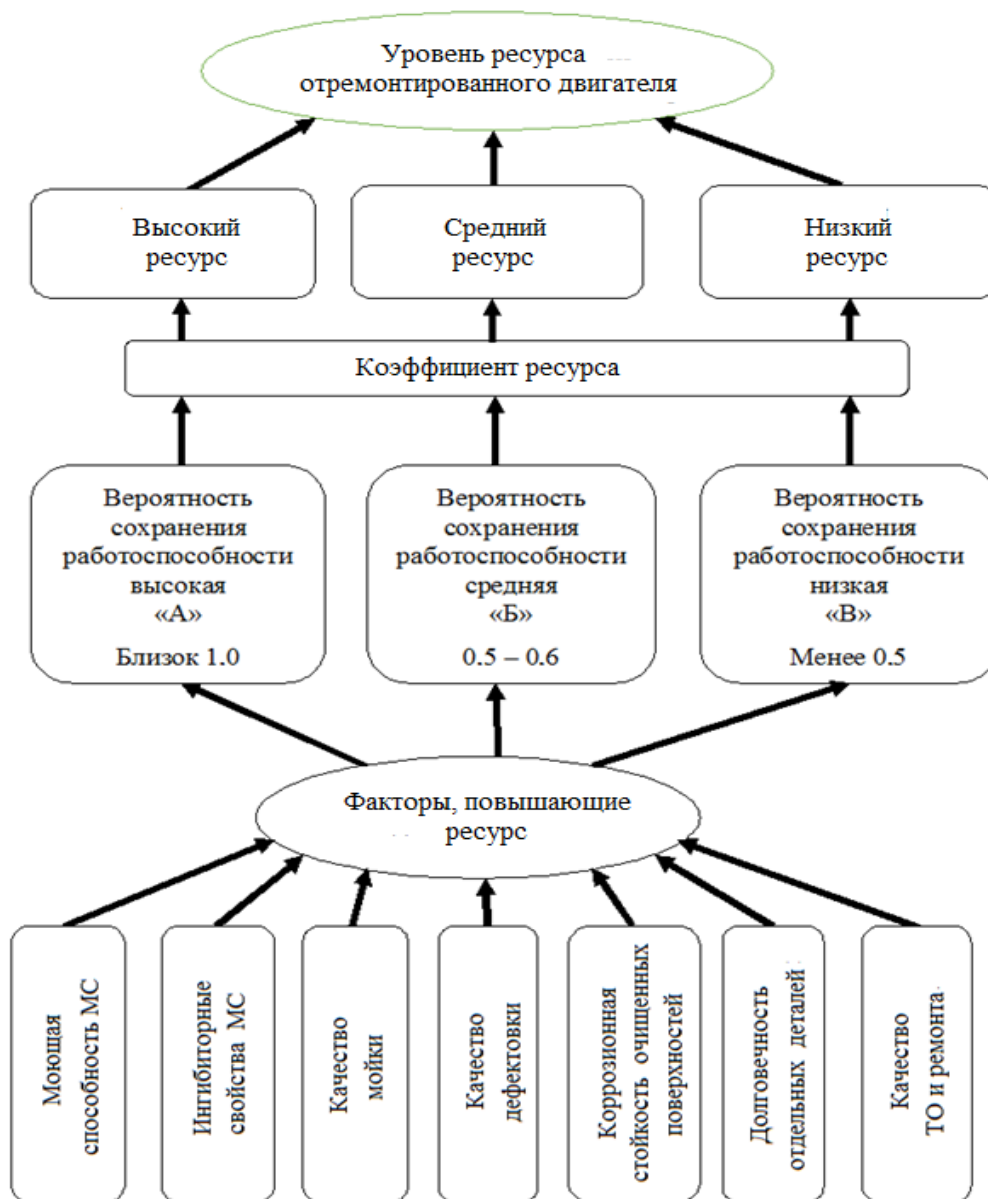


Рисунок 1 – Факторы, формирующие уровень межремонтного ресурса агрегатов (двигателя) автотракторной техники

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

Совершенствование процесса мойки деталей при ремонте агрегатов автотракторной техники за счет использования более эффективных технологий мойки способствует увеличению ресурса агрегатов более, чем на 4,6%. Такое явление объясняется повышением степени очистки поверхностей деталей, что обеспечивает высокое качество дефектовочных работ.

