

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Агроинженерия
Отделение промышленных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Совершенствование участка ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ООО «Ремавто»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б51	Валуев Даниил Романович		

УДК: 621.797:621.43-049.32

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сапрыкина Н.А	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский Сергей Анатольевич	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение промышленных технологий	Кузнецов Максим Александрович	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях агропромышленного комплекса и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях агропромышленного комплекса и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в техническом сервисе, при производстве, восстановлении и ремонте иных деталей и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники, для агропромышленного и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы в техническом сервисе, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на предприятиях агропромышленного комплекса.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля в техническом сервисе.
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники и при проведении технического сервиса в агропромышленном комплексе.
P12	Проектировать изделия сельскохозяйственного машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы технического сервиса, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного

Код результата	Результат обучения
	и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Агроинженерия
Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. руководителя ОПТ
_____ Кузнецов М.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10Б51	Валуеву Даниилу Романовичу

Тема работы:

Совершенствование участка ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ООО «Ремавто»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 13/с от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Производственно-технические данные предприятия. 2. Схема генерального плана ООО «Ремавто». 3. Планировка главного производственного корпуса. 4. Отчет по преддипломной практике.
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Технологический расчет ремонтной мастерской предприятия. 3. Технологический расчет и подбор оборудования участка ремонта двигателей внутреннего сгорания. 4. Конструкторская часть. Разработка стенда для обкатки двигателей. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 6. Социальная ответственность.
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технико-экономическое обоснование проекта (2 листа А1). 2. Схема главного производственного корпуса после реконструкции (1 лист А1). 3. Технологическая планировка участка ремонта двигателей внутреннего сгорания (1 лист А1). 4. Конструкция стенда для обкатки двигателей. (2 листа А1). 5. Технологическая карта ремонта двигателя внутреннего сгорания (1 лист А1). 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сапрыкина Н.А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б51	Валуев Даниил Романович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10Б51	Валуев Даниил Романович

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	35.03.06 «Агроинженерия»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов</i>	<i>1) Стоимость приобретаемого оборудования 7753774 руб</i> <i>2) Фонд оплаты труда годовой 2730000 руб</i> <i>3) Производственные расходы 516685 руб</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- 1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ*
- 2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды*
- 3. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)*
- 4. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию*
- 5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	К.пед.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б51	Валуев Даниил Романович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10Б51	Валуев Даниил Романович

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление	35.03.06 «Агроинженерия»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Площадь участка 216 м². Ширина 12 метров, длина 18 метров, высота 6 метров. Стены кирпичные, намеренно окрашивают в белый цвет, четыре окна шириной 1,79 метра, высотой 1,17 метров, крыша шиферная. При анализе условий труда на участке по ремонту двигателей, выявлены следующие вредные и опасные факторы, присутствующие в проектируемом производственном помещении:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Запыленность и загазованность; -шум; -опасность поражения электрическим током.
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Необходимые требования безопасности при ремонте двигателя. Во время работы на станках большая вероятность поражения тока, поэтому все станки заземляют.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, 	<p>Защита от запыленности и загазованности воздуха Для защиты глаз работающего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки.</p>

<i>профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i>	
<p>3. <i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>защита селитебной зоны</i> – <i>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</i> – <i>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</i> – <i>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</i> – <i>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i> 	В связи с тем, что работа на посту сопровождается работой с опасными жидкостями для окружающей среды, пост необходимо обеспечить специальными емкостями для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку
<p>4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>перечень возможных ЧС на объекте;</i> – <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i> – <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i> – <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i> – <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i> 	Безопасность при возникновении ЧС
<p>5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i> – <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i> 	Контроль за выполнением требований безопасности
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б51	Валуев Даниил Романович		

РЕФЕРАТ

Объектом исследования является совершенствование участка ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ООО «РЕМАВТО» г. Юрга, Кемеровская область.

Целью выпускной квалификационной работы является подбор современного оборудования и организация участка для ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ООО «РЕМАВТО» г. Юрга, Кемеровская область.

В процессе работы проведен расчет программы ремонтно-обслуживающей базы, рассчитана трудоемкость отдельных видов работ, численность производственных рабочих, произведен выбор оборудования, предложена конструкция универсального станка для балансировки коленчатых валов. Рассчитаны расходы основных энергетических ресурсов, затраты на приобретаемое оборудование, фонд оплаты труда, рентабельность и срок окупаемости.

ABSTRACT

The object of the study is to improve the repair site of internal combustion engines in the conditions of LLC "REMAVTO" Jurga, Kemerovo region.

The purpose of the final qualifying work is the selection of modern equipment and the organization of the site for the repair of internal combustion engines in the conditions of LLC "REMAVTO" Jurga, Kemerovo region.

In the process, the calculation of the program of repair and maintenance base, calculated the complexity of certain types of work, the number of production workers, the choice of equipment, the design of a universal machine for balancing crankshafts. The expenses of the main energy resources, the costs of the purchased equipment, the wage Fund, profitability and payback period are calculated.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	14
1.1 Характеристика ООО РЕМАВТО.	14
1.2 Материально техническая база.....	15
1.3 Анализ поломок грузовых автомобилей.....	16
1.4 Стоимость ремонта двигателей грузовых автомобилей	17
1.5 Техническое обслуживание автомобилей	18
1.6 Выводы и предложения	20
2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	21
2.1 Аналитический обзор.....	21
2.1.1 Конструктивные особенности и характеристика двигателей КамАЗ.....	21
2.1.2 Неисправности двигателей КамАЗ.....	22
2.1.3 Текущий ремонт двигателей КамАЗ	26
2.1.4 Последовательность капитального ремонта двигателя.....	27
2.1.5 Обкатка и испытание двигателя КАМАЗ	30
2.1.6 Конструкция коленчатого вала	32
2.1.7 Материал и способы получения заготовок для коленчатых валов	33
2.1.8 Дефектовка коленчатых валов	35
2.1.9 Технологический процесс восстановления коленчатых валов	37
2.1.10 Сборка коленчатого вала и установка его в блок цилиндров.....	41
2.2 Технологическая часть	42
2.2.1 Расчет годовой производственной программы.....	42
2.2.2 Расчет трудоемкости.....	45
2.2.3 Составление графика загрузки участка	48
2.2.4 Расчет количества рабочих по видам работ	49
2.2.5 Расчет численности производственных рабочих	55
2.3 Конструкторская часть	57
2.3.1 Предлагаемая перепланировка моторного участка	57

2.3.2 Предлагаемое оборудование	57
2.3.3 Анализ станков для балансировки коленчатого вала.....	58
2.3.4 Описание разрабатываемого станка для балансировки коленчатых валов	61
2.3.5 Расчет по выбору электродвигателя.....	62
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	64
3.1 Технологический процесс	64
3.2 Расчет фонда оплаты труда.....	65
3.3 Расчет производственных расходов.....	65
3.3.1 Затраты на силовую электроэнергию для оборудования.....	65
3.3.2 Затраты на освещение.....	66
3.3.3 Расходы на текущий ремонт, руб, оборудования	66
3.3.4 Расчет затрат на воду	66
3.3.5 Затраты на отопление	67
3.3.6 Планируемые затраты на прочие расходы	67
3.4 Расчет годовых издержек	67
3.5 Основные экономические показатели деятельности.....	68
3.6 Оценка экономической эффективности.....	69
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	70
4.1 Описание рабочего места	70
4.2 Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды.....	71
4.2.1 Запыленность и загазованность.....	71
4.2.2 Микроклимат	73
4.2.3 Электробезопасность	74
4.2.4 Защита от шума в проектируемой предприятии.....	77
4.3 Анализ опасных факторов произведенной среды.....	77
4.3.1 Техника безопасности при работе на станках.....	78
4.4 Охрана окружающей среды	78
4.5 Чрезвычайные ситуации на производстве.....	80

4.5.1 Противопожарная безопасность на участке	81
4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	84

ВВЕДЕНИЕ

Цель выпускной квалификационной работы – Совершенствование участка ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ООО «Ремавто».

В данном проекте произведён расчёт программы ремонтно-обслуживающих работ в условиях ООО «Ремавто». Предложена перепланировка моторного участка. Произведён выбор оборудования, предложена конструкция универсального станка для балансировки коленчатых валов.

Приведен обзор условий ремонтных работ с точки зрения охраны труда, рассмотрены требования эргономики к объекту проектирования. Выполнен расчет экономической эффективности организации по ремонту двигателей внутреннего сгорания.

1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Характеристика ООО РЕМАВТО.

Компания ООО РЕМАВТО, располагается по адрес: Кемеровская обл, г. Юрга, ул. Береговая, д. 9/1.

Основным видом деятельности является техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств: сборка/разборка автомобиля, обновление и замена электропроводки и электрооборудования, ремонт кабины, двигателя внутреннего сгорания, гидромеханических передач, главной передачи, шасси и т.д.

Компания специализируется на ремонте грузовых автомобилей отечественных и зарубежных производителей, наибольшая часть клиентов это владельцы автомобилей КАМАЗ, МАЗ и ГАЗ.

Предприятие состоит из пяти участков: моторный, токарный, агрегатный, моечный, участок для ремонта трансмиссии и подвески.

Виды ремонта двигателей: текущий, средний, капитальный. Не занимаются ремонтом блока цилиндров, ремонтом шатунов и расточкой коленчатых валов.

График работы: понедельник-пятница: 09.00-17.00;
суббота-воскресение: выходной.

Персонал предприятия состоит из 15 человек, представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Персонал предприятия

Специальность	Количество, чел.
Мастер	1
Моторист	2
Снабженец	1

Продолжение таблицы 1.1

Токарь	1
Слесарь-агрегатчик	2
Слесарь	5
Авто-электрик	1
Слесарь-аппаратурщик	1
Начальник	1

1.2 Материально техническая база.

Оборудование для ремонта и диагностики двигателей компании ООО РЕМАВТО представлено в таблицах 1.2 и 1.3. Так же имеется стенд для ремонта двигателей собственной сборки на базе редуктора Ч-100, гидравлический пресс 10тонн (СОРОКИН), пневматические гайковерты и другой ручной инструмент, оборудование для ремонта форсунок и ТНВД, кран балка, кран консольный 3 тонны (ТОР tm) и типовой обкаточный станок собственной сборки на базе асинхронного двигателя АК2-92-6У 3 (сделано в СССР).

Таблица 1.2 – Станки

Название	Количество, шт.	Год производства
Токарно-винторезный	2	1967
Сверлильно-вертикальный	2	2000
Хонинговальный	1	1991
Горизонтально-фрезерный	1	1970
Вертикально-фрезерный	1	1976
Шлифовальный	1	1960
Расточной	1	1980

Таблица 1.3 – Диагностический инструмент

Название	Количество, шт.
Компрессометр	2
Микрометр	3
Нутромер	2

1.3 Анализ поломок грузовых автомобилей

Структура рынка грузовых автомобилей (рис. 1.1) в России показывает то, что больше половины всего парка составляют автомобили отечественных производителей. Фаворитом данного сегмента является автомобиль КАМАЗ. [1]

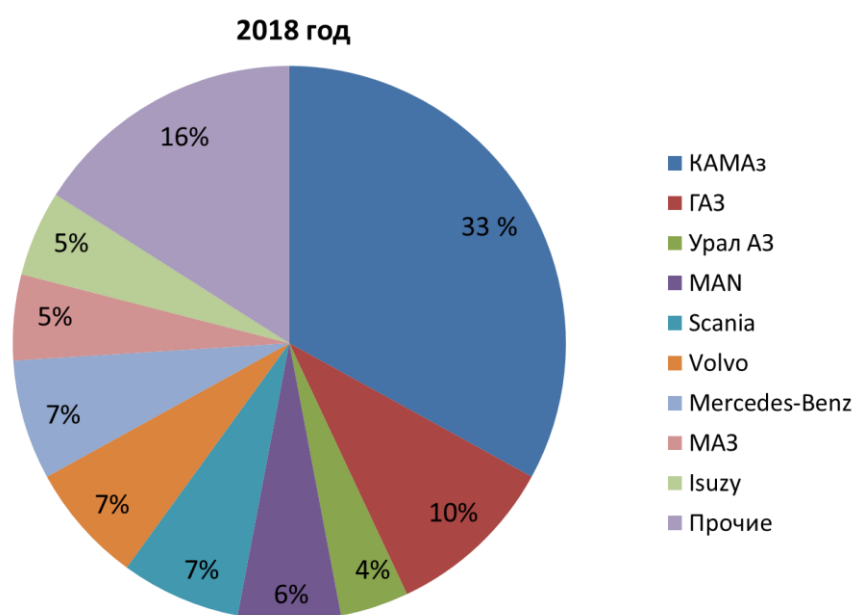


Рисунок 1.1 – Структура рынка грузовых автомобилей в России

В большинстве случаев автомобиль теряет свою работоспособность вследствие отказа одной или нескольких деталей. Около 25,5 % отказов автомобилей приходится на двигатель внутреннего сгорания (рис.1.2).

