

На правах рукописи



СЕМЫКИНА АЛЛА СЕРГЕЕВНА

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯХ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОКов**

Специальность 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел – 2023

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

Научный руководитель: **Загородний Николай Александрович**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Денисов Александр Сергеевич**
доктор технических наук, профессор
профессор кафедры «Организация перевозок, безопасность движения и сервис автомобилей», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Савин Леонид Олегович
кандидат технических наук,
преподаватель кафедры «Техническая эксплуатация»,
федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации»

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Юго-Западный государственный университет**»

Защита состоится **«30» марта 2023 г.** в 11 ч. 00 мин. на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.032.03 на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по адресу: 302030, г. Орел, ул. Московская, д. 77, ауд. 426.

С диссертацией можно ознакомиться на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и в фундаментальной библиотеке по адресу: 302028, г. Орел, пл. Каменская, д.1.

Автореферат разослан « » _____ 2023 г. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и на официальном сайте Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (<https://vak.minobrnauki.gov.ru>).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, в двух экземплярах направлять в диссертационный совет 99.2.032.03 по адресу: 302030, г. Орел, ул. Московская, д. 77, тел.: +79606476660, e-mail: srmostu@mail.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд.техн.наук, доцент



Васильева В.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Для перевозки железорудного сырья и вскрышных пород от места добычи до обогатительной фабрики или пункта временного хранения или склада наибольшее применение находит автомобильный транспорт. От технического состояния единиц техники и их производительности зависит выполнение установленных планов по реализации готовой продукции горно-обогатительных комбинатов, что оказывает значительное влияние на экономику страны в целом. Для повышения эффективности эксплуатации карьерных самосвалов с учетом изменений условий эксплуатации автомобильного транспорта, увеличения нагрузочного режима двигателей из-за углубления карьеров, увеличения износа деталей, увеличения крутизны уклонов, уменьшения площади рабочих площадок карьерного транспорта, увеличения длины ездки автомобилей и времени в пути, ухудшения состояния дорожного покрытия и экологической обстановки (запыленность, загазованность), необходимо совершенствование существующих режимов ремонта двигателей, что позволит обеспечить контроль за техническим состоянием транспорта и повысить качество функционирования агрегатов, узлов и деталей.

Перспективными направлениями совершенствования существующих режимов ремонта ДВС карьерных самосвалов является резервирование запасных частей, применение восстановленных деталей для ремонта двигателей, установление рациональной периодичности замены деталей, а также применение эффективных способов обкатки двигателя. Резервирование запасных частей позволит сократить время простоев автомобилей в ожидании запасных частей; применение восстановленных деталей и сборочных единиц позволит сократить расходы предприятия на приобретение запасных частей; замена изношенных деталей двигателя восстановленными позволит снизить временные и материальные затраты на проведение ремонта; установление эффективной периодичности замены деталей позволит увеличить ресурс двигателя в целом, а обкатка двигателя после ремонта позволит выявить дефекты и неточности после сборки, и обеспечить работоспособность и долговечность двигателя при различных условиях эксплуатации.

Все описанное выше подтверждает то, что тема диссертационной работы актуальна и направлена на решение научно-практической задачи, имеющей важное народно-хозяйственное значение.

Степень разработанности темы.

Работы, связанные с технической эксплуатацией автомобилей, технологиями ремонта и восстановления деталей двигателя, ведутся в научных и высших образовательных учреждениях, таких как: ОГУ им. И.С. Тургенева, МАДИ, СибАДИ, БГТУ им. В.Г. Шухова, ЮГЗУ и других организациях.

Вопросами повышения эффективности эксплуатации автомобильного транспорта занимались в своих работах А.Н. Новиков, В.И. Сарбаев, Ю.А. Заяц, Н.С. Захаров, В.А. Корчагин, Н.А. Загородний, М.А. Кузьминов, А.П. Крившин, В.И. Казарцев, В.В. Ионов, Н.И. Иващенко, П.П. Ощепков, Г.В. Абакумов, М.Б. Афанасьев, Е.В. Агеев, Ю.Н. Артемьев, Ф.Н. Авдонькин, Р.С. Григорьев, В.П. Степанов, А.И. Селиванов, В.С. Семенов, Я.М. Сорин, А.П. Владзиевский, Ю.М. Першин, С.Г. Павлишин, А.И. Петров, Н.Н. Маслов, А.Ф. Дергачёв, С.В. Шумик, Г.М. Яковлев, Л.Г. Резник, Н.С. Ждановский, В.С. Волков, А.В. Николаенко и др.

Несмотря на значительное число проведенных авторами фундаментальных исследований по вопросам повышения надежности агрегатов и организации ремонта, улучшение эффективности работы карьерных самосвалов достигнуто незначительно, т.к. не учтены изменения конструктивных и технологических факторов, и совершенствование технического прогресса техники, к тому же, предложенные методы не находят практического применения из-за того, что в основу решения вопросов положено множество гипотез, поэтому требуется научное обоснование и организация рационального режима ремонта ДВС, повышающего эффективность ремонта с минимальными затратами и обеспечивающего качество функционирования агрегатов, узлов и деталей карьерных самосвалов на всем сроке службы.

Цель работы – повышение эффективности технической эксплуатации карьерных самосвалов посредством совершенствования режимов ремонта ДВС.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить обзор научных и информационных источников, затрагивающих научно-техническую проблему технической эксплуатации карьерных самосвалов на автотранспортных предприятиях ГОКов.
2. Проанализировать возможные варианты организации процесса ремонта ДВС карьерных самосвалов.
3. На основании оценки существующих вариантов исследований выполнить определение и обоснование выбора режима ремонта ДВС.
4. Разработать целевую функцию рационального режима планово-предупредительных ремонтов ДВС карьерных самосвалов.
5. Провести теоретические и экспериментальные исследования режимов ремонта ДВС. Разработать технологические рекомендации по структуре и периодичности ремонта ДВС, а также его обкатке после ремонта.
6. Разработать производственные рекомендации и выполнить расчет экономической эффективности разработанных технологических решений.

Объект исследования. Двигатели карьерного автомобильного транспорта в процессе эксплуатации.

Предмет исследования. Процессы планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) карьерного автомобильного транспорта.

Рабочая гипотеза состоит в том, что изменение режимов планово-предупредительной системы ТО и Р позволит увеличить ресурс ДВС и срок его службы до капитального ремонта, а также уменьшить общие потери горно-обогачительных комбинатов, связанные с восстановлением работоспособности карьерного транспорта.