Капитальный ремонт двигателя машины включает уборочно-моечные, контрольно-дефектовочные, контрольно-диагностические и регулировочные, крепежные, смазочно-заправочные, разборочно-сборочные, слесарно-механические и окрасочные работы.

Оценку влияния перечисленных работ на ресурс и сохраняемость отремонтированного двигателя в баллах через их средний ресурс и средний срок сохраняемости представим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Влияние работ по капитальному ремонту на ресурс и сохраняемость двигателя, в баллах

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

Как видно из таблицы 1, из всего перечня работ капитального ремонта и на ресурс, и на сохраняемость двигателя одновременно максимально влияют только уборочно-моечные работы. Это подтверждает, что для повышения ресурса и сохраняемости отремонтированного двигателя, в первую очередь, необходимо совершенствовать операции уборочно-моечных работ.

Ресурс отремонтированного двигателя напрямую зависит от качества его ремонта. На рисунке 2 все факторы, влияющие на качество ремонта, сгруппированы в две группы: технологические и организационные.

Одним из факторов, относящихся к технологическим, является совершенствование технологических процессов ремонта, которое возможно за счет совершенствования активации моющего раствора для мойки деталей при ремонте агрегатов, посредством колебательного движения корзины с загрязненными деталями, механизм для реализации которого разработан в настоящей работе.