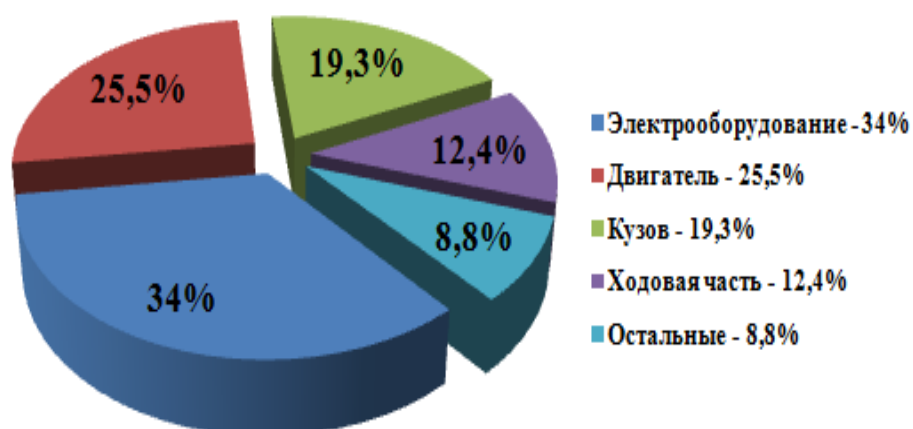


Рисунок 1.2 – Статистика поломок грузовых автомобилей

Статистика компании ООО РЕМАВТО (рис. 1.3) показала то, что половина всех неисправностей двигателей приходится на кривошипно-шатунный механизм. [2]

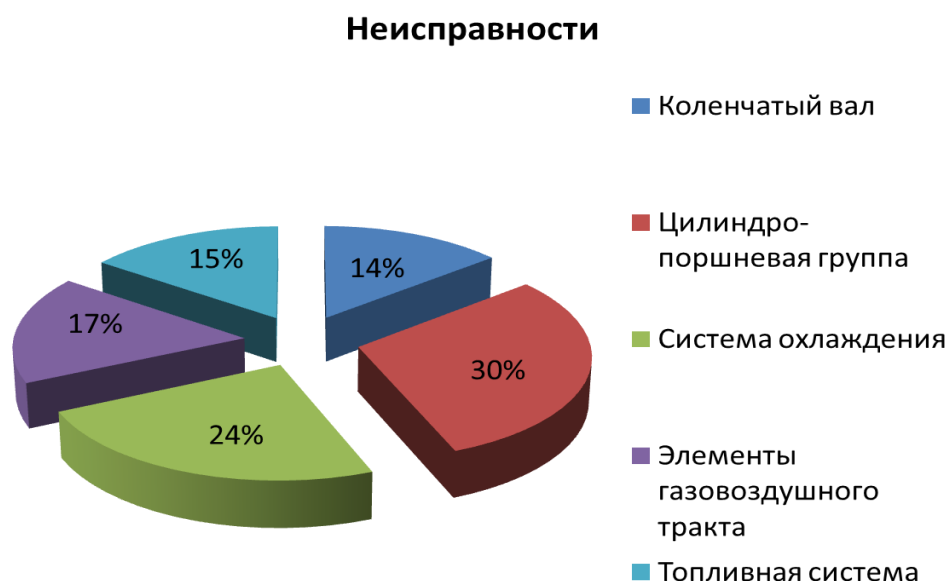


Рисунок 1.3 – Статистика поломок двигателей грузовых автомобилей

1.4 Стоимость ремонта двигателей грузовых автомобилей

Анализ стоимости ремонта грузовых автомобилей представлен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Стоимость ремонта

Вид услуги ремонта грузового двигателя	Стоимость
Замена турбины (ТКР, турбокомпрессор)	3500 руб.
Замена компрессора пневматического	3500 - 7000 руб.
Переборка компрессора пневматического	4500 руб.
Снятие установка грузового двигателя	17800 руб.
Замена прокладки ГБЦ (КАМАЗ) за одну	2800 руб.
Замена прокладок ГБЦ (КАМАЗ) комплект	18000 руб.
Замена прокладок ГБЦ (МАЗ-236) за одну	6500 руб.
Замена прокладок ГБЦ (МАЗ-236) комплект	10000 руб.
Замена прокладок ГБЦ (МАЗ-238) за одну	7500 руб.
Замена прокладок ГБЦ (МАЗ-238) комплект	13000 руб.
Переборка ДВС (не включая расточки коленвала, распредвала ремонта постели блока, ремонта ГБЦ)	26000 - 42000 руб.
Регулировка клапанов грузового двигателя	525 руб.

Продолжение таблицы 1.4

Притирка клапанов (за клапан)	600 руб.
Снятие установка поддона ДВС	2800 - 3500 руб.
Замена вкладышей коренных ДВС	8500 - 12000 руб.
Замена вкладышей шатунных ДВС	5500 - 8000 руб.
Замена масла двигателя (ДВС, масло фильтром)	1650 руб.
Снятие установка промывка центрифуги	345 руб

1.5 Техническое обслуживание автомобилей

Техническое обслуживание (ТО) рассмотрим на примере автомобиля КАМАЗ. ТО предназначено для поддержания автомобилей в исправном состоянии и является профилактическим мероприятием, проводимым в плановом порядке.

Виды технического обслуживания:

ТО автомобилей подразделяется на следующие этапы:

техническое обслуживание в начальный период эксплуатации;

техническое обслуживание в основной период эксплуатации.

В начальный период эксплуатации автомобиля выполняются следующие виды обслуживания:

- ежедневное обслуживание (ЕО);
- техническое обслуживание ТО-1000;
- техническое обслуживание ТО-4000;
- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2).

Техническое обслуживание в основной период эксплуатации подразделяется на следующие виды:

- ежедневное обслуживание (ЕО);
- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- сезонное техническое обслуживание (СТО).

Основным назначением ежедневного обслуживания является общий контроль за состоянием узлов и систем, обеспечивающих безопасность движения и поддержание надлежащего внешнего вида.

Основным назначением технического обслуживания ТО-1000 и ТО-4000 является предупреждение появления неисправностей путем выполнения профилактических крепежных, регулировочных и смазочно очистительных работ на новом автомобиле.

Учитывая, что в начальный период происходит интенсивная приработка, взаимоустановка элементов конструкций, выполнять работы в этот период необходимо с особой тщательностью.

Основным назначением первого, второго и сезонного технических обслуживаний является выявление и предупреждение неисправностей путем своевременного выполнения контрольно-диагностических, крепежных, регулировочных и смазочно-очистительных работ.

Периодичность технического обслуживания:

Ежедневное техническое обслуживание автомобиля выполняется раз в сутки перед выездом (часть работ) и по возвращении с линии. На стоянках после длительного движения необходимо также проверить техническое состояние автомобиля в объеме ЕО.

В начальный период эксплуатации ТО-1000 выполняется один раз в интервале первых 500-1000 км пробега, ТО-4000 в интервале 3000-4000 км пробега.

ТО-1 - при пробеге 8000 км в интервале 7000-8000км.

ТО-2 выполняется один раз в интервале 15000-16000 км пробега. Техническое обслуживание в начальный период эксплуатации выполняется в указанных интервалах независимо от категорий условий эксплуатации.

Сезонное техническое обслуживание выполняется два раза в год: весной и осенью. Работы по подготовке к зимнему сезону входят в дополнительные осенние работы. Основным назначением первого, второго и сезонного технических обслуживаний является выявление и предупреждение

неисправностей путем своевременного выполнения контрольно-диагностических, крепежных, регулировочных и смазочно-очистительных работ.

Капитальный ремонт выполняется при пробеге 50000 км. [3]

1.6 Выводы и предложения

1. Компания ООО РЕМАВТО не занимается ремонтом блока цилиндров, шатунов и расточкой коленчатых валов.

2. Оборудование на предприятие устарело и нуждается в замене в целях повышения качества и производительности.

3. Анализ литературных источников и аналитика показала, что 25% всех ремонтов компании РЕМАВТО приходится на двигатели.

Основными мероприятиями являются:

- Оснастить предприятие современным оборудованием;
- Организовать участок для ремонта двигателей внутреннего сгорания;
- повысить квалификацию персонала.

Целью выпускной квалификационной работы является подбор современного оборудования и организация участка для ремонта двигателей внутреннего сгорания.

2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

2.1 Аналитический обзор

2.1.1 Конструктивные особенности и характеристика двигателей КамАЗ

Конструкция дизельного двигателя КамАЗ-740 по сравнению с существующими дизельными двигателями обладает рядом преимуществ. Он имеет малую массу, небольшие габаритные размеры (почти в два раза меньше, чем у двигателя ЯМЗ-238), большую мощность, высокую степень сжатия, частоту вращения и экономичность.

Цилиндры двигателя расположены в два ряда с углом развала между ними 90 °. Двухрядное расположение цилиндров с большим углом их наклона позволило сократить габариты двигателя.

Таблица 2.1 – Техническая характеристика дизельных двигателей

Параметры	КАМАЗ-740	ЯМЗ-238
Количество цилиндров, шт	8	8
Диаметр цилиндра, мм	120	130
Ход поршня, мм	120	140
Рабочий объем цилиндра, л	10,85	14,86
Степень сжатия	17	16,5
Номинальная мощность, кВт	154,4	176,5
Частота вращения коленчатого вала при номинальной мощности, мин^{-1}	2600	2100
Максимальный крутящий момент, Н*м	637	883
Частота вращения коленчатого вала при наибольшем крутящем моменте, мин^{-1}	1700	1500
Порядок работы цилиндров	1542-6378	1542-6378
Удельный расход топлива, г/кВт	121	120
Масса сухого двигателя, кг	750	1010
Охлаждение	жидкостное	жидкостное
Габаритные размеры (длина, ширина, высота), мм	1100x880x1093	1577x1008x1162

Пространство в развале между цилиндрами используется для размещения распределительного вала, привода к клапанам, топливного насоса высокого давления, насоса гидроусилителя рулевого управления, компрессора для подачи сжатого воздуха в тормозную систему автомобиля.

В выпускном коллекторе установлены подвижные заслонки, позволяющие перекрывать выход отработавших газов или воздуха при отключении подачи топлива.

Такая конструкция позволяет использовать компрессию двигателя при торможении автомобиля вспомогательных тормозов на спусках в холмистой и горной местностях. Установка в тормозной системе вспомогательного тормоза значительно снижает нагрузку на тормозные механизмы автомобиля и увеличивает срок их службы.

По своим техническим данным отечественный дизельный двигатель КамАЗ-740 не уступает уровню лучших мировых образцов. Сравнительная техническая характеристика отечественных дизельных двигателей приведена в таблице 2.1. [6]

2.1.2 Неисправности двигателей КамАЗ

Основными неисправностями двигателя могут быть следующие:

- уменьшение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и масла;
- повышение дымности отработавших газов; уменьшение давления масла в системе двигателя;
- неустойчивая работа двигателя на холостом ходу; работа двигателя с перебоями или перегревом; глухие стуки в подшипниках коленчатого вала; заклинивание коленчатого вала;
- звонкие стуки деталей газораспределительного механизма;
- подтекание жидкости в соединениях системы охлаждения.

Возможные неисправности двигателей КамАЗ-740, причины их возникновения и рекомендуемые способы их устранения представлены в таблица 2.2.

Неисправности двигателя обуславливаются неисправностями шатунно-кривошипного и газораспределительного механизмов. Признаками неисправностей указанных механизмов являются глухие ритмичные стуки в нижней части картера двигателя и звонкие стуки в головках цилиндров.

Для шатунно-кривошипного механизма наиболее характерными являются износ шеек коленчатого вала и его подшипников.

Кроме того, может быть проворот вкладышей и заклинивание коленчатого вала из-за закоксовывания масляных каналов в шейках коленчатого вала, обрыв шатунов и шатунных болтов, износ поршневых колец и гильз цилиндров, кавитационный износ трех отверстий для прохода охлаждающей жидкости «Тосол» в головках цилиндров под воздействием ударных колебаний.

Износ поршневых колец и внутренних поверхностей гильз цилиндров, а также пригорание колец в канавках поршней приводят к снижению компрессии и уменьшению мощности двигателя. Признаками этих неисправностей являются повышенная дымность отработавших газов, а также увеличенный расход топлива и масла.