Научная новизна исследования:

1. Разработана целевая функция рациональных режимов планово-предупредительных ремонтов ДВС карьерных самосвалов, позволяющая выявить наиболее эффективный регламент проведения ремонта, в современных экономических условиях.

2. Впервые получены коэффициенты типа ремонтного предприятия η_1 и наработки ДВС η_2 , влияющие на значение коэффициента технической готовности карьерных самосвалов.

3. Получены зависимости влияния изменения сроков проведения текущих и капитальных ремонтов ДВС с заменой изношенных деталей двигателя на увеличение ресурса деталей.

Теоретическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы заключается в совершенствовании режимов планово-предупредительных ремонтов ДВС карьерных самосвалов путем применения новых подходов, с использованием ранее не применявшихся инновационных разработок и математических моделей, для решения главной задачи - повышения эффективности эксплуатации карьерного транспорта с минимальными затратами. Предложен новый подход к организации и проведению ремонта ДВС карьерных самосвалов.

Практическая значимость:

1. В работе реализуются теоретические и прикладные принципы сопряжения, применения при ремонте восстановленных деталей двигателя и предложенных рациональных режимов планово-предупредительных ремонтов ДВС карьерных самосвалов с наличием резервируемого двигателя из оборотного фонда. Предлагаемые принципы применимы для проведения ремонта ДВС карьерных самосвалов, грузовых автомобилей и автобусов.

2. В работе решена важная научно-практическая задача, направленная на разработку рациональных режимов планово-предупредительных ремонтов ДВС карьерных самосвалов с заменой изношенных базовых деталей восстановленными в условиях АТП Лебединского ГОКа.

3. Разработаны технологические рекомендации по ремонту узлов ДВС для АТП Лебединского ГОКа Белгородской области (Акт (справка) о внедрении от 17.01.2022 г.), для АО "Белгородский завод горного машиностроения" (Акт (справка) о внедрении от 08.02.2022 г.), а также для

внедрения результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс БГТУ им. В.Г. Шухова (Акт (справка) о внедрении от 03.02.2022 г.).

Результаты диссертационного исследования имеют прикладной характер и могут быть использованы в работе горно-обогатительных комбинатов, автотранспортных предприятий, авторемонтных заводов и в образовательных целях.

Методология и методы исследования представлены фундаментальными, теоретическими и практическими исследованиями существующих подходов и научным обоснованием вопросов надежности, долговечности, технологии и организации проведения ремонта ДВС карьерных самосвалов. Методы исследований: прогнозирование, эксперимент, математическое моделирование, статистический анализ, системный анализ, теория старения машин, теория надежности, теория вероятности, теория управления.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты анализа возможных вариантов организации процесса ремонта ДВС карьерных самосвалов.

2. Целевая функция рационального режима планово-предупредительных ремонтов ДВС карьерных самосвалов.

3. Рациональный режим ремонта ДВС, включающий эффективную периодичность проведения ремонтов двигателей и структуру групповой замены деталей.

4. Предложенные эффективные режимы обкатки двигателя после ремонта;

5. Научно-технологические рекомендации по применению разработанной структуры и периодичности ремонта ДВС карьерных самосвалов, а также его обкатки после ремонта.

Степень достоверности и апробация результатов.

Результаты диссертационного исследования представлены на научных конференциях и семинарах: Международная научно-техническая конференция «Металлообрабатывающие комплексы и робототехнические системы – перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов» (г. Курск, 2015 г.); Международная научно-техническая конференция «Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования» (г. Воронеж, 2016 г.); Международная научно-техническая конференция «Металлообрабатывающие комплексы и робототехнические системы – перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов» (г. Курск, 2016 г.); Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова (г. Белгород, 2016 г.); 2-ая Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте» (г. Орел, 2016 г.); Международная научно-техническая

конференция молодых ученых «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» (Республика Беларусь, г. Могилев, 2017 г.); Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова (г. Белгород, 2017 г.); Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум – 2017»; 3-я Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении» (г. Курск, 2018 г.); Conference Series Ser. "International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 - Enterprise Information Systems" 2018 г.; Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» (Республика Беларусь, г. Могилев, 2018 г.); Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Проблемы функционирования систем транспорта» (г. Тюмень, 2018 г.); 4-ая Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте» (г. Орел, 2019 г.); Международная конференция по транспортной доступности Арктики: сети и системы (г. Санкт-Петербург, 2021 г.); Международная научно-практическая конференция «Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте» - ИИТТ' 2022 (г. Липецк, 2022 г.); 7-ая Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте» (г. Орел, 2022 г.); Всероссийская научно-практическая конференция «Студент-наука» (г. Воронеж, 2022 г.); 81 Международная научно-методическая и научно-исследовательская конференция, МАДИ, (г. Москва, 2022 г.); V-ая Международная молодежная конференция «Молодежь и транспорт. Настоящее и будущее» (г. Орел, 2022 г.).

Соответствие диссертационной работы паспорту специальности.

Выполненные исследования отвечают формуле паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта по пунктам: п. 2 «Совершенствование планирования, организации и управления перевозками пассажиров и грузов, технического обслуживания, ремонта и сервиса автомобилей с использованием программно-целевых и логистических принципов, методов оптимизации», п. 13 «Жизненный цикл автотранспортных средств, рациональные сроки службы автомобилей и их элементов, технологии их утилизации, инфраструктура по утилизации АТС и отходов их эксплуатации (изношенных шин, отработанных аккумуляторов, нефтепродуктов, спецжидкостей)».

Реализация результатов работы. Полученные результаты диссертационного исследования: теоретические, практические, научно-методические и экспериментальные исследования в области организации рационального режима ремонта ДВС карьерных самосвалов рекомендованы к практическому внедрению на АТП АО «Лебединский горно-обогатительный комбинат», авторемонтном предприятии АО "Белгородский завод горного

машиностроения" и в образовательном процессе кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта БГТУ им. В.Г. Шухова, что подтверждено актами о внедрении.

Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликовано 35 публикаций, из них 15 научных публикаций, опубликованных в журналах, рецензируемых ВАК, Scopus и Web Of Sciens, 7 в журналах, входящих в базу РИНЦ, 12 научных публикаций в сборниках по результатам проведенных конференций, входящих в базу РИНЦ, и одна статья в электронном виде на официальном сайте конференции, один патент на полезную модель, и зарегистрирована одна электронная база данных.