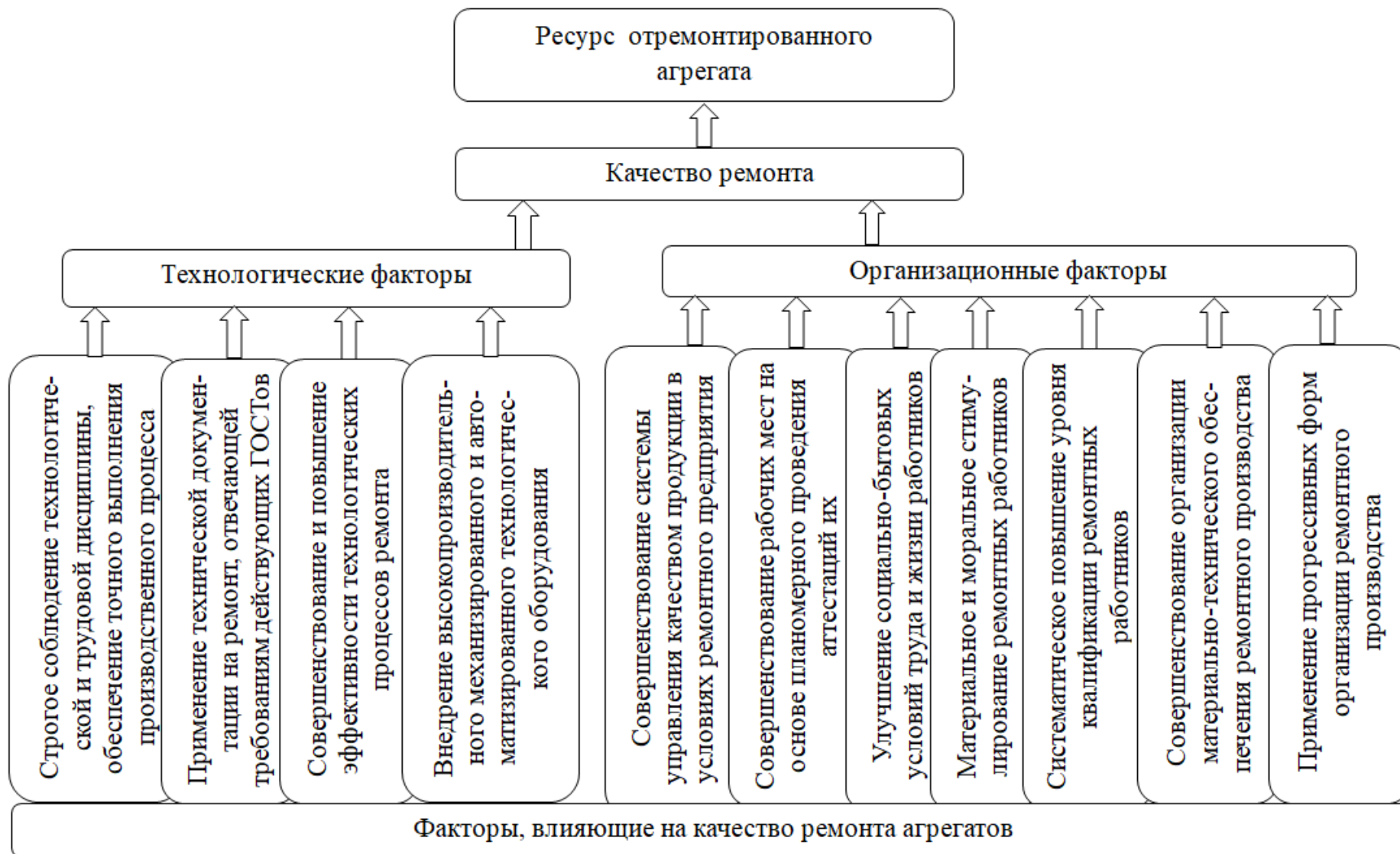


Рисунок 2 – Факторы, влияющие на качество ремонта и ресурс агрегатов

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

$$t_{общ.} = t_{сн} + t_{н.м.} + t_{разб.} + t_{м.д.} + t_{деф.} + t_{компл.} + t_{сб.} + t_{обк.} + t_{уст.}, \quad (2)$$

где $t_{сн}$ – трудоемкость снятия неисправного 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; $t_{компл.}$ – трудоемкость комплектования; $t_{сб.}$ – трудоемкость сборки двигателя; $t_{обк.}$ – трудоемкость обкатки и испытания двигателя; $t_{уст.}$ – трудоемкость установки двигателя на машину.

Из формулы 2 видно, что общая трудоемкость технологического процесса ремонта двигателя при использовании для мойки деталей активации моющего раствора колебательным движением корзины с загрязненными деталями будет существенно снижена, т.к. трудоемкости таких операций, как мойки деталей двигателя, дефектации деталей будут снижаться, в первую очередь, за счет сокращения продолжительности мойки и дефектации.

Технологический процесс мойки представляет собой комплекс параллельно-последовательных физико-химических и физико-механических процессов, в основе которых лежат явления смачивания, адсорбции, диспергирования и др. Он определяется природой субстрата (очищаемой поверхности), загрязнения (жидкость, твердое тело, растворимые в данной среде или нет), среды, в которой проводится очистка (воздух, вода, жидкость, эмульсия), моющих средств (ПАВ, активирующие добавки, щелочи, кислоты и т.д.), способом и интенсивностью механического воздействия (перемешивание, пульсация, вибрация, ультразвук и т.д.).

В общем виде процесс мойки можно разделить на три стадии (рисунок 3).

При растворении СМС в воде происходит реакция гидролиза. В результате образуется обильная пена, которая втягивает в себя (сортирует) частицы грязи, содержащиеся в воде и на очищаемом объекте. Ее количество регулируется ПАВом, поскольку и недостаток, и переизбыток пены в равной степени ухудшают качество очищения поверхности.

При работе разработанной нами моечной установки в ее кривошипно-шатунном механизме (КШМ) действуют силы: сопротивления моющей жидкости на деталь P_t , массы возвратно-поступательно движущихся деталей с загрязнениями P_G , инерции возвратно-поступательно движущихся деталей P_n . Силы P_t точному расчету не поддаются, в связи с чем в расчетах этими силами

можно пренебрегать. Следовательно, в общем случае и на деталь, и на частицы загрязнения на ее поверхности, действует суммарная сила $P_c = P_G + P_n$.