Таблица 2.2 – Основные неисправности двигателей КамАЗ-740

Внешние проявления неисправностей	Влияние неисправностей на работу агрегата	Возможная неисправность сопряжения или дефект детали	Вид ремонта	Способ устранения неисправности
Стук в средней части блока двигателя	Уменьшение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и масла, повышенное дымление отработанных газов	Пригорание колец в канавках поршней; износ поршневых колец, гильз цилиндров, поршней, деталей газораспределительного механизма	КР	Разобрать двигатель, заменить или восстановить детали

Продолжение таблицы 2.2

Стук в нижней части картера двигателя глухого тона, изменяющийся с изменением частоты вращения коленчатого вала	Уменьшение давления в масляной магистрали двигателя	Износ коренных подшипников; износ шатунных подшипников; применение не рекомендуемого сорта смазки	КР	Восстановить или заменить коленчатый вал, заменить масло
		Износ упорных колец коленчатого вала	КР	Заменить упорные колбца
Резкий звонкий двойной стук в средней части картера двигателя	Уменьшение мощности двигателя, уменьшение скорости движения автомобиля	Износ пальца в бобышках поршня, износ верхней втулки шатуна	КР	Заменить втулки шатуна
Стук похожий на детонацию	Ранний впрыск топлива в цилиндр	Разрегулировка муфты опережения впрыска топлива	ТР	Отрегулировать муфту
Звонкий стук в головке цилиндра	Уменьшение мощности двигателя	Стук клапанов о коромысло, большой тепловой зазор между клапаном и носком коромысла	ТР	Отрегулировать тепловой зазор регулировочным винтом
Глухой стук в головке цилиндра	Удары поршня о клапан выводят поршень из строя	Заедание клапана во втулке, поломка клапанных пружин	ТР	Разобрать, заменить детали
Показатель давления масла показывает давление более 0,5 МПа	Заедание редукционного клапана системы смазки с главной магистрали, недостаточная очистка масла от загрязнений	Поломка деталей клапана, засорение фильтрующих элементов полнопоточного масляного фильтра	ТР	Разобрать, заменить деталь
Включается лампочка индикатора указателя температуры охлаждающей жидкости	Не работает гидромурфта или водяной насос	Неисправен включатель гидромурфты, проскальзывают ремни привода водяного насоса, поломаны его детали	КР	Поставить рычаг включения в положение «В» отремонтировать включатель и водяной насос

Звонкие стуки, возникающие при изменении подачи топлива с увеличением нагрузки на двигатель, являются следствием износа втулок верхней головки шатунов, пальцев и бобышек поршня.

Глухие стуки, появляющиеся при резкой подаче топлива на холостом ходу двигателя, свидетельствуют об увеличении зазора между коренными и шатунными шейками коленчатого вала и вкладышами подшипников. Это происходит в результате износа антифрикционного слоя вкладышей и шеек коленчатого вала.

Уменьшение мощности и перебои в работе двигателя свидетельствуют об износе деталей газораспределительного механизма. Это является следствием неплотного закрытия гнезд клапанов и увеличенных зазоров между стержнями клапанов и носками коромысел, что приводит к характерному металлическому стуку.

Глухой металлический стук на холостом ходу и усиление его при увеличении подачи топлива являются признаком поломки клапанных пружин или заедания клапанов.

Восстановление деталей шатунно-кривошипного и газораспределительного механизмов производится при капитальном или углубленном текущем ремонте двигателей.

Перегрев двигателя и нарушение теплового режима происходят вследствие следующих неисправностей системы охлаждения: понижения уровня охлаждающей жидкости в системе, ослабления натяжения приводных ремней, засорения трубок радиатора, а также неисправности в работе гидромуфты.

Увеличение дымности отработавших газов со специфическим синеватым оттенком при выходе их из глушителя и падение давления масла являются следствием неисправности системы смазки.

Важное значение имеют применение масла рекомендуемого сорта и поддержание нормального уровня его в картере. Уменьшение уровня масла приводит к уменьшению подачи его к трущимся поверхностям деталей. При

большом уровне масло забрызгивается в камеру сгорания и сгорает в ней, выделяя дым характерного синего цвета. Неисправности системы смазки, засорение масляных фильтров и маслопроводов приводят к преждевременному износу всех деталей шатунно-кривошипного и газораспределительного механизмов. [6]

2.1.3 Текущий ремонт двигателей КамАЗ

Текущий ремонт двигателя производится путем его разборки, замены или восстановления деталей и устранения неисправностей.

При текущем ремонте двигателя допускается замена следующих деталей: поршневых колец, поршневых пальцев, тонкостенных вкладышей коренных и шатунных подшипников, прокладки головки блока. Неисправности устраняются выполнением слесарно-механических работ. Шатуны в случае изгиба или скручивания правятся после закрепления их в приспособлении с индикаторами путем деформации с помощью ломика или захвата.

Прилегание клапанов к их седлам восстанавливается путем притирки рабочих фасок клапанов к их седлам. При большом износе фасок клапанов и их гнезд производится предварительная шлифовка седел и фасок клапанов конусными абразивными кругами с использованием шлифовального приспособления. После шлифования фасок клапанных гнезд клапаны притираются при помощи ручной пневматической дрели абразивной пастой до образования фасок на рабочей поверхности гнезда и клапана шириной не менее 1,5 мм. Фаски должны иметь матовую поверхность по всей окружности и обеспечивать герметичность прилегания клапана к седлу. [7]

2.1.4 Последовательность капитального ремонта двигателя

Перед проведением капитального ремонта двигателя автомобиля выполняют его полную разборку, после чего все детали моют и дефектуют. Это является обязательным условием для обеспечения высокого качества результата ремонта ДВС, так как продукты износа и части поврежденных деталей могут попасть в рубашку охлаждения или перекрыть масляный канал, что приведет к повторному выходу из строя отремонтированного двигателя. Схема технологического процесса ремонта двигателя представлена в приложении А.

Блок цилиндров перед началом ремонта проверяют в специальной опрессовочной ванне на наличие скрытых трещин. Выявленные неглубокие повреждения ремонтируемого двигателя автомобиля сначала рассверливают до основания при помощи фрезы, после чего проваривают металлом. С помощью сварки заделывают и пробитые шатуном отверстия в блоке ремонтируемого ДВС, а также восстанавливают поврежденные перегородки между цилиндрами. Стоит отметить, что блоки из алюминия и алюминиевых сплавов варить легче, чем чугунные, так как у них более низкая температура плавления. Отверстия в блоках из чугуна устраняют при помощи чугунных заплаток.

Расточка блока цилиндров.

Изношенные или поврежденные стенки цилиндров растачивают до ремонтного размера и используют поршни и поршневые кольца большего диаметра. Но такой способ ремонта ДВС применим только для моторов, завод-изготовитель которых при конструировании сделал запас, позволяющий выполнить расточку блока цилиндров.

В гильзованных блоках цилиндров гильзы выпрессовывают и устанавливают новые. Ремонт ДВС, для которых производитель этого не предусмотрел, выполняется следующим образом: сначала необходимо расточить цилиндр, а далее запрессовать чугунную гильзу с диаметром под

стандартный поршень для каждого отсека. В случае если блок цилиндров ремонтируемого двигателя автомобиля изготовлен из алюминиевого сплава и имеет небольшую толщину стенок между цилиндрами, то чугунная гильза еще и усиливает конструкцию.

Деформированные при перегреве поверхности блока и головки шлифуют на станке, прокладку при этом подбирают такой толщины, чтобы не изменилась степень сжатия.

Коленчатый вал.

Поврежденные постели коленвала ремонтируемого двигателя автомобиля восстанавливают обработкой на горизонтально-хонинговальном станке. При этом снимают очень тонкий слой металла и обеспечивают идеально ровную ось вращения, что является очень важным условием, так как в противном случае на вал будут действовать неравномерные нагрузки, которые могут привести к его заклиниванию или поломке и полному отказе отремонтированного ДВС.

Дефектовку коленчатого вала проводят как визуальным осмотром и измерениями, так и с помощью различных технических средств. Довольно интересным методом проверки коленвала является магнитная дефектоскопия:

1. коленчатый вал устанавливают на две опоры с обмотками разных полярностей;
2. на поверхность наносят специальное масло;
3. после коленвал посыпают металлическим порошком.

Магнитное поле, которое создается при прохождении тока через вал, позволяет обнаружить скрытые трещины вала, т.к. над ними характерно выстраиваются частицы порошка.

Обнаруженные неглубокие повреждения на шейках устраняют шлифовкой коленвала, при этом для ремонтируемого ДВС подбирают вкладыши необходимых размеров. Если оригинальных ремонтных деталей

нет, то их заменяют на неоригинальные, а иногда изготавливают самостоятельно под требуемые размер.

При ремонте двигателя автомобиля изгибы коленчатого вала правят на специальном прессовом оборудовании. При большом износе шеек на них наваривают ленту, изготовленную из высокопрочного сплава, после чего коленвал шлифуют под размер вкладышей. В такой же способ восстанавливают поврежденные от выработки поверхности под сальниками. Во время ремонта ДВС восстановлению подлежат также и сломанные шпоночные соединения.

Описанный метод не применяют для коленчатых валов дизелей, т.к. они работают при более высоких нагрузках, которые приходятся на детали кривошипно-шатунного механизма. Покупать новый коленвал придется только в случае наличия на нем больших трещин.

Поршневая группа

При капитальном ремонте двигателя автомобиля замена поршней может быть необязательной, если остаточная толщина их стенок и днища позволяет выполнить восстановление. Однако производители поршней не предоставляют ремонтных размеров и предприятия, которые специализируются на ремонте ДВС, могут рассчитывать только на свой личный опыт.

На поврежденном от удара о клапан днище поршня делают цековки. Если не удастся найти кольца подходящего размера для поршня ремонтируемого двигателя автомобиля, то под них немного растачивают канавки.

Не заменяя поршней, на прессовом станке выравнивают и сами шатуны, а под поршневой палец устанавливают новую втулку.

ГБЦ.

Проверку головки блока цилиндров (ГБЦ) выполняют так же, как и самого блока – в опрессовочной ванне. Для того чтобы расширились скрытые трещины, в нее наливают горячую воду, после чего закрывают все

технологические отверстия и под избыточным давлением подают воздух в рубашку охлаждения. В случае наличия трещин в соответствующем месте будет видно пузырьки воздуха.

Восстановление ГБЦ, как и блока цилиндров, выполняют при помощи сварки. После чего вновь проводится проверка головки блока ремонтируемого ДВС в опрессовочной ванне.

Другие возможные технологические операции при капитальном ремонте двигателя автомобиля:

1. Направляющие втулки клапанов меняют на ремонтные (если такие есть) или изготавливают самостоятельно.

2. Чрезмерно изношенные седла клапанов растачивают, а на их место запрессовывают новые.

3. Изогнутые распредвалы выравнивают на прессовом станке. Как правило, трещин на них не бывает.

4. Постели, как и в блоке цилиндров, растачивают на специальном станке. После чего на опорные поверхности валов наваривают ленты металла и выполняют шлифовку.

Разработанные за долгое время технологии ремонта позволяют восстановить практически любой двигатель с повреждениями самой разной сложности. [8]

2.1.5 Обкатка и испытание двигателя КАМАЗ

Основное назначение обкатки двигателя КАМАЗ – обеспечить притирку между собой (приработку) всех трущихся деталей силового агрегата. Такая операция обязательно должна выполняться после приобретения нового мотора или замене ряда деталей в ходе проведения капитального ремонта:

- коленвала или блока;
- распредвала;

- гильз и поршней;
- поршневых колец и т.д.

В процессе обкатки двигателя КАМАЗ нагрузка должна повышаться постепенно – до 75% от номинальной мощности.

Обкатка нового двигателя КАМАЗ

Обкатка нового двигателя КАМАЗ осуществляется после проверки наличия в соответствующих системах охлаждающей жидкости, масла и дизельного топлива. В обязательном порядке следует убедиться в отсутствии внешних повреждений на поверхности изделия.

В процессе холодной обкатки проверяется герметичность всех соединений, отсутствие подтеканий масла, топлива и ОЖ, правильность подачи масла к деталям и узлам силового агрегата. Выявленные недостатки устраняются.

Следующий этап – горячая обкатка. Здесь постепенно происходит повышение температуры масла в картере и антифриза на выходе из рубашки охлаждения.

Завершается подготовка нового двигателя к эксплуатации проведением обкатки под постепенно возрастающей нагрузкой.

Обкатка двигателя КАМАЗ после капитального ремонта

После завершения капремонта, независимо от экологического стандарта Евро, в обязательном порядке осуществляется обкатка двигателя КАМАЗ. Это мероприятие, а также последующие испытания, проводимые по окончании проведения ремонтных работ, осуществляется на специализированном стенде.

Предусмотрено три последовательно выполняемых операции обкатка: Первая – холодная. Предусмотрен следующий режим работы:

- в течение 2-х минут поддерживается частота вращения коленвала в 600 оборотов;
- в течение 3-х минут – 800 оборотов;
- в течение 5 минут, последовательно – 1000, 1200, 1400 оборотов.