В опубликованных работах автору принадлежат основные научные идеи, теоретические и расчетно-прикладные разработки, заключение и выводы.

Структура и объем диссертации. В структуре диссертационной работы определены цель и задачи исследования. Работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложений, включает 41 рисунок, 11 таблиц. Список литературы содержит 104 наименования. Диссертационная работа представлена в виде рукописи, выполненной на 181 листе машинописного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи исследования, объект, предмет и методы исследования, раскрыты научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дано обоснование необходимости совершенствования технологии и организации ремонта карьерных самосвалов; проведен обзор теоретических исследований в области совершенствования существующих режимов ремонта двигателей; выполнен анализ особенностей эксплуатации, организации проведения ремонта карьерных самосвалов на горно-обогатительном комбинате.

Повышение эффективности эксплуатации карьерных самосвалов БЕЛАЗ-75309 является актуальной задачей горно-обогатительных комбинатов. В основном отказы и неисправности приходится на элементы двигателя MTUDD16V4000, на них приходится около 30% от общего числа отказов большегрузной техники. Ресурс двигателя до капитального ремонта не превышает 60% от ресурса автомобиля, а расходы на его поддержание в работоспособном состоянии не превышают 22% от расходов по всему автомобилю.

Проведенный анализ теоретических исследований позволил установить, что большинство из них направлено на выявление некоторых отдельных аспектов организации проведения ремонта карьерных самосвалов, имеют

практическую направленность без достаточного научного обоснования комплекса взаимосвязанных вопросов, обеспечивающих необходимую эффективность проведения ремонта.

В работе показано, что ремонт двигателей MTUDD16V4000 карьерных самосвалов БЕЛАЗ-75309 должен рассматриваться комплексно, с учётом технических, экономических и организационных вопросов. Поэтому требуется решить ряд задач на основе системного подхода, направленных на совершенствование существующих режимов ремонта ДВС, позволяющих снизить материальные и временные затраты на восстановление работоспособности автомобильных двигателей, в том числе снизить простои карьерных самосвалов по причине возникновения отказов и неисправностей, а также обеспечить максимальный ресурс двигателей. Также рассмотрены вопросы замены деталей двигателей восстановленными.

Во второй главе выполнены разработка и обоснование совершенствования существующих режимов ремонта двигателей карьерных самосвалов; обосновано резервирование и применение восстановленных деталей для ремонта двигателей карьерных самосвалов.

Показано, что резервирование заключается в наличии избыточности определённой части запасных частей, узлов и агрегатов в сборе. Для обеспечения надёжности узлов и деталей двигателя карьерных самосвалов БЕЛАЗ-75309 необходимо создавать резерв запасных частей из отдельных элементов двигателя и иметь в наличии один исправный двигатель MTUDD16V4000 в оборотном фонде, что приведет к снижению материальных затрат на запасные части. Для выполнения резервирования и применения восстановленных деталей двигателя при ремонте выполнен анализ методов построения математических моделей существующих режимов ремонта, в результате которого определены положительные и отрицательные стороны моделей, позволяющие сформировать рациональный режим ремонта двигателей карьерных самосвалов, повышающий ресурс деталей двигателя.

Совершенствование существующих режимов ремонта двигателей требует обоснования и применения двух подходов, которые одновременно будут учитывать экономические затраты и доходы, а также ресурс автомобиля. Для этого были разработаны научно-методические и организационно-технические основы и выполнено математическое моделирование рационального режима ремонта двигателей карьерных самосвалов.

Математическое моделирование рационального режима ремонта ДВС карьерных самосвалов сводится к построению процесса замены изношенных деталей двигателя не только новыми, но и восстановленными. Изначально определяются условия функционирования деталей двигателя, а далее устанавливаются закономерности, которые подчиняются этим условиям.

Современные автомобильные двигатели состоят из большого количества узлов и агрегатов и составляющих деталей, которые имеют частное распределение отказов в зависимости от наработки автомобиля. Среди рассматриваемого множества деталей отбираются те, которые лимитируют ресурс до капитального ремонта, и замена которых проводится с их разборкой. Эти элементы и были учтены при разработке рационального режима ремонта ДВС карьерных самосвалов.

В случае, если требуется замена детали, но при этом необходимо произвести разборку двигателя, то отдельная замена каждой экономически нецелесообразна. Частое проведение сборочно-разборочных работ вызывает длительные простои транспорта, что вызывает увеличение материальных и временных затрат на проведение ремонта, поэтому потерянный доход от простоя определяется выражением:

$$d = D\tau_j \quad (1)$$

где: D – доход предприятия, приносимый автомобилем, тыс. руб./ч.; τ_j – время простоев двигателя в ремонте, с учетом транспортировки двигателя к типу ремонтного предприятия, на котором выполняется ремонт, ч.

Поэтому является актуальным предложение регламентированных замен групп деталей, таких как: гильзы цилиндров, поршни в сборе, коленчатый вал, коренные вкладыши, шатунные вкладыши, ГБЦ, клапаны, шатуны, распределительный вал, блок цилиндров, при котором будет заменяться несколько элементов с наименьшим ресурсом. За счет замены сборочных единиц возможно снизить временные затраты на проведение ремонта, а также потери на приработку. Но следует учитывать, что при совмещенной замене нескольких элементов, появляется вероятность в недоиспользовании ресурса, что подтверждается выражением:

$$g = \sum_{i=1}^N [\sum_{j=1}^{n_i-1} C_j \frac{X_j - U_i}{X_j} + \xi] \sum_{j=1}^{n_i-1} C_j (\frac{X_j - U_i}{X_j})]. \quad (2)$$

где: C_j – стоимость j -ой детали, тыс. руб.; X_j – нормативный ресурс j -ой детали, моточасов; U_i – ресурс i -й группы деталей до замены, моточасов; ξ – коэффициент, учитывающий потери дохода от недоиспользования ресурса; n – число заменяемых деталей j -й группы с недоиспользованием ресурса; N – число совмещенных групп деталей для замены.