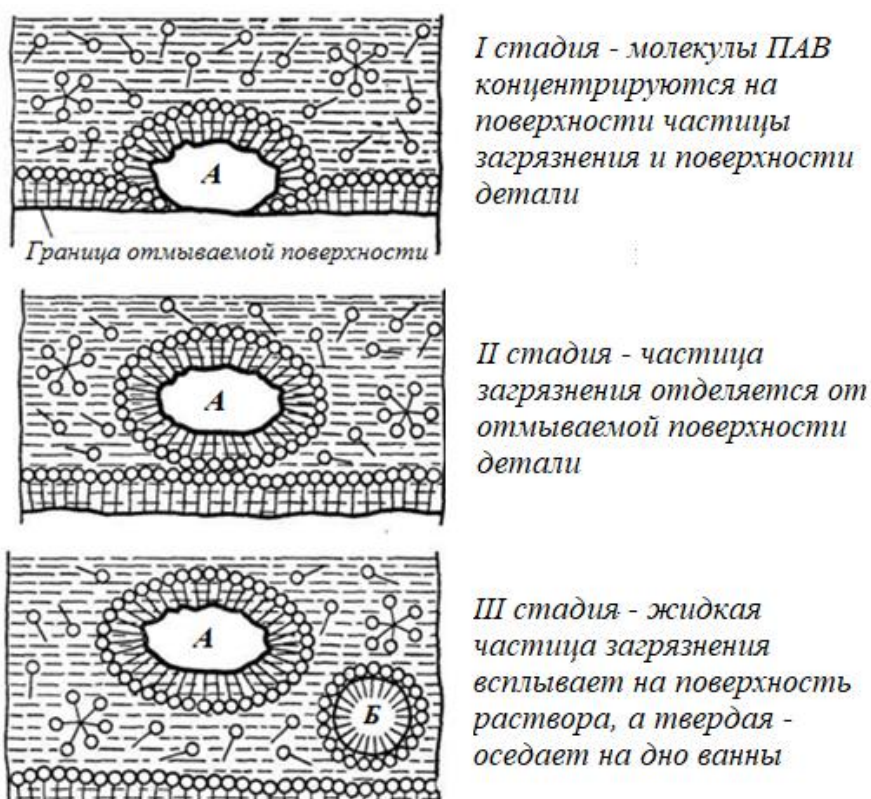


Рисунок 3 – Условное разделение процесса мойки деталей на стадии

Суммарное усилие P_c приложено к центру массы загрязнения и направлено вдоль линии возвратно-поступательного движения точки крепления шатуна с корзиной (рисунок 4). В точке крепления шатуна к оmyвательной корзине она раскладывается на составляющие: P_n – нормальное давление, действует перпендикулярно к линия возвратно-поступательного движения точки крепления шатуна с оmyвательной корзиной; $P_{ш}$ – усилие, действующее вдоль оси шатуна и передаваемое на ось шейки кривошипа, оно является одним из составляющих разложения касательного усилия P_t на радиальное P_R и $P_{ш}$.

Схема центрального КШМ моечной машины показана на рисунке 5, где $AB = L$ – длина шатуна; $OB = R$ – радиус кривошипа.

Путь, пройденный точкой крепления шатуна и корзины с деталями при повороте кривошипа на угол φ , определим по формуле (3):

$$X = R(1 - \cos \varphi) + \frac{1}{2} \frac{R^2}{L} \sin^2 \varphi \quad (3)$$

Дифференцируя уравнение (3) по времени, находим скорость точки крепления шатуна и корзины с деталями по выражению (4):

$$C = R\omega (\sin \varphi + \frac{1}{2} \lambda \sin 2 \varphi) \quad (4)$$

или выражению (5):