Второй – горячая обкатка без подачи нагрузки на силовой агрегат. В зависимости от типа исследуемого двигателя продолжается его работа на стенде при постепенном увеличении скорости вращения. Обороты повышаются от 1400 до 2600. Общее время – около 1 ч. 30 мин.

Третий – горячая обкатка с подачей нагрузки. Среднее время – 30 минут, под нагрузкой происходит также постепенное увеличение оборотов от 1000 до 2400.

Технологически правильное выполнение полноценной обкатки двигателей КАМАЗ во всех трех предусмотренных режимах дает возможность убедиться в качестве проведенных ремонтных работ. Проверенный мотор можно смело устанавливать на автомобиль, при этом обкатка на ходу не требуется. Особое внимание в процессе обкатки нового двигателя автомобилей КАМАЗ на стенде обращается на отсутствие резких стуков и шумов.

Таким образом, выполнение полноценной обкатки двигателя КАМАЗ на стенде обеспечивает экономию времени, материальных средств и защищает от возможных простоев на производстве. [9]

2.1.6 Конструкция коленчатого вала

Коленчатый вал — деталь (или узел деталей в случае составного вала) сложной формы, имеющая шейки для крепления шатунов, от которых воспринимает усилия и преобразует их в крутящий момент. Составная часть кривошипно-шатунного механизма (КШМ).

Основные элементы коленчатого вала (рис. 2.1)

Коренная шейка - опора вала, лежащая в коренном подшипнике, размещённом в картере двигателя.

Шатунная шейка - опора, при помощи которой вал связывается с шатунами (для смазки шатунных подшипников имеются масляные каналы).

Щёки - связывают коренные и шатунные шейки.

Передняя выходная часть вала (носок) - часть вала, на которой крепится зубчатое колесо или шкив отбора мощности для привода газораспределительного механизма (ГРМ) и различных вспомогательных узлов, систем и агрегатов.

Задняя выходная часть вала (хвостовик) - часть вала, соединяющаяся с маховиком или массивной шестерней отбора основной части мощности.

Противовесы — обеспечивают разгрузку коренных подшипников от центробежных сил инерции первого порядка неуравновешенных масс кривошипа и нижней части шатуна. [10]



Рисунок 2.1 – Составные части коленчатого вала

2.1.7 Материал и способы получения заготовок для коленчатых валов

Коленчатые валы изготавливают из углеродистых, хромомарганцевых, хромоникельмолибденовых, и других сталей, а также из специальных высокопрочных чугунов. Наибольшее применение находят, стали марок 45,

45Х, 45Г2, 50Г, а для тяжело нагруженных коленчатых валов дизелей-40ХНМА, 18ХНВА и др.

Заготовки стальных коленчатых валов средних размеров в крупносерийном и массовом производстве изготавливают ковкой в закрытых штампах на молотах или прессах при этом процесс получения заготовки проходит несколько операций. После предварительной и окончательнойковки коленчатого вала в штампах производят обрезку облоя на обрезном прессе и горячую правку в штампе под молотом.

В связи с высокими требованиями механической прочности вала большое значение имеет расположение волокон материала при получении заготовки во избежание их перерезания при последующей механической обработке. Для этого применяют штампы со специальными гибочными ручьями. После штамповки перед механической обработкой, заготовки валов подвергают термической обработке - нормализация - и затем очистке от окалины травлением или обработкой на дробеметной машине.

Литые заготовки коленчатых валов изготавливают обычно из высокопрочного чугуна, модифицированного магнием. Полученные методом прецизионного литья (в оболочковых формах) валы по сравнению со “штампованными” имеют ряд преимуществ, в том числе высокий коэффициент использования металла. В литых заготовках можно получить ряд внутренних полостей при отливке.

Припуск на обработку шеек чугунных валов составляет не более 2,5 мм на сторону при отклонениях по 5-7-му классам точности. Меньшее колебание припуска и меньшая начальная неуравновешенность благоприятно сказываются на эксплуатации инструмента и “оборудования” особенно в автоматизированном производстве.

Коленчатые валы отливают в оболочковые формы в горизонтальном положении. Если в одной форме отливают два вала, заливку металла производят через общий литник.

Правку валов производят после нормализации в горячем состоянии в штампе на прессе после выемки заготовки из печи без дополнительного подогрева. [10]

2.1.8 Дефектовка коленчатых валов

Если блок цилиндров является базой автомобиля, то коленчатый вал выполняет другую важнейшую функцию, а именно преобразует возвратно поступательное движение поршня в круговое движение, что позволяет снимать с него полезную мощность. В случае, когда коленвал выходит из строя, необходима полная разборка двигателя для ремонта. Иногда поломка коленвала приводит к тяжелым последствиям, вплоть до разрушения двигателя. Правильная дефектовка состояния коленчатого вала помогает качественно произвести ремонт и дает возможность дальнейшей его эксплуатации.

Возникающие неисправности:

1. Износ, задиры и трещины на коренных и шатунных шейках коленчатого вала

причинами возникновения неисправностей являются:

- недостаточное давление масла или его низкий уровень в картере;
- снижение вязкости масла, в связи с попаданием в него топлива или сильного перегрева;
- некачественное масло или засоренный масляный фильтр;
- эксплуатация двигателя на грязном масле.

Износ коленвала проверяется, путем замирения коренных и шатунных шеек. При необходимости, шлифуются коренные и шатунные шейки в ремонтный размер под установку ремонтных вкладышей. Иногда требуется замена вала. В обязательном порядке необходимо прочистить, промыть и продуть масляные каналы блока цилиндров и коленчатого вала, а также

устранить причину, по которой возникла неисправность. При наличии трещин коленчатый вал ремонту не подлежит.

2. Царапины и естественный износ поверхности шеек коленвала.

Причинами возникновения неисправностей являются:

- Длительный срок службы (большой пробег автомобиля);
- Попадание посторонних частиц в моторное масло.

Для диагностики необходимо произвести проверку на износ каждой шейки при помощи микрометра, проверить эллипсность и конусность каждой шейки в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Если полученный результат не укладывается в пределы допуска, вал шлифуется в следующий ремонтный размер.

3. Прогиб (биение) коленчатого вала

Причинами возникновения неисправностей являются:

- гидроудар;
- работа двигателя на разрушенных вкладышах при отсутствии давления масла.

Для диагностики коленчатый вал проверяют на призмах при помощи стрелочного индикатора. Изгиб не должен превышать 0.05 мм. При необходимости производится правка коленчатого вала. Правка осуществляется на прессах или специальном оборудовании.

4. Большой износ торцевой поверхности под упорные полукольца коленчатого вала

Причины возникновения неисправностей:

- неправильная эксплуатация (длительная работа двигателя с выжатым сцеплением);
- движение с не полностью выключенным сцеплением;
- неисправность привода выключения сцепления.

Ремонт торцевой поверхности осуществляется путем обработки упорных фланцев коленвала в ремонтный размер с дальнейшей установкой упорных полуколец ремонтного размера.

5. Разрушение шпоночных пазов и разрушение резьбы в крепежных отверстиях.

Причинами возникновения неисправностей являются:

- биение шкивов;
- неправильная затяжка шкивов и маховиков;
- последствия механического воздействия (авария).

Методы устранения:

Замена коленчатого вала. В отдельных случаях возможно прорезание нового шпон-паза. В случае повреждения резьбы иногда возможно нарезание резьбы большего диаметра. [11]

2.1.9 Технологический процесс восстановления коленчатых валов

Технологический процесс восстановления коленчатых валов включает следующие операции: мойку, разборку и дефектовку, правку коленчатого вала на прессе (при необходимости), наплавку, шлифование коренных и шатунных шеек; контроль размеров коренных, шатунных шеек и радиуса кривошипа; полирование коренных и шатунных шеек и сборку коленчатого вала.

Разборка коленчатого вала включает следующие операции: снятие шестерни привода масляного насоса, переднего и заднего выносных противовесов; изъятие заглушек и втулок центробежной очистки масла и внутренних полостей масляных каналов коленчатого вала.

Правка коленчатого вала производится на прессе при наличии изгиба вала более 0,05 мм. Для правки вал устанавливается на призмы крайними коренными шейками, средняя шейка устанавливается под штоком гидравлического пресса таким образом, чтобы прогиб вала находился в верхней части (под штоком пресса). Контроль осуществляется с помощью индикаторного приспособления. На среднюю шейку устанавливается призма со сферическим углублением для предохранения от повреждения шейки

вала, и усилием пресса вал прогибается на величину, превышающую изгиб вала в 10 раз.

Наплавку шеек коленчатого вала производят на специальном станке AZ Spa CW-400. Производится наплавка в том случае если вал ремонтировался ранее в последний ремонтный размер или вал не имеет ремонтных размеров.. Технические характеристики наплавки представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики наплавки

	Шатунные шейки	Коренные шейки
Инструмент	Наплавочный мундштук	
Напряжение, В	30-36	
Сила тока, А	200-280	
Материал электрода	Проволока ПК-II	
Среда наплавки	АН-38А с 16% ферохрома и 2% графита	
N вала, об/мин	2,7	2,3
Шаг наплавки	4,0	

Шейки коленчатого вала шлифуются на кругло-шлифовальном станке 3Д4230. Режимы шлифовки коренных и шатунных шеек коленчатого вала приведены в таблице 2.4.

Порядок шлифования следующий. В первую очередь шлифуются коренные шейки после установки коленчатого вала в центрах станка. Во вторую очередь шлифуются шатунные шейки.

Для шлифования шатунных шеек коленчатый вал на станке устанавливается в центросместителях, обеспечивающих смещение оси вала на величину радиуса кривошипа, который имеет размер $(60 \pm 0,5)$ мм, и совмещение осей шатунных шеек с осью шпинделя станка. Шлифование начинается с первой шатунной шейки, для шлифования следующей шейки вал поворачивается на угол 90° .

В процессе шлифования шеек производится контроль их размеров и радиуса кривошипа.

Все коренные и шатунные шейки шлифуются под один ремонтный размер.

После шлифования шейки подвергаются полировке в течение 1 мин на полировальных станках полировальной лентой ЭБ220 или пастой ГОИ № 10.

Восстановленные коленчатые валы поступают на сборку.

Шестерни привода масляного насоса из-за ненадежного его крепления могут иметь следующие дефекты: обрыв шестерни, накрен на зубьях, выкрашивание зубьев. Шестерни, имеющие указанные выше дефекты, заменяются новыми.

Противовесы подвергаются осмотру на магнитном дефектоскопе и контролю жестким мерительным инструментом.

Противовесы, имеющие обломы или трещины, выбраковываются; имеющие износ отверстий под шейки вала восстанавливаются осталиванием (железнением). Изношенные пазы под шпонку завариваются электродуговой сваркой и фрезеруются новые.

Таблица 2.4 – Режимы шлифования коренных и шатунных шеек коленчатого вала

Обрабатываемые шейки	Операция	Характеристика шлифовального круга	Размер круга
Коренные	Предварительная	Э 5 40 Ст27К5	ПП 900X350X63
	Окончательная	Э 9А 25 Ст15К5	ПП 900X350X63
Шатунные	Предварительная	Э 5 40 Ст25К5	ПП 900X305X36
	Окончательная	Э 9А 25 Ст15К5	ПП 900X305X36

Замена вкладышей после восстановления коленчатого вала.

Вкладыши подшипников коленчатого вала и нижней головки шатуна сменные, тонкостенные, трехслойные, с рабочим слоем из свинцовистой бронзы. Верхний и нижний вкладыши коренного подшипника коленчатого вала невзаимозаменяемые. В верхнем вкладыше имеются отверстие для подвода масла и канавка для его распределения.

Камское объединение выпускает десять ремонтных размеров вкладышей. Это позволяет восстанавливать шейки коленчатого вала шлифованием под ремонтный размер. Обозначение вкладышей

соответствующей шейки, диаметр вала и диаметр постели в блоке цилиндров и шатуне нанесены на тыльной стороне вкладыша. Размеры шатунных и коренных шеек коленчатого вала представлены в таблице 2.5.