Для вычисления наиболее эффективного режима ремонта ДВС карьерных самосвалов с помощью замены изношенных деталей восстановленными, учитывающий все замены до капитального ремонта, была определена целевая функция рационального режима ремонта двигателей, которая определяется с помощью выражения:

$$S_N = f(d_{i_1}, Z_{i_1}, g_{i_1}, G_{i_1}, C_{вр}, \eta_1, \eta_2). \quad (3)$$

где: d_{i_1} - потерянный доход от простоя, тыс. руб.; Z_{i_1} - затраты на заработную плату труда рабочих, тыс. руб.; g_{i_1} – потери от недоиспользования ресурса деталей двигателя, тыс. руб.; G_{i_1} - потери от числа разборочно-сборочных

работ, тыс. руб; $C_{вр}$ - потери на ремонт, тыс. руб.; η_1 - коэффициент, учитывающий тип ремонтного предприятия; η_2 - коэффициент, учитывающий наработку.

Для применения рационального режима ремонта двигателей карьерных самосвалов требуется определение его структуры проведения, которая отображает периодичность проведения и величину общих затрат на ремонт. Рациональный режим ремонта двигателей опирается на материально-техническое обеспечение конкретного типа ремонтного предприятия. Поэтому в функцию рационального режима ремонта ДВС введены уточняющие коэффициенты.

График изменения затрат видов ремонтных воздействий в зависимости от типа предприятия представлен на рисунке 1.

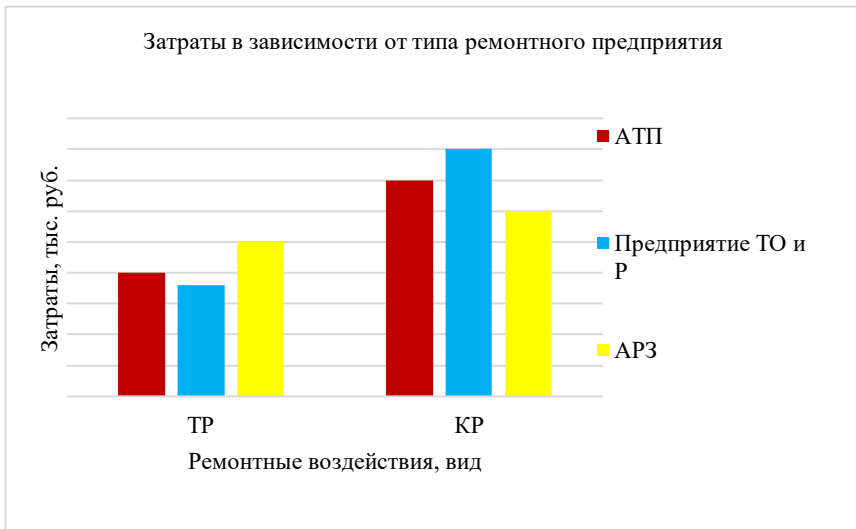


Рисунок 1 - Изменение затрат видов ремонтных воздействий в зависимости от типа предприятия

Анализ рисунка 1 показывает, что для определения рационального режима ремонта двигателей необходимо учитывать типы ремонтных предприятий, к которым относятся авторемонтный завод, предприятия технического обслуживания и ремонта, автотранспортные предприятия.

Плановый ремонт целесообразнее проводить на предприятии ТО и Р, а капитальный ремонт двигателя выполнять на авторемонтном заводе.

На основании этого, эффективность восстановления работоспособности двигателей на авторемонтном заводе выше, чем на АТП или предприятии ТО и Р.

В третьей главе представлена разработанная математическая модель эффективности рационального режима ремонта двигателей карьерных самосвалов.

В состав рационального режима ремонта ДВС с помощью замены изношенных деталей двигателей карьерных самосвалов восстановленными входят: стоимость запасных частей и комплектующих, расходных материалов; затраты на транспортировку; величина потерь от простоев; оплата труда рабочих.

При выполнении ремонта необходимо учитывать такие параметры, как наработка двигателя после замены детали до очередной замены, т.е. межремонтную наработку, а также норма затрат на ремонт на 1000 моточасов работы и коэффициенты, учитывающие тип ремонтного предприятия и наработку.

Коэффициент η_1 определяется отношением фактически выполненного времени к нормативному времени ремонта. Установлено, что на предприятии ТО и Р $\eta_1=1$, на АТП $\eta_1=0,9$, а на авторемонтном заводе $\eta_1=0,8$.

Еще одним фактором, влияющим на эффективность рационального режима ремонта двигателей, является величина наработки после начала эксплуатации двигателя (межремонтная наработка). Вероятность возникновения отказа будет меньше при увеличении затрат на ремонт, а также увеличится ресурс до капитального ремонта двигателя. Коэффициент, учитывающий наработку η_2 , определяется отношением ресурса детали до ее замены к наименьшему ресурсу детали, либо совмещенной группе деталей. Так, например, коэффициент, учитывающий наработку для ГБЦ $\eta_2=1,82$; для коленчатого вала $\eta_2=1,37$; для шатунных вкладышей $\eta_2=1,27$, для гильзо-поршневой группы $\eta_2=1$.

Эффективность ремонта двигателя выражается следующим образом:

$$S_{2ик} = \frac{U_{MP}}{1000} \cdot h \cdot \eta_1 \cdot \eta_2, \quad (4)$$

где: U_{MP} – наработка двигателя после замены детали до очередной замены, т.е. межремонтная наработка, тыс. моточасов; h – норма затрат на ремонт на 1000 моточасов работы, тыс. руб/ч.; η_1 – коэффициент, учитывающий тип ремонтного предприятия; η_2 – коэффициент, учитывающий наработку двигателя.

После математического преобразования критерий рациональности эффективного режима ремонта ДВС достигается с помощью следующего выражения:

$$S_{НК} = \min_k \sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^5 C_{jik} + \frac{U_{MP}}{1000} \cdot h \cdot \eta_1 \cdot \eta_2). \quad (5)$$

где: C_{jik} - общие затраты на проведение ТО с заменой изношенных деталей двигателя восстановленными, тыс. руб.

Для определения рационального режима ремонта ДВС карьерных самосвалов необходимо также определить целесообразность замен разных групп деталей двигателя. В результате проведенных расчетно-

экспериментальных исследований были получены значения ресурсов основных деталей двигателя MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309, представленных в таблице 1.

Таблица 1 - Ресурс основных деталей двигателя MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309

Наименование детали	Наработка, тыс. моточасов
Гильзы цилиндров	22,5
Поршни в сборе	22,7
Коленчатый вал	30,7
Коренные вкладыши	30,7
Шатунные вкладыши	28,5
ГБЦ	41,0
Клапаны	41,7
Шатун	42,2
Распределительный вал	43,2

Зависимость ресурса двигателя MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 от капиталовложений представлена на рисунке 2.