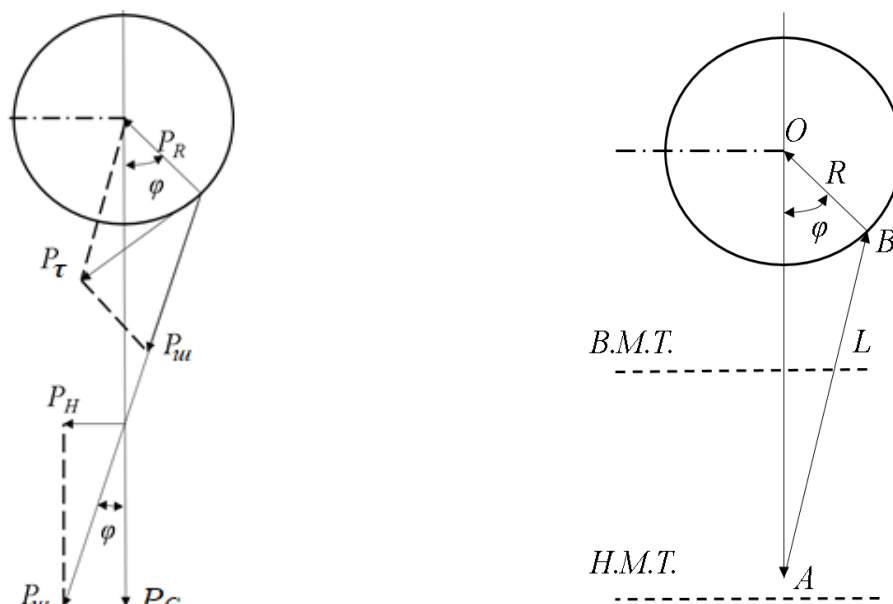


Рисунок 4 – Схема сил в КШМ Рисунок 5 – Схема центрального КШМ
моечной установки

$$C = v(\sin\varphi + \frac{1}{2}\lambda\sin 2\varphi) \quad (5)$$

где ω – угловая скорость вращения кривошипа;

v – окружная скорость вращения центра кривошипа и шейки шатуна.

Дифференцируя скорость по времени, определяем ускорение точки крепления шатуна и корзины с деталями по выражению (6):

$$a = R\omega^2 (\cos\varphi + \frac{1}{2}\frac{R}{L}\cos 2\varphi) \quad (6)$$

По формулам 3-6 можно определить, какой путь X пройдет точка крепления шатуна и корзины с деталями при повороте кривошипа на угол φ , какую скорость C и ускорение a она будет иметь в этот момент.

Скорость точки крепления шатуна и корзины с деталями изменяется от 0 (в верхней (ВМТ) и нижней (НМТ) мертвых точках) до какого-то наибольшего значения при углах поворота кривошипа $\varphi = 70-80^\circ$. Ускорение достигает наибольших значений в мертвых точках и равно нулю в тот момент, когда скорость C достигает максимума.

Известно, что сила инерции возвратно-поступательно движущегося тела определяется по формуле (7):

$$P_{и} = -m \cdot a, \quad (7)$$

где m – масса тела, кг; a – ускорение, m/c^2 .

Сила инерции возвратно-поступательно движущихся частиц загрязнений может быть определена для любого угла поворота кривошипа по формуле (8):

$$P_{и} = -mR\omega^2 (\cos\varphi + \frac{R}{L}\cos 2\varphi), \text{ н/м}^2. \quad (8)$$

При колебательном движении корзины на частицу загрязнения кроме сил гравитации (P_G) действуют силы инерции (P_H) (рисунки 6, а и б, б), которые в конце каждого хода колебания корзины увеличивают силу, отрывающую частицу загрязнения от поверхности детали, способствуя повышению степени очистки детали.

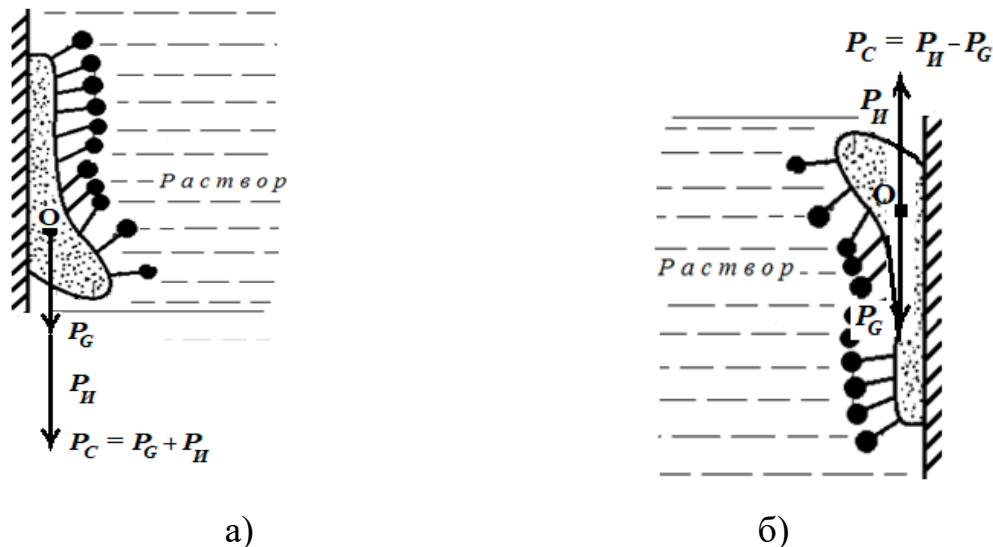


Рисунок 6 – Силы, действующие на частицу загрязнения:

а) – в НМТ; б) – в ВМТ (О – центр масс частицы загрязнения)

Степень очистки ($C_{оч.}$) поверхностей часто оценивается визуально, но для количественной оценки можно воспользоваться гравиметрическим (весовым) методом с использованием формулы (9):

$$C_{оч.} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%, \quad (9)$$

где M_1 – масса загрязнения на испытуемых образцах, г;

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

В третьей главе «Методика лабораторных экспериментов» представлены разработанные методики проведения лабораторных и производственных экспериментов по определению моющих свойств раствора гравиметрическим методом при различных способах активации раствора.