Размеры шеек коленчатого вала и гнезда в блоке цилиндров должны соответствовать ремонтным размерам вкладышей. Перед установкой коленчатого вала в блок цилиндров рабочая поверхность вкладышей коренных подшипников и коренные шейки коленчатого вала смазываются чистым дизельным маслом, упорные полукольца коленчатого вала устанавливаются в выточках задней коренной опоры так, чтобы стороны с канавками прилегали к упорным торцам вала. При правильной сборке подшипников вал должен свободно проворачиваться от усилия руки, а осевой зазор в упорном подшипнике должен быть 0,050—0,215 мм. Увеличение длины задней коренной шейки компенсируется подбором полуколец ремонтного размера. [12]

Таблица 2.5 – Ремонтные размеры шеек коленчатого вала и вкладышей двигателей КамАЗ-740

Шатунный подшипник			Коренной подшипник		
Диаметр, мм		Маркировка вкладыша	Диаметр, мм		Маркировка вкладыша
шейка коленчатого вала	постели шатуна		шейка коленчатого вала	постели блока	
79,5	85,0	740.104058	94,5	100,0	740.1005170
		P1 79,50-85,0			(1005171)
					P1 94,50-100,0
79,00	85,0	740.1004058	94,0	100,0	740.1005170
		P2 79,00-85,00			(1005171)
					P2 94,00-100,0
80,00	85,5	740.1004058	95,0	100,5	740.1005170
		P3 80,00-35,00			(1005171)
					P3 95,00-100,5
79,50	85,5	740.1004058	94,5	100,5	740.1005170

Продолжение таблицы 2.5

		P4 79,50-85,5			(1005171)
					P4 94,50-100,5
79,00	85,5	740.1004058	94,0	100,5	740.1005170
		P5 79,00-85,0			(1005171)
					P5 94,00-100,5
78,50	85,0	740.1004058	93,50	100,0	740.1005170
		P6 78,50-85,00			(1005171)
					P6 93,50-100,0
78,00	85,0	740.1004058	93,0	100,0	740.1005170
		P7 78,50-85,00			(1005171)
					P7 93,50-100,0

2.1.10 Сборка коленчатого вала и установка его в блок цилиндров

Коленчатый вал перед сборкой обдувается сжатым воздухом.

Сборка коленчатого вала производится в следующей последовательности. В полости масляных каналов шеек устанавливаются втулки центробежной очистки масла. Сверху каналы запрессовываются заглушками. После этого на коленчатый вал напрессовываются шестерни и противовесы. На носок коленчатого вала устанавливаются шестерня привода масляного насоса и передний выносной противовес, на хвостовике — распределительная шестерня в сборе с маслоотражателем и задний выносной противовес. Шестерни и противовесы на коленчатый вал напрессовываются при сборке. Перед напрессовкой они нагреваются до температуры 105 °С. Напрессовка шестерни производится до упора ее в буртик вала.

Коленчатый вал перед установкой в блок цилиндров балансируется динамически относительно оси крайних коренных шеек на балансировочной машине. Допустимая несбалансированность не должна превышать 80 г.

Дисбаланс устраняется удалением металла сверлением в противовесах, изготовленных за одно целое с валом.

Непосредственно перед установкой коленчатого вала в блок рабочая поверхность вкладышей коренных подшипников и коренные шейки вала смазываются чистым дизельным маслом. Размеры вкладышей коренных подшипников должны соответствовать размерам шеек коленчатого вала и гнездам в блоке цилиндров.

Упорные полукольца вала устанавливаются в выточку последней коренной опоры так, чтобы стороны с канавками прилегали к упорным торцам вала. Болты крепления крышек коренных подшипников предварительно затягиваются со стороны правого, а затем со стороны левого рядов цилиндров с моментом затяжки 90— 120 Н*м, а затем окончательно - с моментом затяжки 210— 235 Н*м.

Контроль затяжки шатунных болтов осуществляется по их удлинению. Удлинение шатунных болтов после затяжки подшипников должно быть 0,25—0,27 мм.

При правильной сборке подшипников коленчатый вал должен свободно проворачиваться от усилия руки, приложенного к установочным штифтам маховика. Осевой зазор в упорном подшипнике должен быть 0,05— 0,20 мм. [10]

2.2 Технологическая часть

2.2.1 Расчет годовой производственной программы

Расчет начинается с определения количества капитальных ремонтов, так как без них невозможно определить трудоемкость текущих ремонтов и технических обслуживаний. Расчеты выполнены для автомобилей КАМАЗ, МАЗ и ГАЗ, так как владельцы автомобилей именно этих марок чаще обращаются в РЕМАВТО для ремонта.

Количество капитальных ремонтов n_k определяется по формуле (2.1):

$$n_k = \frac{B_n \cdot N}{B_k} \quad (2.1)$$

Где: B_n –планируемая наработка;

B_k - периодичность до капитального ремонта; [4]

N - количество автомобилей данной марки

КАМАЗ:

$$n_k = \frac{50000 \cdot 40}{200000} = 10$$

Для других марок автомобилей проводим аналогичные расчеты:

МАЗ:

$$n_k = \frac{45000 \cdot 30}{160000} = 8,4$$

Поскольку количество ремонтов не может быть дробным, результат округляем до целых значений, при этом значение менее 0,75 отбрасываются, а большие округляются до 1.

$$n_k = 8$$

ГАЗ:

$$n_k = \frac{45000 \cdot 15}{100000} = 6,75$$

$$n_k = 7$$

Количество текущих ремонтов невозможно подсчитать, так как они не планируются и происходят неожиданно.

Количество ТО-2 определяется по формуле (2.2):

$$n_{ТО-2} = \frac{B_n \cdot N}{B_{ТО2}} - n_k \quad (2.2)$$

Где $B_{ТО2}$ - периодичность до ТО2

КАМАЗ:

$$n_{ТО-2} = \frac{50000 \cdot 40}{16000} - 10 = 115$$

МАЗ:

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{45000 \cdot 30}{24000} - 8 = 48,25$$

$$n_{\text{ТО-2}} = 48$$

ГАЗ:

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{45000 \cdot 15}{20000} - 7 = 26,75$$

$$n_{\text{ТО-2}} = 27$$

Количество ТО-1 определяется по формуле (2.3):

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{B_n \cdot N}{B_{\text{ТО-1}}} - n_k - n_{\text{ТО-2}} \quad (2.3)$$

Где: $B_{\text{ТО-1}}$ - периодичность ТО1

КАМАЗ:

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{50000 \cdot 40}{8000} - 10 - 115 = 125$$

МАЗ:

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{45000 \cdot 30}{8000} - 8 - 48 = 112,75$$

$$n_{\text{ТО-1}} = 113$$

ГАЗ:

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{45000 \cdot 15}{10000} - 7 - 27 = 33,5$$

$$n_{\text{ТО-1}} = 33$$

Рассчитанное количество технических обслуживаний автомобилей представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Число ремонтов и технических обслуживаний по маркам

Вид работ	Наименование и марка автомобиля	Количество автомобилей	Количество ремонтов или ТО, шт
Капитальный ремонт	КАМАЗ	40	10
	МАЗ	30	8
	ГАЗ	15	7
ТО-2	КАМАЗ	40	115
	МАЗ	30	48
	ГАЗ	15	27

Продолжение таблицы 2.6

ТО-1	КАМАЗ	40	125
	МАЗ	30	113
	ГАЗ	15	33

2.2.2 Расчет трудоемкости

Общая трудоемкость определяется на основе нормативной трудоемкости одного ремонта и обслуживания и их планового количества за год по формуле (2.4).

Трудоемкость капитального ремонта автомобиля, чел.-ч.:

$$T_{кр} = K_{кр} \cdot t_{кр} \quad (2.4)$$

Где: $K_{кр}$ – количество капитальных ремонтов, шт.;

$t_{кр}$ - трудоемкость одного капитального ремонта автомобиля, чел.-ч.

выбирается по таблице Г1 [4, с.190];

КАМАЗ:

$$T_{кр} = 10 \cdot 380 = 3800$$

МАЗ:

$$T_{кр} = 8 \cdot 306 = 2448$$

ГАЗ:

$$T_{кр} = 7 \cdot 249 = 1743$$

Текущий ремонт автомобилей не регламентируется определением пробегом и выполняется для обеспечения или восстановления их работоспособности.

ТР автомобилей проводят одновременно с очередным ТО-2, по этому их число не определяют, а суммарную трудоемкость находят по формуле (2.5):

$$T_T = \left(\frac{N_a \cdot B'_a \cdot q_T}{1000} \right) \cdot \Pi_{\text{дл}} \cdot \Pi_{\text{к}} \quad (2.5)$$

Где: N_a – количество машин одной марки, шт.;

B_a^r - планируемая годовая наработка автомобилей, тыс. км.;

q_T - суммарная удельная трудоемкость на текущий ремонт для автомобилей, чел.-ч/1000км., выбирается по таблице Г1 [4, с.190];

$П_{\text{ду}}$ - поправочный коэффициент, учитывающий категорию дорожных условий, выбирается по таблице В5 [4, с.189];

$П_{\text{к}}$ - поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия эксплуатации, выбирается по таблице В6 [4, с.189].

КАМАЗ:

$$T_T = \left(\frac{40 \cdot 50000 \cdot 10,5}{16000} \right) \cdot 1 \cdot 1,1 = 1443,75$$

МАЗ:

$$T_T = \left(\frac{30 \cdot 45000 \cdot 9,4}{24000} \right) \cdot 1 \cdot 1,1 = 581,6$$

ГАЗ:

$$T_T = \left(\frac{15 \cdot 45000 \cdot 5,9}{20000} \right) \cdot 1 \cdot 1,1 = 219$$

Трудоемкость ТО-2 автомобилей определяется по формуле (2.6):

$$T_{\text{ТО-2}} = K_{\text{ТО-2}} \cdot t_{\text{ТО-2}} \quad (2.6)$$

Где: $K_{\text{ТО-2}}$ - количество ТО-2, шт.;

$t_{\text{ТО-2}}$ - трудоемкость одного ТО-2, чел.-ч., выбирается по таблице Г9 [4, с.196];.

КАМАЗ:

$$T_{\text{ТО-2}} = 115 \cdot 14,7 = 1690,5$$

МАЗ:

$$T_{\text{ТО-2}} = 48 \cdot 13,8 = 662,4$$

ГАЗ:

$$T_{\text{ТО-2}} = 27 \cdot 9 = 243$$

Трудоемкость ТО-1 автомобилей определяется по формуле (2.7):

$$T_{TO-1} = K_{TO-1} \cdot t_{TO-1} \quad (2.7)$$

Где: K_{TO-1} - количество ТО-1, шт.;

t_{TO-1} - трудоемкость одного ТО-1, чел.-ч., выбирается по таблице Г9 [4, с.196];.

КАМАЗ:

$$T_{TO-1} = 125 \cdot 4,4 = 550$$

МАЗ:

$$T_{TO-1} = 113 \cdot 4,4 = 497,2$$

ГАЗ:

$$T_{TO-1} = 33 \cdot 2,7 = 89,1$$

Основная трудоемкость составляет 13967,5 чел.-ч.

Кроме работ по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей выполняются и другие работы, объем которых планируется в процентах к основной трудоемкости:

- Ремонт оборудования – 8%.(1117,4) чел-ч
- Восстановление и изготовление деталей – 5%.(698,3) чел-ч
- Прочие работы – 12%.(1676,1) чел-ч

Годовой план трудоемкости включает все виды работ, выполняемых в мастерском участке

Таблица 2.7 – Распределение годовой наработки по месяцам

Виды ремонтных работ	Общая трудоемкость работ	Распределение общей трудоемкости по месяцам											
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
КР	7991	460	530	790	873,6	831,8	520	480	500	780	883,6	831,8	510
ТР	2244,3	157	164	217	227	210	150	157	164	217	227	210	150

Продолжение таблицы 2.7

ТО-2	2595,9	186,3	196,3	256	246,3	236,6	176,3	186,3	196,3	256	246,3	236,6	176,3
ТО-1	1136,3	64,7	75,9	110,3	139,1	124,7	53,5	64,7	75,9	110,3	139,1	124,7	53,5
Ремонт оборудования	1117,4		279,3			279,3			279,3			279,3	
Восстановление и изготовление деталей	698,3			232,8				232,8				232,8	
Прочие работы	1676,1	279,35		279,35		279,35		279,35		279,35		279,35	
Всего		1147,3	1245,5	1885,4	1486	1961,7	899,8	1400,1	1215,5	1642,6	1496	2194,5	889,8

2.2.3 Составление графика загрузки участка

Выполняется на основании годового плана ремонтно-обслуживающих работ. При этом учитывается, что в участке выполняется не весь объем работ.

Далее следует определить необходимое количество рабочих на каждый месяц по видам работ – K_p

$$K_p = \frac{T}{\Phi_n} \quad (2.8)$$

где T – трудоемкость определенного вида работ в каждом месяце, чел.-ч [4]

Φ_n – номинальный месячный фонд времени рабочего при односменном режиме работы, ч. (суммарная трудоемкость за 12 месяцев 2420 часа).