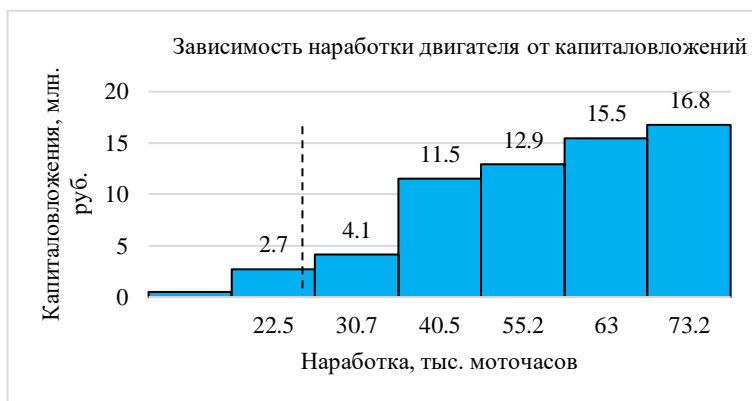


Рисунок 2 - Зависимость ресурса двигателя MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 от капиталовложений

На рисунке 2 показано изменение ресурса двигателя от капиталовложений, откуда видно, что ресурс, заложенный заводом-изготовителем, рассматриваемого двигателя MTU DD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 будет выработан при наработке 30 тыс. моточасов. Поэтому для предотвращения отказов, снижения простоев предлагается

выполнять ремонты согласно предложенной периодичности проведения ремонтов до момента списания двигателя, представленной на рисунке 3.

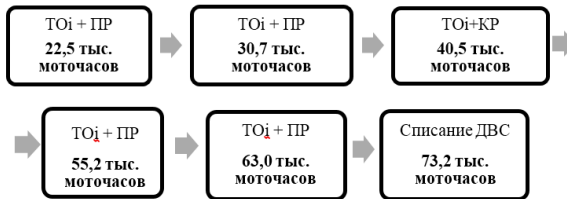


Рисунок 3 - Предложенная периодичность проведения ремонтов двигателей MTU DD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309

Согласно представленной структуре, плановый ремонт проводится совместно с ТО по регламенту с установленной периодичностью, объемом и содержанием работ. На пробеге начиная с 22,5 тыс. моточасов ТО предлагается проводить совмещенно с ремонтом, а основные детали заменять восстановленными. В зависимости от изношенной детали двигателя, подвергаемой замене, выбирается тип ремонтного предприятия для повышения ресурса двигателя в целом.

Применение математического моделирования позволяет определять эффективность совмещенной замены разных групп деталей двигателя с помощью выражения:

$$Q_i^h = S_2 - S_1, \quad (7)$$

$$\text{где: } S_1 = \sum_{j=1}^{l_i} \left[\frac{D}{L} \cdot (x_j - u_i) \cdot \frac{C_j}{C} + \frac{C_j}{x_j} \cdot (x_j - u_i) \right];$$

$$S_2 = a_1 \cdot (\sum_{j=1}^{l_i} \tau_j + \sum_{j=1}^{l_i} t_{\text{пр}}) + a_2 \cdot \sum_{j=1}^{l_i} t_j + 0,2 \cdot \tau_j \cdot D \cdot \frac{C_j \text{ max}}{C}.$$

где: L – наработка детали, тыс. моточасов; a_1 – величина потерь прибыли в единицу времени, тыс. руб./ч.; a_2 – тарифная ставка рабочего с учетом разряда работ и начислений, тыс. руб./ч; t_j – трудоемкость замены деталей, ч.; $t_{\text{пр}}$ – суммарное время продолжительности простоя по техническим причинам, ч.

Предлагаемый математический аппарат правомерен для использования, как для карьерных самосвалов предприятий ГОКов, так и для АТП, эксплуатирующих грузовые автомобили и автобусы.

Далее была проведена группировка деталей от начала эксплуатации до первой групповой замены и далее до списания двигателя (рисунок 4), в соответствии с которой можно сделать вывод, что наиболее подвержены износу гильзо-поршневая группа на пробеге 22,5 тыс. моточасов, коленчатый вал на пробеге 30,7 тыс. моточасов и т.д., представленная на рисунке 4.



Рисунок 4 – Структура групповой замены деталей двигателя MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309

В работе был выполнен расчет надежности карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 при различных способах резервирования запасных частей для ремонта. Установлено, что надёжность работы карьерного самосвала, имеющего резерв, в 4,48 раза выше, чем при его отсутствии. В сравнении с общим резервированием, резервирование отдельных узлов и деталей позволяет повысить надёжность карьерного самосвала в 1,97 раза. Таким образом, для поддержания необходимого уровня надёжности работы карьерных самосвалов и снижения расходов на запасные части, резервный фонд на предприятии АТП Лебединского ГОКа целесообразно создавать из узлов и деталей двигателя, а также иметь в наличии один исправный резервный двигатель на парк из 25 автомобилей БЕЛАЗ-75309.

В четвертой главе разработаны эффективные режимы обкатки двигателей карьерных самосвалов.

После проведения ремонта двигателя необходимо выполнять его обкатку. Были рассмотрены такие способы обкатки, как обкаточно-тормозной способ нагружения и бестормозной способ нагружения.

Установлено, что наиболее подходящим для исследуемого типа двигателя MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 является предложенный бестормозной способ нагружения, т.к. исключается потребность в наличии обкаточно-тормозного стенда большого размера, а появляется необходимость в наличии устройства для бестормозной обкатки.

Проведенный анализ режимов обкатки двигателей показал, что рекомендуется применение бестормозного способа нагружения (рисунок 5).