Исследования моющих свойств растворов, которые оценивались степенью очистки образцов по формуле (9), проводились на лабораторной моечной установке собственного изготовления. В качестве образцов использовались шлифованные с одной стороны пластины из стали 40Х размером 150×70×2 мм.

По результатам предварительных опытов рассчитали минимальное потребное количество тест-образцов, для чего использовали формулу(10):

$$N = \frac{t^2 v^2}{\varepsilon^2}, \quad (10)$$

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%.

Порядок выполнения работ был следующий: подготовка образцов (удаление первичных продуктов коррозии и окалины); измерение размеров образцов (трехкратная повторность); обезжиривание поверхности образцов с одной стороны венской известью, промывка холодной водой и просушка между листами фильтровальной бумаги; взвешивание образцов; нанесение на обезжиренную поверхность образцов модельного загрязнения в количестве 0,1 г. равномерным слоем с одной стороны образца; выдерживание образцов на воздухе в течение 30 мин; взвешивание образцов с загрязнением; подготовка моечной установки в соответствии с выбранной технологией мойки, подготовка и подогрев моющего раствора до температуры 85-90°C; помещение образцов в моечную установку; определение моющей способности раствора весовым методом при продолжительности процесса мойки 5 мин.

В четвертой главе «Результаты лабораторных исследований» проведены лабораторные исследования по определению влияния различных способов активации моющего раствора на степень очистки образцов от загрязнений, в ходе которых определена рациональная продолжительность мойки 5 минут (рисунки 7-10). В качестве моющего раствора использовали 7%-й водный раствор «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л, в качестве искусственного загрязнения – смесь отработавшего дизельного (моторного) масла и смолистого отложения из центрифуги соотношением 2:1.

Графики на рисунках 7-10 показывают, что зависимость степени очистки от продолжительности мойки при всех исследованных способах активации моющего раствора носит полиномиальный характер.

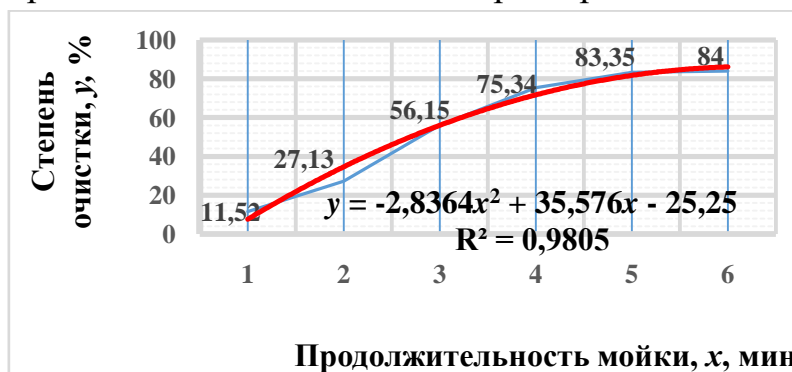


Рисунок 7 – Изменение степени очистки образцов в зависимости от продолжительности мойки со струйным воздействием раствора

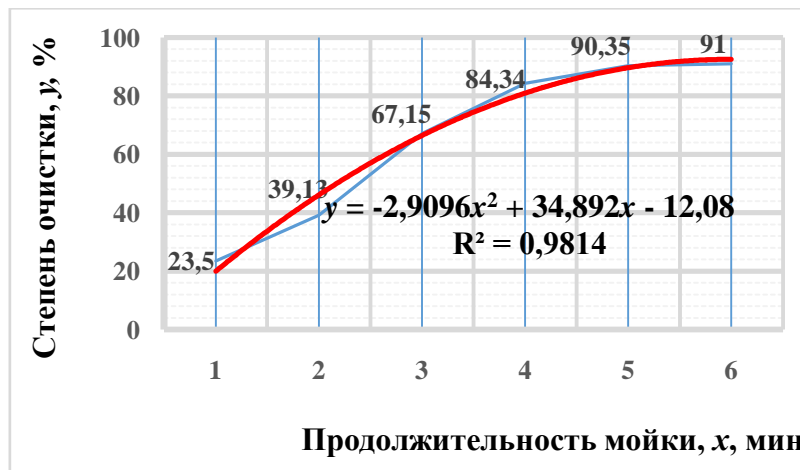


Рисунок 8 – Изменение степени очистки образцов в зависимости от продолжительности мойки с активацией моющего раствора центрифугой