Таблица 2.8 – Годовой фонд времени на 2019 год

Месяц	Часов	Месяц	Часов
Январь	170	Июль	230
Февраль	200	Август	210
Март	190	Сентябрь	210
Апрель	210	Октябрь	230
Май	180	Ноябрь	200
Июнь	170	Декабрь	220

2.2.4 Расчет количества рабочих по видам работ

Январь:

$$1. \text{ КР: } K_p = \frac{460}{170} = 3;$$

$$2. \text{ ТР: } K_p = \frac{157}{170} = 1;$$

$$3. \text{ ТО-2: } K_p = \frac{186,3}{170} = 1;$$

$$4. \text{ ТО-1: } K_p = \frac{64,7}{170} = 0;$$

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

$$7. \text{ Прочие работы: } K_p = \frac{279,35}{170} = 1.$$

$$8. \text{ Всего: } K_p = \frac{1147,3}{170} = 6$$

Февраль:

$$1. \text{ КР: } K_p = \frac{530}{200} = 2;$$

$$2. \text{ ТР: } K_p = \frac{164}{200} = 1;$$

$$3. \text{ ТО-2: } K_p = \frac{196,3}{200} = 1;$$

$$4. \text{ ТО-1: } K_p = \frac{75,9}{200} = 0;$$

5. Ремонт оборудования: $K_p = \frac{279,3}{200} = 1$;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: не проводится.

8. Всего: $K_p = \frac{1245,5}{200} = 6$

Март:

1. КР: $K_p = \frac{790}{190} = 4$;

2. ТР: $K_p = \frac{217}{190} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{256}{190} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{110,3}{190} = 0$;

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: $K_p = \frac{232,8}{190} = 1$;

7. Прочие работы: $K_p = \frac{279,35}{190} = 1$.

8. Всего: $K_p = \frac{1885,4}{190} = 10$

Апрель:

1. КР: $K_p = \frac{873,6}{210} = 4$;

2. ТР: $K_p = \frac{227}{210} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{246,3}{210} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{139,1}{210} = 0$;

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: не проводится.

8. Всего: $K_p = \frac{1486}{210} = 7$

Май:

1. КР: $K_p = \frac{831,8}{180} = 4$;

2. ТР: $K_p = \frac{210}{180} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{236,6}{180} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{124,7}{180} = 0$;

5. Ремонт оборудования: $K_p = \frac{279,35}{180} = 1$;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: $K_p = \frac{279,35}{180} = 1$.

8. Всего: $K_p = \frac{1961,7}{180} = 11$

Июнь:

1. КР: $K_p = \frac{520}{170} = 3$;

2. ТР: $K_p = \frac{150}{170} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{176,3}{170} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{53,5}{170} = 0$;

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: не проводится.

8. Всего: $K_p = \frac{899,8}{170} = 5$

Июль:

1. КР: $K_p = \frac{480}{230} = 2$;

2. ТР: $K_p = \frac{157}{230} = 0$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{186,3}{230} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{64,7}{230} = 0$;

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: $K_p = \frac{232,8}{230} = 1$;

7. Прочие работы: $K_p = \frac{279,35}{230} = 1$.

8. Всего: $K_p = \frac{1400,1}{230} = 6$

Август:

1. КР: $K_p = \frac{500}{210} = 2$;

2. ТР: $K_p = \frac{164}{210} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{196,3}{210} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{75,9}{210} = 0$;

5. Ремонт оборудования: $K_p = \frac{279,3}{210} = 1$;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: не проводится.

8. Всего: $K_p = \frac{1215,5}{210} = 6$

Сентябрь:

1. КР: $K_p = \frac{780}{210} = 3$;

2. ТР: $K_p = \frac{217}{210} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{256}{210} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{110,3}{210} = 0$;

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: не проводится.

8. Всего: $K_p = \frac{1642,6}{210} = 8$

Октябрь:

1. КР: $K_p = \frac{883,6}{230} = 4$;

2. ТР: $K_p = \frac{227}{230} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{246,3}{230} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{139,1}{230} = 0$;

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: не проводится.

8. Всего: $K_p = \frac{1496}{230} = 6$

Ноябрь:

1. КР: $K_p = \frac{831,8}{200} = 4$;

2. ТР: $K_p = \frac{210}{200} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{236,6}{200} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{124,7}{200} = 0$;

5. Ремонт оборудования: $K_p = \frac{279,3}{200} = 1$;

6. Восстановление и изготовление деталей: $K_p = \frac{232,8}{200} = 1$;

7. Прочие работы: $K_p = \frac{279,35}{200} = 1$.

8. Всего: $K_p = \frac{2194,5}{200} = 11$

Декабрь:

1. КР: $K_p = \frac{510}{220} = 2$;

2. ТР: $K_p = \frac{150}{220} = 1$;

3. ТО-2: $K_p = \frac{176,3}{220} = 1$;

4. ТО-1: $K_p = \frac{53,5}{220} = 0$;

5. Ремонт оборудования: не проводится;

6. Восстановление и изготовление деталей: не проводится;

7. Прочие работы: не проводится.

8. Всего: $K_p = \frac{889,8}{220} = 4$

Таблица 2.9 – Число рабочих по видам

Виды ремонтных работ	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
КР	3	2	4	4	4	3	2	2	3	4	4	2
ТР	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
ТО-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ТО-1												
Ремонт оборудования	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Восстановление и изготовление деталей	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Прочие работы	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Всего	6	6	10	7	11	5	6	6	8	6	11	4

2.2.5 Расчет численности производственных рабочих

Таблица 2.10 – Распределение годового объема работ по технологическим видам

Виды ремонтных работ	Общая трудоемкость	Распределение работы по технологическим видам, чел.-ч.			
		Слесарные		Станочные	
		%		%	
КР	7991	60	4794,6	40	3196,4
ТР	2244,3	65	1458,8	35	785,5
ТО-2	2595,9	100	2595,9	0	0
ТО-1	1136,3	100	1136,3	0	0
Ремонт оборудования	1117,4	70	782,2	30	335,2
Восстановление и изготовление деталей	698,3	0	0	100	698,3
Прочие работы	1676,1	60	1005,7	40	670,4
Всего			11773,5		5685,8

Производят в зависимости от объема соответствующих работ по формуле (2.9)

$$P = \frac{T_r}{\Phi}, \quad (2.9)$$

где: P – число рабочих какой-либо профессии, чел; [5]

T_r – годовая трудоемкость соответствующих работ, чел.-ч

Φ – годовой фонд времени рабочего данной профессии, ч.

При расчете числа рабочих различают списочный и явочный составы.

Списочный состав производственных рабочих $P_{сп}$ определяют по действительному фонду времени работы рабочих $\Phi_{др}$ по формуле (2.10):

Списочный состав

$$P_{сп} = \frac{T_r}{\Phi_{др}}, \quad (2.10)$$

Расчет:

Слесарь: $P_{сп} = \frac{11773,5}{2420} = 4,8 \approx 5$;

Станочник: $P_{сп} = \frac{5685,8}{2420} = 2,3 \approx 2$.

Списочный состав рабочих используют для расчета всего состава работающих на моторном участке, составу определяют количество рабочих мест на участке. Результаты расчета количества рабочих представлено в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Годовое количество производственных рабочих

Название профессий рабочих	Трудоёмкость по видам работ чел.-ч.	Количество рабочих	
		Списочное	
		Расчетное	Принятое
Слесари	11773,5	4,8	5
Станочники	5685,8	2,3	2

2.3 Конструкторская часть

2.3.1 Предлагаемая перепланировка моторного участка

На существующем моторном участке занимаются ремонтом двигателей внутреннего сгорания и восстановлением его изношенных частей, но отсутствие оборудования для диагностики и ремонта коленчатого вала ограничивает спектр ремонтных работ. Для полноценного ремонта двигателей предлагается сделать перепланировку моторного участка.

Участок ремонта двигателей предлагается разбить на три секции: участок разборки и сборки двигателей, обкаточный участок и наплавочную.

Участок ремонта агрегатов переделать в участок по ремонту коленчатых валов.

На механическом участке имеются по два вертикально-сверлильных и токарно-винторезных станка, так как расстановка оборудования не соответствует технике безопасности, предлагается убрать по одному и сделать перепланировку .

2.3.2 Предлагаемое оборудование

Так как оборудования компании РЕМАВТО не достаточно для диагностики и ремонта двигателя, предлагается приобрести оборудование, представленное в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Предлагаемое оборудование

Наименование	Марка	Количество,шт	Площадь, м ²	Цена,руб
Дефектоскоп	ВИД-345	1	-	164130
Индикатор часового типа	ЧИЗ 45735	1	-	1884
Пресс гидравлический для правки коленчатого вала	AZ Spa Cp-150	1	1,4	490000

Продолжение таблицы 2.12

Станок для шлифовки шеек коленчатого вала	ЗД4230	1	14,5	3470000
Балансировочный станок	БАЛКАР-1500	1	0,98	900000
Стенд для разборки/сборки двигателей	P-776E КРОН	1	2,5	112200
Станок для восстановления коленчатых валов	AZ Spa CW-400	1	5,74	2600000

2.3.3 Анализ станков для балансировки коленчатого вала

Одной из наиболее трудоемких операций выполняемых при капитальном ремонте двигателя является ремонт коленчатого вала. После выполнения ремонтных операций коленчатый вал необходимо подвергнуть балансировке. Балансировка повышает полезную мощность двигателя на 10% и ресурс его работы на 25...40%. Балансируется коленчатый вал на специализированном балансировочном станке.

На сегодняшний день существуют следующие станки для балансировки коленчатых валов:

БАЛКАР-1500. Система вибрационная балансировочная ВИБРОЛАБ станка БАЛКАР считает при помощи пьезоэлектрических датчиков и датчика угла поворота (либо лазерного отметчика оборота) характеристики колебаний опор от инерционных усилий, вызываемых дисбалансом приведенного во вращение на станке балансировочного изделия. На основе этих измерений рассчитываются значения и углы дисбалансов, корректирующие массы в одной, двух, трех или четырех произвольно заданных плоскостях коррекции изделия. Внешний вид станка представлен на рисунке 2.1. [13]

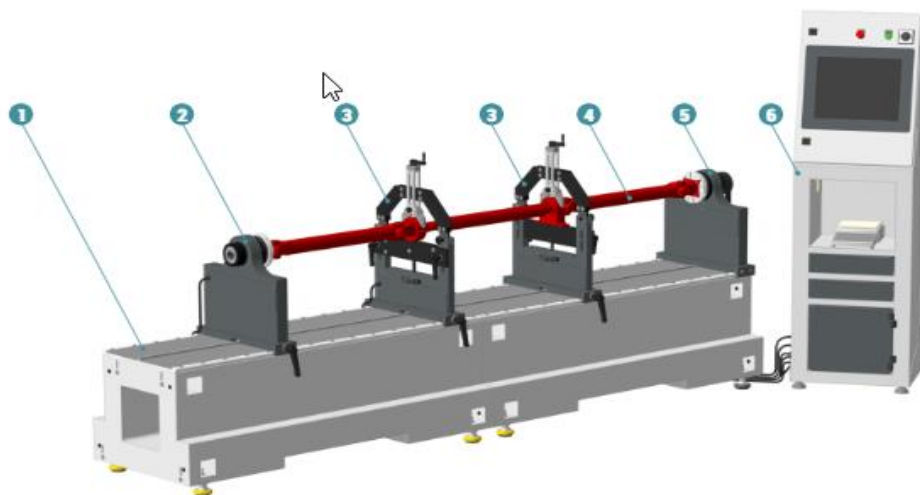


Рисунок 2.1 – Внешний вид станка БАЛКАР

1. Станина станка;
2. Подвижная шпиндельная опора;
3. Промежуточные опоры;
4. Балансируемое изделие;
5. Неподвижная шпиндельная опора;
6. Измерительно-управляющая система станка.

Таблица 2.13 – Технические характеристики БАЛКАР-1500

Габаритные размеры станка	1590x620x1180
Класс точности балансировки	G1 по ГОСТ ИСО 1940-1-2007
Масса изделия	0,15-150 кг
Количество опор и плоскостей измерения	2 шт., регулируемая по высоте
Масса станка с электрошкафом	1190 кг
Тип	Горизонтальный, дорезонансный, с жесткими опорами
Привод изделия	Ременный
Диаметр изделия максимальный	800 мм (над станиной)
Доворот изделия на угол коррекции	Ручной или автоматический
Требования к электрической сети	1 фаза, 220 В, 50 Гц, 10А, защитное заземление обязательно
Электропривод	Частотно-регулируемый асинхронный, 400-2000 об./мин, 2,2 кВт
Тормозной осевой привод	Опция
Датчик вибрации	Пьезоэлектрические датчики силы, встроенные в опоры
Фундамент под станок	Не требуется
Интерфейс пользователя	Цветной сенсорный монитор
Тип датчика фазы для ременного привода	Лазерный отметчик оборотов

Продолжение таблицы 2.13

Габаритные размеры электрошкафа	600x500x1400 мм
Защита от пыли и влаги	IP55

Высокоточные горизонтальные балансировочные станки серии БС-34 зарезонансного и дорезонансного типа для балансировки различных роторов массой от 200 г до 150 кг. Внешний вид станков серии БС-34 представлен на рисунка 2.2. [14]



Рисунок 2.2 – Балансировочные станки серии БС-34

Таблица 2.14 – Технические характеристики балансировочных станков серии БС-34

Параметры	БС-34-30Н	Бс-34-50Н	БС-34-100Н
Масса ротора, кг.	0,2-30	0,5-60	0,5-150
Максимальная нагрузка на одну опору, кг.	17	30	80
Диаметр балансируемых роторов (над станиной), мм.	До 600	25-800	
Диаметр балансируемых роторов (консольно над полом) мм.	До 900	До 1200	

Продолжение таблицы 2.14

Расстояние между серединами, опорных шеек ротора, мм	50-1000	80-1400	
Диаметр опорных шеек ротора, мм	10-90	12-150	
Максимально достижимый, остаточный дисбаланс, г х мм/кг	0,1	0,1	0,2
Частота вращения при балансировке, об/мин	150-3500		
Тип привода	Ременный, асинхронный, частотно регулируемый		
Мощность привода, кВт	0,55	0,75	1,1
Габариты станка	1150x980x790	1550x1100x850	
Напряжение питания, В/Фаз/Гц	380/3/50		

2.3.4 Описание разрабатываемого станка для балансировки коленчатых валов

Разработанная конструкция позволяет балансировать вал в разных режимах и убирать слой металла, не снимая коленчатый вал со станка, что упрощает технический процесс балансировки и ведет к большей производительности. Разработанный станок представлен в приложении Б.