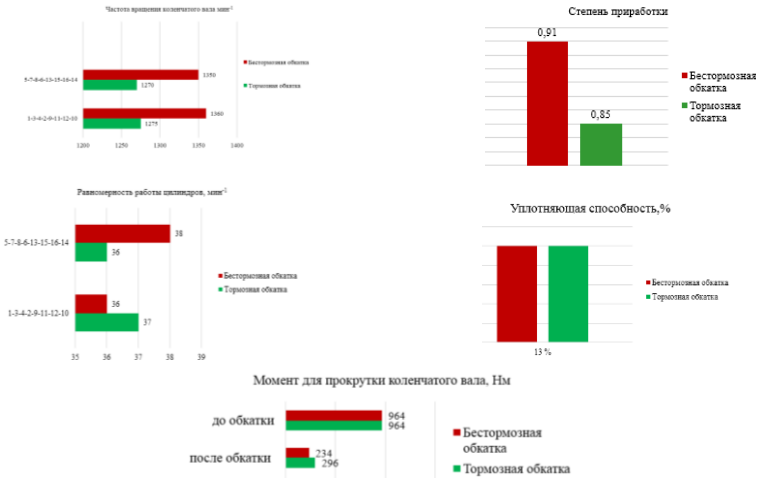


Рисунок 5 – Сравнительный анализ параметров эффективности обкаточно-тормозного и bestormozного способов нагружения

Выявлено, что ресурс восстановленных двигателей после проведения обкатки bestormozным способом выше в сравнении с ресурсом двигателей, не прошедших процесс обкатки или ресурсом двигателей после обкатки только на холостом ходу; более эффективным способом обкатки является bestormozная обкатка с выключением части цилиндров, повышающая ресурс двигателей и снижающая количество отказов и неисправностей.

В результате проведенных экспериментальных исследований были установлены показатели по вероятности исследуемой модели двигателей (рисунок 5), такие как: максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя при тормозной и bestormozной обкатке; степень приработки двигателя при тормозной и bestormozной обкатке; равномерность работы цилиндров двигателя с попеременным отключением каждого при тормозной обкатке и при bestormozной обкатке; момент для прокрутки коленчатого вала двигателя в сборе при тормозном и bestormozном способе до обкатки и после обкатки; уплотняющая способность цилиндро-поршневой группы при тормозной обкатке и bestormozной обкатке. Выявлено, что максимальная частота вращения коленчатого вала при bestormozном способе на 80-85 мин⁻¹ выше, чем при обкаточно-тормозном; а степень приработки двигателя при bestormozном способе составляет $\Delta=0,91$, что выше, чем при обкаточно-тормозном $\Delta=0,85$. Значения равномерности работы цилиндров двигателя и уплотняющей способности гильзо-поршневой группы при bestormozном и обкаточно-тормозном способе практически не отличаются. Момент для прокрутки коленчатого вала до обкатки двигателя составляет 964 Нм, а после

обкатки при бестормозном способе составляет 234 Нм, а при обкаточно-тормозном способе 296 Нм.

В пятой главе произведена оценка экономической эффективности от внедрения предложенного рационального режима ремонта двигателей карьерных самосвалов.

Расчет экономической эффективности при внедрении рационального режима ремонта двигателей MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 показал, что у исследуемого двигателя стоимость более 25 млн. руб. и она растет, ресурс до капитального ремонта до 30 000 моточасов, а стоимость основных новых запасных частей для капитального ремонта доходит до 50 млн. руб., в настоящий момент существуют ограничения с поставками запасных частей и транспортных средств. Применение предлагаемого рационального режима ремонта с установкой резервного двигателя из оборотного фонда взамен ремонтируемого, позволяет сократить простои в ремонте, к тому же применение при ремонте восстановленных деталей, является единственным экономически выгодным решением в сравнении с другими рассмотренными режимами ремонта.

Суммарные затраты, учитывающие расходы на запасные части и потери на простои при рассмотренных режимах ремонта, представлены на рисунке 6. При внедрении рационального режима ремонта двигателей MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 с наличием резервируемого двигателя из оборотного фонда количество капитальных ремонтов, трудоемкость и затраты, связанные с их выполнением, уменьшаются более чем в 2 раза.

Суммарные затраты при различных методах ремонта

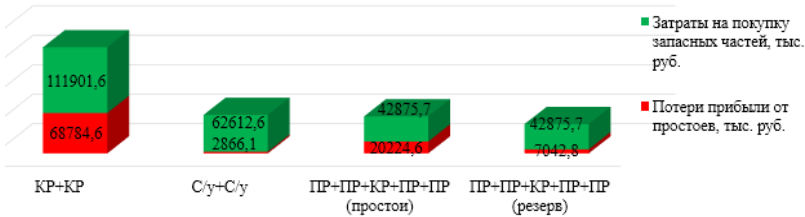


Рисунок 6 - Суммарные затраты, учитывающие расходы на запасные части и потери на простои при рассмотренных режимах ремонта

Рациональный режим ремонта, который предполагает замену двигателя с изношенными деталями резервным исправным двигателем из оборотного фонда позволяет снизить продолжительность простоя двигателя в ремонте и повысить коэффициент технической готовности карьерных самосвалов в условиях АТП Лебединского ГОКа Белгородской области на 20% (с 0,75 до 0,9) и коэффициент выпуска подвижного состава на линию на исследуемом горно-обогащительном комбинате на 26% (с 0,69 до 0,87).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании решена актуальная задача по разработке режимов планово-предупредительных ремонтов системы ТО и Р, позволяющих увеличить ресурс ДВС и срок его службы до капитального ремонта, а также уменьшить общие потери горно-обогатительных комбинатов, связанные с восстановлением работоспособности карьерного транспорта. Эффективность предлагаемых решений подтверждается разработкой и внедрением рекомендаций по совершенствованию существующих режимов ремонта двигателей, направленных на повышение эффективности эксплуатации карьерных самосвалов, а также возможностью масштабирования и применения для автобусов и грузовых автомобилей.

Основные научно-практические результаты состоят в следующем:

1. Выполненный обзор научных и информационных источников, затрагивающих научно-техническую проблему технической эксплуатации карьерных самосвалов на автотранспортных предприятиях ГОКов, показал, что в настоящее время ремонт, включающий в себя замену изношенных деталей восстановленными деталями, является одним из перспективных методов обеспечения и восстановления работоспособности автомобильных двигателей, но данный вопрос требует научного обоснования.

2. Установлено, что для повышения эффективности эксплуатации карьерных самосвалов необходимо совершенствование существующих режимов ремонта ДВС, с учетом применения восстановленных деталей при ремонте, что позволит обеспечить: контроль и эффективное управление технологическим процессом проведения ремонта; высокую производительность автомобилей; высокий показатель коэффициента технической готовности; правильный выбор резервирования запасных частей; снизить простои в ремонте; применить эффективные режимы обкатки после ремонта агрегатов для увеличения наработки и межремонтного периода.