Рисунок 9 – Изменение степени очистки образцов в зависимости от продолжительности мойки с активацией моющего раствора колебанием омывательной корзины

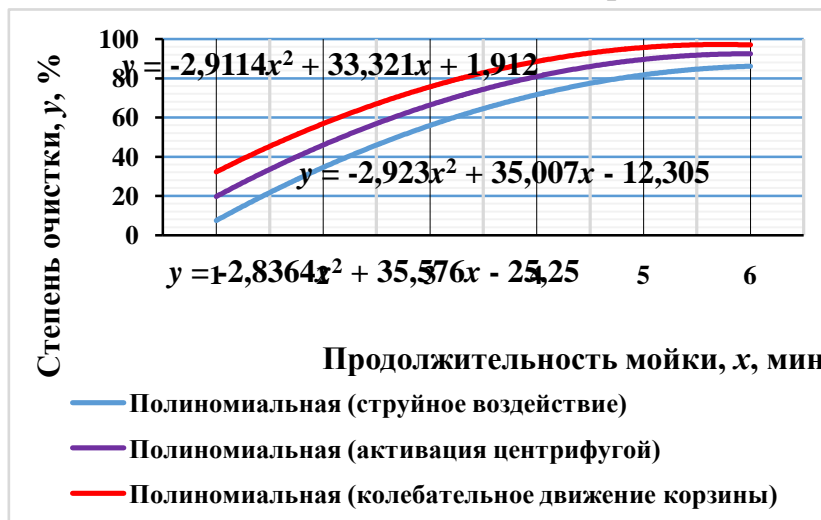


Рисунок 10 – Сводный график изменения степени очистки образцов в зависимости от продолжительности мойки при различных вариантах активации моющего раствора в оригинальной моечной установке

Повышение продолжительности мойки до 5 мин интенсивно увеличивает

степень очистки образцов. При дальнейшем увеличении продолжительности мойки существенных изменений степени очистки образцов не наблюдается.

В пятой главе «Подконтрольная эксплуатация автомобилей с отремонтированными двигателями» обоснован выбор марки автомобиля и его агрегата –двигателя для подконтрольной эксплуатации на основе изучения парка техники РФ и Рязанской области, которое показало, что лидерами являются среднетоннажные грузовые автомобили ГАЗ-3309. Отказы автотракторной техники 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 среднетоннажные грузовые автомобили ГАЗ-3309 с дизельными двигателями Д-245.7Е4.

Производственную проверку разработанного способа активации раствора для мойки деталей двигателей автомобилей проводили в ООО «Рассвет» Клепиковского района Рязанской области (с. Давыдово). На учет принимались автомобили ГАЗ-3309, в первый раз поступающие на ремонт двигателя. В ходе технологического процесса ремонта мойку деталей разобранного двигателя с согласия владельца в обязательном порядке выполняли в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л или струйным воздействием, или с активацией моющего раствора колебанием оmyвательной корзины в моющем растворе. Продолжительность мойки и температура моющего раствора во всех случаях были идентичными и составляли 5 мин и 85°С соответственно.

По показаниям пробега автомобиля определяли ресурс двигателя между первым и вторым ремонтами, а по ним по каждой выборке рассчитывали средние ресурсы экспериментальных двигателей по рассматриваемым двум вариантам, которые составили соответственно 253078, и 264778 км. Наилучшие результаты получены при мойке деталей двигателя с активацией моющего раствора колебанием оmyвательной корзины.

При расчете экономической эффективности результатов исследования за базу для сравнения был принят первый вариант, т. е. мойка деталей струйным воздействием.

Общие удельные затраты (затраты на 1 км) определяются, как сумма удельных затрат на разовую мойку и ремонт двигателя (таблица 2).