Основой конструкции является станина 1, изготавливаемая из сортового проката. К станине крепятся два координатных стола (координатный стол балансировочного станка 7 и координатный стол сверлильного портала 10). По координатному столу 7 перемещаются две шпиндельные опоры 2 со встроенными пьезоэлектрическими датчиками, перемещение опор упрощают установку коленчатого вала на станок. К шпиндельным опорам крепятся фиксаторы осевого смещения 4. Так же к координатному столу 7 прикреплена неподвижная опора 8, к которой крепятся: электродвигатель 3 (АД 100S2) и ременный привод. Так как станок

универсальный предусмотрена система натяжения ремня, натяжение создается за счет натяжного ролика 9.

По координатному столу сверлильного портала 10 перемещается сверлильный станок 11 (JET JDP-8L-M) .

Общие затраты на сборку данной конструкции составят около 900 тысяч рублей, что в разы дешевле нежели у отечественных производителей.

2.3.5 Расчет по выбору электродвигателя

Определим момент $M_{\text{Э}}$ по формуле (2.11)

$$M_{\text{Э}} = M_{\text{H}} - M_{\text{K}} = M_{\text{H}} \cdot (1 - \eta) \quad (2.11)$$

M_{H} -нагрузочный момент,

M_{K} -момент, передаваемый карданным валом, с учетом к.п.д передач станда и коробок передач.

η -к.п.д. ременной передачи, ($\eta = 0,96$)

Нагрузочный крутящий момент принимают обычно в пределах 60-75% от максимального крутящего момента двигателя.

КАМАЗ-740 составляет 65 кГ/м· (650 Н/м)

Нагрузочный крутящий момент берем от двигателя КАМАЗ-740:

$$M_{\text{Э}} = M_{\text{H}} \cdot (1 - \eta) = 65 \times (1 - 0,96) = 2,6$$

Мощность электродвигателя определяется по формуле (2.12)

$$N_{\text{Э}} = 0.736 \cdot \frac{M_{\text{Э}} \cdot n}{716.2} \quad (2.12)$$

n-число оборотов в минуту.

$$N_{\text{Э}} = 0.736 \cdot \frac{2,6 \cdot 1500}{716.2} = 4 \text{ кВт}$$

Принимаем двигатель марки АД 100S2 мощностью 4 кВт и частотой вращения вала 3000 об/мин.

2.3.6 Определение минимального межосевого расстояния

Межосевое расстояние определяется по формуле (2.13)

$$a = 2 \cdot (D1 + D2) \quad (2.13)$$

Где, D1- диаметр шкива (принятый 90 мм);

D2 - диаметр шейки коленчатого вала (принятый 90 мм).

$$a_{\min} = 2 \cdot (90 + 90) = 360 \text{ мм}$$

2.3.7 Определение передаточного отношения

Передаточное отношение определяется по формуле (2.14)

$$i = \frac{D1}{D2} \quad (2.14)$$

$$i = \frac{90}{90} = 1$$

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Технологический процесс

В данной части рассчитываются затраты и сроки окупаемости на совершенствование моторного участка в условиях ООО РЕМАВТО.

Годовой объем работ:

$$T_r = T_1 + T_2 + \dots T_n$$

$$T_r = 1147,3 + 1245,5 + 1885,4 + 1486 + 1961,7 + 899,8 + 1400,1 + 1215,5 + 1642,6 + 1496 + 2194,5 + 889,8 = 17464,2$$

Общая стоимость приобретаемого оборудования указана в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Затраты на приобретаемое оборудование

Наименование	Количество	Цена за единицу (руб.)	Стоимость (руб.)
1. Дефектоскоп	1	164130	164130
2. Индикатор часового типа	1	1884	1884
3. Пресс гидравлический для правки коленчатых валов	1	490000	490000
4. Балансировочный станок	1	900000	900000
5. Стенд для разборки/сборки двигателей	1	112200	112200
6. Станок для восстановления шеей коленчатого вала	1	2600000	2600000
7. Инструментальный шкаф	1	15560	15560
8. Шлифовальный станок	1	3470000	3470000
Всего затрат, руб.			7753774

Амортизационные отчисления на полное восстановление технологического оборудования составляют 11%.

Капитальные затраты составляют 7753774 рубля, а амортизационные отчисления составляют 852915 рублей.

3.2 Расчет фонда оплаты труда

Расчет фонда оплаты труда приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Фонд оплаты труда

Должность	Кол-во	Должностной оклад	Отчисления во внебюджетные фонды	Месячный ФОТ	Годовой ФОТ
Слесарь	5	23000	6900	29900	1794000
Станочник	2	30000	9000	39000	936000
Всего	7	53000	15900	68900	2730000

Из данной таблицы видно, что общая численность на моторном участке - 7 человек, отчисления во внебюджетные фонды составляет 30%, годовой фонд оплаты труда равен 2730000 рублей.

3.3 Расчет производственных расходов

3.3.1 Затраты на силовую электроэнергию для оборудования

Затраты на силовую электроэнергию для оборудования, руб/год, рассчитывают по формуле (4.2):

$$Z_{с.э.э.} = T_p \cdot 12 \cdot C_{э.э.} \cdot N \cdot \eta \cdot M \text{ руб.}, \quad (4.2)$$

где: $T_p = 200$ - время работы электрооборудования в месяц, ч;

$C_{э.э.} = 3,21$ - стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, руб;

$N = 20\%$ - налог на добавленную стоимость;

$\eta = 0,65$ - коэффициент полезного действия оборудования;

$M = 39,1$ - средняя суммарная мощность оборудования, кВт;

$$Z_{\text{с.э.э.}} = 200 \cdot 12 \cdot 3,21 \cdot 0,2 \cdot 0,65 \cdot 39,1 = 39159 \text{ руб.}$$

3.3.2 Затраты на освещение

Определяют по формуле (4.3)

$$Z_{\text{осв}} = T_{\text{осв}} \cdot 12 \cdot A_{\text{П}} \cdot q \cdot C_{\text{э.э.}} \text{ руб.}, \quad (4.3)$$

где: $T_{\text{осв}} = 100$ - количество времени искусственного освещения, ч/месяц;

$A_{\text{П}} = 288$ - площадь освещаемой мастерской, м^2 ;

$q = 0,015$ - удельный расход электроэнергии на $\text{кВт} / \text{м}^2$;

$$Z_{\text{осв}} = 100 \cdot 12 \cdot 288 \cdot 0,015 \cdot 3,21 = 16640 \text{ руб.},$$

3.3.3 Расходы на текущий ремонт, руб, оборудования

На текущий ремонт оборудования принимают сумму в размере 5% от стоимости оборудования

$$P_{\text{об}} = 0,05 \cdot 7753774 = 387688 \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

3.3.4 Расчет затрат на воду

Затраты на воду для бытовых нужд определяются из расчета 50 литров в смену 70% работающих определяют по формуле (4.5)

$$Z_{\text{в}} = \frac{n \cdot 70\% \cdot V \cdot D_{\text{рз}}}{1000} \cdot C_{\text{в}} \text{ руб.}, \quad (4.5)$$

где: $n = 7$ - число основных рабочих, чел;

$C_{\text{в}} = 170$ - стоимость 1м^3 воды, руб;

$V = 50$ - объем потребляемой за смену воды, л;

$D_{\text{рз}} = 365$ - количество рабочих дней в году;

$$Z_e = \frac{7 \cdot 0,7 \cdot 50 \cdot 365}{1000} \cdot 170 = 15202 \text{ руб.},$$

3.3.5 Затраты на отопление

Затраты на отопление рассчитывают по формуле (4.6).

$$Z_{om} = \frac{V \cdot q \cdot (T_e - T_n) \cdot Z \cdot 24 \cdot K_n}{1000000} \cdot C_{om} \text{ руб.}, \quad (4.6)$$

где: $V = 288$ - строительный объем здания, м³;

$q = 0,45$ - удельная отопительная характеристика, ккал/м³;

$C_{om} = 932,7$ - стоимость отопления, Гкал/ руб;

$T_e = 20^\circ\text{C}$ - температура внутреннего воздуха отапливаемого

помещения;

$T_n = -24^\circ\text{C}$ - температура наружного воздуха;

$Z = 240$ - число дней отопительного сезона;

$K_n = 1,09$ - коэффициент учитывающий потери в теплосети.

$$Z_{om} = \frac{288 \cdot 0,45 \cdot (20 - (-24)) \cdot 240 \cdot 24 \cdot 1,09}{1000000} \cdot 932,7 = 33392 \text{ руб.}$$

3.3.6 Планируемые затраты на прочие расходы

Прочие расходы, принимают в размере 5% от суммы всех расходов

$$P_{np} = 0,05 \cdot (39159 + 16640 + 387688 + 15202 + 33392) = 24604 \text{ руб.} \quad (4,7)$$

3.4 Расчет годовых издержек

Таблица 3.3 – Калькуляция себестоимости

№ п/п	Статьи расходов	
1	Основная зарплата рабочих годовой	2100000
2	Амортизация оборудования	852915
3	Затраты на электроэнергию	16640
4	Затраты на силовую электроэнергию для оборудования	39159

Продолжение таблицы 3.3

5	Затраты на воду	15202
6	Затраты на отопление	23653
7	Затраты на ремонт оборудования	387688
8	Отчисление во внебюджетные фонды	630000
9	Прочие затраты	24604
Всего		4089861

3.5 Основные экономические показатели деятельности

Выручка от реализации услуг определяют по формуле

$$B = T_r \cdot Ц$$

T_r = годовой объем работ

Ц - цена реализации каждой работы

$$B = T_r \cdot (Ц_{ТО-1} + Ц_{ТО-2} + Ц_{ТР} + Ц_{РО} + Ц_{ВД} + Ц_{ПР})$$

Здесь цены показаны на 0,1%

$Ц_{ТО}$ - ТО-1 автомобилей, 15000=15 руб.

$Ц_{КПРТ}$ - ТО-2 автомобилей 30000=30 руб.,

$Ц_{АТО}$ - ТР автомобилей 20000=20 руб.,

$Ц_{КРК}$ - Кап рем автомобилей 190000=190 руб.,

$Ц_{РО}$ - Ремонт оборудования 15000=15 руб.,

$Ц_{ВД}$ - Восстановления деталей 12000=12 руб.,

$Ц_{ПР}$ - Прочие работы 10000=10 руб.,

$$B = 17459,3 \cdot (13 + 30 + 20 + 190 + 15 + 12 + 10) = 5063197 \text{ руб}$$

Выручка от реализации услуг составляет 5063197 рублей в год.

Рентабельность производства определяют по формуле:

$$P = \frac{Ц - С}{С} \cdot 100\% \tag{4.8}$$

где: Ц - цена реализации, руб;

С – себестоимость, 4089861 руб.

$$P = \frac{5063197 - 4089861}{4089861} \cdot 100\% = 24\% .$$

Валовая прибыль за год:

$$P_{вал} = Ц - С, \quad (4.9)$$

$$P_{вал} = 5063197 - 4089861 = 973336 \text{ руб.},$$

Чистая прибыль:

$$P_{чист} = P_{вал} - P_{вал} \cdot N, \quad (4.10)$$

$$P_{чист} = 973336 - 973336 \cdot 0,24 = 739735 \text{ руб.},$$

3.6 Оценка экономической эффективности

Срок окупаемости проекта рассчитывают по формуле (4.11):

$$T = \frac{K}{P_{чист}} \text{ лет}, \quad (4.11)$$

где K – суммарные инвестиции в проект 7753774 рублей;

$$T = \frac{7753774}{739735} = 10,5 \text{ лет.}$$

Все основные технико-экономические показатели показаны таблице

3.4.