3. Выполнено определение и обоснование выбора режима ремонта ДВС. Для совершенствования существующих режимов ремонта двигателей требуется применение двух подходов, которые одновременно будут учитывать экономические затраты и доходы, а также ресурс автомобиля. Для этого были разработаны научно-методические и организационно-технические основы и выполнено математическое моделирование рационального режима ремонта двигателей карьерных самосвалов.

4. Разработана целевая функция $S_N = f(d_1, Z_1, g_1, G_1, C_{вр}, \eta_1, \eta_2)$ рационального режима ремонта двигателей карьерных самосвалов, применимая для формирования объема, содержания и периодичности его проведения по восстановлению работоспособности автомобильных двигателей, в которую впервые введены коэффициенты, учитывающие тип ремонтного предприятия $\eta_1=0,8\dots 1$ и изменение затрат на ремонт в зависимости от наработки ДВС $\eta_2=1\dots 1,82$.

5. Проведены теоретические и экспериментальные исследования режима ремонта ДВС. Разработаны технологические рекомендации по структуре и периодичности ремонта ДВС. Выполнено математическое моделирование эффективности совмещенной замены разных групп деталей двигателя; группировка деталей двигателя для проведения совмещенной замены и проведен анализ целесообразности их замены. Доказано, что применение рационального режима ремонта увеличивает ресурс двигателя в 2,44 раза по сравнению с существующими режимами ремонта, т.е. от 30 тыс. моточасов до 73,2 тыс. моточасов. Проведен анализ способов обкатки таких, как обкаточно-тормозной и бестормозной способ нагружения.

6. В результате использования предлагаемого рационального режима ремонта двигателей MTU DD 16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 количество капитальных ремонтов, трудоемкость и затраты, связанные с их выполнением, уменьшаются более чем в 2 раза. Интегральный экономический эффект за год эксплуатации одного двигателя при условии применения предлагаемого рационального метода ремонта, в сравнении с другими способами составляет: 877,9 тыс. руб./год - проведение ремонта с использованием рационального метода ремонта с возникающими простоями из-за ремонта в случае отсутствия подменного агрегата; 1036,6 тыс. руб./год – проведение замены двигателя новым согласно рекомендациям завода-изготовителя; 8711,87 тыс. руб./год - проведение капитальных ремонтов на авторемонтном предприятии согласно рекомендациям завода-изготовителя.

Предлагаемый рациональный режим ремонта двигателей MTUDD16V4000 карьерного самосвала БЕЛАЗ-75309 с наличием резервируемого двигателя из оборотного фонда позволяет улучшить технико-эксплуатационные показатели карьерных самосвалов Лебединского ГОКа, а именно: коэффициент выпуска подвижного состава на линию на исследуемом горно-обогатительном комбинате увеличится на 26% (с 0,69 до 0,87), а коэффициент технической готовности карьерных самосвалов увеличится на 20% (с 0,75 до 0,9).

Перспективы дальнейшего развития темы: полученные результаты исследований могут служить основой для совершенствования существующих режимов ремонта двигателей карьерных самосвалов, грузовых автомобилей и автобусов, применения замены изношенных базовых деталей двигателя восстановленными при ремонте узлов и агрегатов двигателей. Для повышения эффективности использования потенциала карьерных самосвалов, грузовых автомобилей и автобусов рекомендуется применять рациональный режимов ремонта двигателей.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов для опубликования основных научных результатов диссертаций (ВАК)

1. Семькина, А.С. Использование компьютерных программ при расчете основных технических параметров поршня / А.С. Семькина,

Н.А. Загородний // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2015. – Вып. 6: в 2 ч. Ч. 1. – С. 205-213;

2. Семькина, А.С. Повышение эффективности эксплуатации транспортного комплекса горно-обогатительных комбинатов / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, А.А. Конев // Мир транспорта и технологических машин. 2018. - №1(60). – С.134-140.

3. Семькина, А.С. Снижение ремонтных простоев транспортного комплекса горно-обогатительных комбинатов / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Автомобильная промышленность. - №11.-2018. - С. 21-23.

4. Семькина, А.С. Совершенствование транспортной системы горно-обогатительных комбинатов / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Автомобильная промышленность. 2019. № 6. С. 31-34.

5. Семькина, А.С. Разработка научно-методических подходов для повышения эффективности карьерного транспорта / А.Н. Новиков, И.А. Новиков, Н.А. Загородний, А.С. Семькина // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2020. Т. 17. № 6 (76). С. 690-703.

6. Семькина, А.С. Замена изношенных элементов восстановленными на карьерных АТС / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, А.Н. Новиков // Автомобильная промышленность. 2022. № 2. С. 33-35.

7. Семькина, А.С. Определение рациональной системы технического обслуживания и ремонта карьерного автомобильного транспорта / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Автомобильная промышленность. 2022. № 6. С.33-36.

8. Семькина, А.С. Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта карьерного автомобильного транспорта / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Мир транспорта и технологических машин. 2022. № 3-4 (78). С. 35-41.

9. Семькина, А.С. Статический прочностной расчет шатуна двигателя легкового автомобиля / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Автомобильная промышленность. 2022. № 10. С.11-13.

10. Семькина, А.С. Обкатка двигателей карьерных АТС / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Автомобильная промышленность. 2022. № 12. С.34-36.

Публикации в изданиях, входящих в базы Scopus и Web of Science

11. Semykina, A.S. Aspects of transport system management within mining complex using information and telecommunication systems / A.S. Semykina, N.A. Zagorodniy, A.A. Konev, E.V. Duganova // Journal of Physics: Conference Series Sep. "International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 - Enterprise Information Systems" 2018. С. 042064 IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1015 (2018) 042064 doi:10.1088/1742-6596/1015/4/042064 <http://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/1015/4>;

12. Semykina, A.S. Main directions of improving the maintenance and repair of vehicle units in the Far North / A.S. Semykina, N.A. Zagorodnii, I.A. Novikov, A.N. Novikov // Transportation Research Procedia Volume 57, 2021, Pages 611-616.

13. Semykina, A. Problems of a Transport Complex of Mining and Processing Plants / A Semykina, N Zagorodnii, Y Fomenko, A Konev // MATEC Web of Conferences 334, 02034 (2021) <https://doi.org/10.1051/mateconf/202133402034>;

14. Semykina, A. Directions for the implementation of information technologies in transport / I Novikov, A Konev, N Zagorodny, A Semykina // MATEC Web of Conferences 341, 00008 (2021). <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134100008>;

15. Semykina, A.S. Study of the effectiveness of the organization of the system of maintenance and repair of quarry transport of mining and processing plants/ A.S. Semykina, N.A. Zagorodnii, A.N. Novikov // Transportation Research Procedia Volume 63, 2022, Pages 983-989.