Экономический эффект от мойки активацией моющего раствора колебанием корзины с деталями по отношению к мойке деталей струйным воздействием в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л достигается за счет увеличения межремонтного ресурса отремонтированных двигателей на 4,6%(на 11700 км) и в расчете на один отремонтированный

двигатель составит:

$$\Delta_{\text{эф.}} = (C_{\text{струй}}^{\text{уд. общ.}} - C_{\text{вибр.}}^{\text{уд. общ.}}) \times L_{\text{нар. вибр}} = (0,14268 - 0,13664) \times 264778 = 1599,26 \text{ руб.}$$

Таблица 2 – Общие удельные затраты в зависимости технологии мойки

Технология мойки	Стоимость разовой мойки, руб.	Средний ресурс экспериментальных двигателей, км	Удельная стоимость, руб./км		Общие удельные затраты, руб./км
			разовой мойки	ремонт а ДВС	
Мойка деталей струйным воздействием	171,17	253078	0,00068	0,142	0,14268
Активация моющего раствора колебанием корзины с деталями	171,41	264778	0,00064	0,136	0,13664

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определена возможность повышения ресурса двигателей автотракторной техники в процессе ремонта за счет совершенствования технологического процесса мойки деталей при их ремонте.

2. Повышена степень очистки деталей от загрязнений в 7%-м растворе «Темп-100» в смеси с ТБА концентрацией 5 г/л путем совершенствования активации моющего раствора колебанием корзины.

3. Установлено, что зависимости степени очистки образцов от продолжительности мойки при всех исследованных технологиях мойки деталей описываются уравнением полиномиальной зависимости 2-й степени. Экспериментально обоснована рациональная продолжительность мойки деталей автотракторной техники в процессе ее ремонта при различных способах активации моющего раствора – 5 минут. При такой продолжительности мойки степень очистки деталей достигает значения 96,2% при активации моющего раствора колебанием корзины, 91,0% – при активации моющего раствора центрифугой, 84,0% – при использовании струйной мойки, что позволяет определить активацию моющего раствора колебанием омывательной корзины, как наиболее эффективный способ.

4. Производственные испытания результатов диссертационной работы, проведенные в ООО «Рассвет» Рязанской области, показали, что межремонтный ресурс двигателей автомобилей ГАЗ-3309 при мойке деталей активацией моющего раствора колебанием корзины с деталями (264778км) в сравнении со струйной мойкой (253078км) повышается на 4,6%.

Расчетная величина экономического эффекта мойки с активацией моющего раствора колебанием корзины с деталями в сравнении со струйной мойкой составляет 1599,26 руб. на один отремонтированный двигатель.

Рекомендации производству. Для повышения межремонтного ресурса автотракторной техники при ремонте, эффективности технологического процесса мойки деталей рекомендуется использовать технологию мойки деталей в 7%-м растворе «Темп-100» с добавкой ТБА концентрацией 5 г/л с активацией моющего раствора колебанием оmyвательной корзины.

Перспективы дальнейшей разработки темы. С целью повышения межремонтного ресурса автотракторной техники при ремонте необходимо продолжить исследования в данном направлении.

Положения диссертации и полученные результаты отражены в следующих основных публикациях:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Воронов, В.П. Формирование страхового фонда запасных частей сельскохозяйственного предприятия на основе данных ресурсоснабжающей организации / В.Н. Руденко, А.И. Ряднов, О.Н. Беспалова, В.П. Воронов // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. – 2022. – 2(66) – С. 508-517.

2. Воронов, В.П. Повышение эффективности технологии нанесения противокоррозионного состава при постановке сельскохозяйственных машин на хранение / И.В. Фадеев, И.А. Успенский, А.И. Ушанев, Е.И. Степанова, В.П. Воронов // Техника и оборудование для села. – 2022. – №1. – С. 39-40.

3. Воронов, В.П. Анализ способов очистки и мойки поверхностей деталей в процессе ремонта агрегатов автотракторной техники / И.В. Фадеев, Е.И. Степанова, В.П. Воронов // Вестник РГАТУ. – 2022. – Т15. – №2. – С.183-192.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная

Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ № 1518

подписано в печать 22.07.2022 г.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования*

*«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева»*

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1

*Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий*

ФГБОУ ВО РГАТУ

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1