Патенты на полезную модель

Семыкина, А.С. Устройство для контроля моторного масла в двигателе внутреннего сгорания: пат. №184276 РФ: заявл. 23.05.2018; опубл. 22.10.2018 / Семыкина А.С., Загородний Н.А., Толмачев Д.И., Голубенко Н.В.

Базы данных и программы для ЭВМ, имеющих регистрацию

Семыкина, А.С. Электронная база данных «Автообслуживающие предприятия г. Губкин»: свидетельство о государственной регистрации базы данных №2022623037: дата гос. регистрации:22.11.2022 / Семыкина А.С., Загородний Н.А., Конеv А.А., Новиков И.А.

Публикации в других изданиях

16. Семыкина, А.С. Определение ремонтного цикла замены поврежденных поршней двигателя автомобиля / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - 2016. - Т. 3. № 2 (5). - С. 140-145.

17. Семыкина, А.С. Определение технического состояния поршня с помощью методов диагностики и контроля / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний // Металлообрабатывающие комплексы и роботехнические системы – перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов [Текст]: Сборник научных статей II Международной научно-технической конференции (17-18 июня 2016 года), в 2-х томах, Том 2, / редкол.: Гречухин А.Н (отв. редактор); Юго-Западный гос. ун-т, Курск, 2016. С. 157-161;

18. Семыкина, А.С. Система сервисного обслуживания поршней двигателя легкового автомобиля / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний //

Металлообрабатывающие комплексы и роботехнические системы – перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов [Текст]: Сборник научных статей II Международной научно-технической конференции (17-18 июня 2016 года), в 2-х томах, Том 2, / редкол.: Гречухин А.Н (отв. редактор); Юго-Западный гос. ун-т, Курск, 2016. С. 161-165.

19. Семькина, А.С. Анализ применяемых материалов для изготовления поршня двигателя автомобиля / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - 2016. - Т. 3. № 3 (6). - С. 275-280;

20. Семькина, А.С. Неисправности современных автомобилей. Применение компьютерных программ для расчета технических параметров поршня / А.С. Семькина // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2016. С. 1751-1756;

21. Семькина, А.С. Анализ основных неисправностей современных автомобилей, находящихся на гарантии. Использование компьютерных программ при расчете технических характеристик поршня / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Информационные технологии и инновации на транспорте материалы 2-ой Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.Н. Новикова. 2016. С. 219-227.

22. Семькина, А.С. Определение ремонтного цикла замены поврежденных поршней двигателя автомобиля / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2016. №1. С. 33-38.

23. Семькина, А.С. Совершенствование методики технического обслуживания системы смазки дизельного двигателя / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, А.С. Федоров // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - 2017. - Т. 4. № 1 (7). - С. 232-237.

24. Семькина, А.С. Построение дерева неисправностей системы смазки дизельного двигателя автомобиля / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, А.С. Федоров // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - 2017. - Т. 4. № 1 (7). - С. 227-231.

25. Семькина, А.С. Анализ видов железорудного сырья и процесса их перевозки / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, Ю.В. Фоменко, А.А. Конев // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса: сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции 25 мая 2017 года / Министерство образования и науки ДНР и др. – Донецк: ДАТ, 2017. С. 27-31.

26.Семыкина, А.С. Выявление проблем транспортного комплекса горно-обогатительных предприятий / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Белорус. - Рос. ун-т; редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус. - Рос. ун-т, 2017. – 162 с.;

27.Семыкина, А.С. Анализ видов железорудного сырья и процесса их перевозки / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний, Ю.В. Фоменко, А.А. Конев // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2017. №2. С. 10-15.

28.Семыкина, А.С. Повышение эффективности процесса перевозки железорудного сырья на горно-обогатительном комбинате / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний, Ю.В. Фоменко, А.А. Конев // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова 2017. С. 4781-4784.

29.Семыкина, А.С. Повышение эффективности работы автомобильного карьерного транспорта [Электронный ресурс] / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний // Студенческий научный форум. – 2017. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru>;

30.Семыкина, А.С. Возможности совершенствования транспортного процесса перевозки железорудного сырья горно-обогатительных комбинатов / А.С. Семыкина, Д.А. Шкилев, Н.А. Загородний // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении: сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (15-16 февраля 2018 года)/ редкол.: Горохов А.А. (отв. Ред.); Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Из-во ЗАО «Университетская книга», 2018. – С. 300-303;

31.Семыкина, А.С. Разработка алгоритма поиска неисправностей системы смазки дизельного двигателя автомобиля / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний, А.С. Федоров // Альтернативные транспортные технологии. - 2018. - Т. 5. № 1 (8). - С. 227-230;

32.Семыкина, А.С. Повышение эффективности эксплуатации карьерного транспорта за счет снижения простоев в ожидании ремонта / А.С. Семыкина // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Белорус. - Рос. ун-т; редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2018. – 119 с.

33.Семыкина, А.С. Организационно-технологические мероприятия по усовершенствованию процесса транспортирования железорудного сырья горно-обогатительных комбинатов / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и

молодых ученых (5-7 декабря 2018 г.): в 2 т. / отв. ред. А. В. Медведев. – Тюмень: ТИУ, 2019. – С. 311-316.

34. Семькина, А.С. Снижение производственных и транспортных затрат при перевозке железорудного сырья горно-обогатительных комбинатов на основе использования целочисленной модели / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, А.А. Конев, В.В. Васильева // В сборнике: Информационные технологии и инновации на транспорте. Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.Н. Новикова. 2019. С. 175-182.

35. Семькина, А.С. К вопросу применения централизованного восстановления деталей двигателей карьерного автомобильного транспорта в условиях горно-обогатительных комбинатов / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // В сборнике: Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте. сборник статей международной научно-практической конференции. Липецк, 2022. С. 103-106.

Семькина Алла Сергеевна

Повышение эффективности технической эксплуатации карьерных самосвалов в условиях автотранспортных предприятий ГОКов

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Подписано в печать

Усл. печ. л. 2,0

Тираж 100 экз.

Формат 60×84/16

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.