Таблица 3.4 – Основные технико-экономические показатели

Наименование	Сумма, руб.
Выручка от реализации услуг	5063197
Ф.О.Т годовой	2730000
Себестоимость	4089861
Суммарные инвестиции в проект	7753774
Амортизационные отчисления	852915
Прибыль валовая	973336
Прибыль чистая	739735
Рентабельность	24%
Срок окупаемости	10,5 лет

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает участок ремонта двигателей внутреннего сгорания. В процессе работы на участке проводят слесарные и станочные операции. При работе используются балансировочный станок Балкар-1500, пресс гидравлический для правки коленчатых валов AZ Spa Ca-150 и шлифовальный станок ЗД4230.

Площадь участка 216 м². Ширина 12 метров, длина 18 метров, высота 6 метров. Стены кирпичные, намеренно окрашивают в белый цвет, четыре окна шириной 1,79 метра, высотой 1,17 метров, крыша шиферная.

Расстояния между верстаками, также станочным оборудованием выбраны в зависимости от их габаритных размеров и схемы расположения в соответствии с ОНТП-01-91. Под детали и узлы, снятые с автомобилей, установлены специальные стеллажи.

Для защиты от запыленности и загазованности на предприятии используется местная вентиляция.

Проектом предусмотрено отопление на поддержание в холодное время года температуры воздуха в рабочей зоне в пределах санитарно-гигиенических норм, установленных СН 4088-86. Отопление выполнено в виде тепловых завес на въездах и выездах из основного производственного корпуса, а также осуществляется отопление рабочих зон. Воздух подаваемый в холодное время должен иметь температуру не выше +25 и не ниже +16 градусов.

4.2 Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды

При анализе условий труда на участке по ремонту двигателей, выявлены следующие вредные и опасные факторы, присутствующие в проектируемом производственном помещении:

- Запыленность и загазованность;
- шум;
- опасность поражения электрическим током.

Наибольшим пылевыведением сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: зачистка, полирование, шлифование и др. Образующаяся при этом пыль на 30-40% по массе представляет материал абразивного круга и на 60-70%-материал обрабатываемого изделия. Интенсивность пылевыведения при этих видах обработки связана, в первую очередь, с величиной абразивного инструмента и некоторых технологических параметров резания.

4.2.1 Запыленность и загазованность

Для защиты от запыленности, применяют вентиляцию (местную). При ремонте на данном участке очень много вредных выделений в воздушную среду.

Местная вентиляция предназначена для удаления вредности непосредственно в местах их образования для предотвращения распространения их в воздухе всего производственного помещения, а также для уменьшения вредных выделений в воздушную среду.

Преимущество данного типа вентиляции в том, что отсос минимальных объемов воздуха с большим содержанием вредных примесей в нем предупреждает загрязнения воздуха всего помещения. На проектированном участке применяют местную вентиляцию в виде местных

отсосов. Скорость отсасывания воздуха – $0,5 \div 0,7$ м/с. Местный отсос представляет собой вытяжной зонт с гибким воздухоотводом. Перед выбросом воздуха в атмосферу применяют очистку его от пыли, для чего используют масляные фильтры, с эффективностью очистки 95-98 %.

Расчёт местной вентиляции: при проектировании выбирают её тип (зонт, вытяжной шкаф, бортовой отсос), исходя из особенностей источника вредных выделений и удобства обслуживания рабочего места.

При проектировании вытяжного зонта приводят схему его размещения над рабочим местом и указывают следующие размеры:

H – расстояние от поверхности рабочего места до приёмной части зонта, м;

h – длина оборудования, м

A – длина до приёмной части зонта, м

Определяется часовой объём вытяжки загрязнённого воздуха через зонт по формуле (4.1):

$$L_3 = V_3 \times F \times 3600, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.1)$$

где: F – площадь приёмной части зонта, м^2 определяется по формуле (4.2):

$$F = (0,8H+h)(0,8H+b) \quad (4.2)$$

где: b – ширина оборудования, м

$$F = (0,8 \times 0,5 + 5,6)(0,8 \times 0,5 + 2,6) = 18 \text{ м}^2$$

$$L_3 = 0,9 \times 18 \times 3600 = 58320 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При расчётной величине L_3 выбирается номер, тип, напор и т.д. вентилятора.

Вентилятор МЦ №7: $H = 30,7$ кг/ м^2 ; $n = 1500$ об /мин.; $\eta = 0,63$.

Определяем мощность электродвигателя для данного вентилятора по формуле (4.3):

$$P = L_3 \times H / 3600 \times 102 \times \eta_v \eta_n, \text{ кВт} \quad (4.3)$$

где: η_n – КПД передачи, равный 0,98

$$P = 11665 \times 30,7 / 3600 \times 102 \times 0,98 \times 0,63 = 2,2 \text{ кВт}$$

Средства индивидуальной защиты органов дыхания, такие как респираторы, должны защищать органы дыхания от пылевых аэрозолей с помощью фильтра. На данном участке применяем для защиты респираторы ШБ-1 “Лепесток”.

Для защиты глаз работающего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки.

Нормирование микроклимата на предприятии и участке ремонта коленчатого вала.

4.2.2 Микроклимат

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением и интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей.

Благоприятные микроклиматические условия на производстве являются важным фактором в обеспечении высокой производительности труда и в профилактике заболеваний. При несоблюдении гигиенических норм микроклимата снижается работоспособность человека, возрастает опасность возникновения травм и ряда заболеваний, в том числе профессиональных.

Параметры микроклимата определены в санитарных нормах и правилах СанПиН 2.2.4.548096. “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”.

Температура воздуха оказывает большое влияние на самочувствие человека и производительность труда. Высокая температура вызывает быструю утомляемость, перегрев организма, что ведет к снижению внимания, вялости. Низкая температура может вызвать переохлаждения организма и стать причиной простудных заболеваний.

Относительная влажность воздуха является оптимальной при 60÷40%.

При избыточной влажности затрудняется испарение влаги с поверхности кожи и легких, что может резко ухудшить состояние и снизить работоспособность человека. При пониженной относительной влажности воздуха (до 20 %) возникает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Оптимальные нормы микроклимата для участков ремонта (категория работ средней теплосети II б) следующие:

Фактическая.	При замере на участке
- температура 17 ÷ 20 ⁰ С;	17÷20 ⁰ С;
- относительная влажность 60 ÷ 40 %;	35÷50%;
- скорость движения воздуха 0,3 м/с;	0,35м/с;

В теплое время года:

- температура 20÷22 ⁰ С;	20÷22 ⁰ С;
- относительная влажность 60 ÷ 40 %;	35÷50%;
- скорость движения воздуха 0,4 м/с;	0,5м/с;

Таким образом данное помещение удовлетворяет требованиям СанПиН.

Одним из основных мероприятий по оптимизации параметров микроклимата и состава воздуха рабочей зоны является обеспечение надлежащего воздухообмена. Вентиляция может быть естественной и механической.

4.2.3 Электробезопасность

Мероприятие по защите обеспечивают недоступность токоведущих частей от случайного прикосновения, пониженное напряжение, заземление и зануление электроустановок; автоматическое отключение; индивидуальную защиту и т. д.

Ограждение токоведущих частей обычно предусматривается конструкцией электрооборудования, наличие этих ограждений в условиях эксплуатации является обязательным.

Пониженное напряжение применяют тогда, когда работающий имеет длительный контакт с корпусом этого оборудования.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических токоведущих частей электрического и технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением.

Защитное заземление обеспечивает снижение напряжения между оборудованием, оказавшимся под напряжением и землей до безопасной величины. Конструктивным элементом защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, проходящие в земле, и заземляющие проводники, соединяющее заземляемое оборудование с заземлителем.

Во время работы на станках большая вероятность поражения тока, поэтому все станки заземляют. Произведем расчет защитного заземления станков участка по ремонту коленчатых валов.

Допустимое сопротивление заземляющего устройства $R=5$ Ом

Удельное сопротивление грунта определяется по формуле (4.4):

$$\rho_{расч} = \rho_{изм} \cdot k \quad (4.4)$$

где $\rho_{изм} = 0,85 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ – измеренное удельное сопротивление грунта при $l=5$ м - длина электрода, $d=12$ см – наружный диаметр электрода, $h=0,8$ м – глубина заложения.

$k = 1,4$ – коэффициент учитывающий изменение удельного сопротивления грунта в течении года для I климатической зоны.

$$\rho_{расч} = 0,85 \cdot 10^4 \cdot 1,4 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см} = 1200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Сопротивление одиночного вертикального заземлителя определяем по формуле (4.5).

$$R_o = 0,366 \cdot p \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 1 \cdot 10^3}{d} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right) / 1 \quad (4.5)$$

$$R_o = 0,366 \cdot 120 \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^3}{12} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) / 5 = 18,4 \text{ Ом}$$

Количество заземлителей находим по формуле (4.6):

$$n = \frac{R_o}{R \cdot n_s} \quad (4.6)$$

где $n_s = 0,77$ – коэффициент использования электрода.

$$n = \frac{18,4}{5 \cdot 0,77} = 5$$

Определяем длину соединительной полосы по формуле (4.7):

$$L_{II} = 1,05 \cdot a \cdot n \quad (4.7)$$

где a – длина одиночного заземлителя

n – количество заземлителей.

$$L_{II} = 1,05 \cdot 5 \cdot 5 = 26,25 \text{ м}$$

Сопротивление растеканию тока с полосы без учета коэффициента использования находим по формуле (4.8):

$$R_{II} = 0,366 \cdot p \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 1_{II}^2}{b \cdot t} \right) / 1_{II} \quad (4.8)$$

$$R_{II} = 0,366 \cdot 120 \cdot \left(\lg \frac{26,25^2}{0,04 \cdot 0,8} \right) / 26,25 = 7,75 \text{ Ом}$$

Сечение соединительной полосы 40*4 мм.

Определяем коэффициент использования полосы:

$$n_{II} = 0,74$$

Находим сопротивление растеканию тока группового искусственного заземлителя по формуле (4.9):

$$R = \frac{R_{II} \cdot R_o}{R_{II} \cdot n_s \cdot n + n_{II} \cdot R_o} = R_{ГР} \quad (4.9)$$

$$R = \frac{7,75 \cdot 18,4}{7,75 \cdot 0,77 \cdot 5 + 0,74 \cdot 18,4} = R_{ГР} = 3,28 \text{ Ом} < 5 \text{ Ом} = R$$

Таким образом, необходимо заложить 5 прутков имеющихся размеров, соединив их полосой длиной 26,25 м, что обеспечит безопасные условия работы на станках.

4.2.4 Защита от шума в проектируемой предприятии

Источником шума на участке являются:

- Шлифовальный станок;
- Балансировочный станок;
- Кран-балка

Шум на производстве неблагоприятно воздействует на работающего, ослабляя внимание, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате чего ухудшается качество работы, повышается вероятность несчастных случаев, снижается производительность труда. Предусмотрены на предприятии защита от шума звукоизолирующей ограждающих конструкций, уплотнение притворов окон, дверей, ворот и устройством звука-изолированных кабин для персонала; установкой в помещениях на пути распространения шума звукопоглощающих конструкций и экранов, применением глушителей аэродинамического шума в двигателях внутреннего сгорания и компрессорах. Предусмотрено средства индивидуальной защиты от шума противозумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи.

4.3 Анализ опасных факторов произведенной среды

К опасным производственным факторам на проектируемом рабочем месте относятся:

- пожароопасность;
- механические опасности (движение автомобилей, работа на станках).

4.3.1 Техника безопасности при работе на станках

Пользоваться защитными козырьками и защитными очками.

Находиться по возможности дальше от зоны резания и вращающихся узлов, если по условиям работы их нельзя закрыть кожухами или щитками. Большую опасность представляют вращающиеся валы, оправки, борштанги с выступающими винтами, шпонками и другими деталями. Они способны захватывать одежду работающего у станка.

Нельзя укреплять детали системы охлаждения, дополнительно закреплять деталь, сметать стружку с детали, или с крепежных устройств, передавать какие-либо предметы над зоной резания, производить замеры.

Нельзя отвлекаться от наблюдения за работой станка

4.4 Охрана окружающей среды

Под методами охраны окружающей среды от загрязнения отходами, выбросами, сбросами организации мастерской понимают совокупность технических и организационных мероприятий, которые разрешают свести к минимуму или совсем исключить выбросы в биосферу как материальных, так и энергетических загрязнений.

Технические масла, по сравнению с другими органическими веществами, расходуется гораздо меньше, однако негативного влияния связанных с ними отходов на природу не следует преуменьшать, так как это наиболее распространенный источник техногенного загрязнения. Количество отработавших свой ресурс нефтепродуктов, выливаемых на грунт или в воду, на порядок больше того, что попадает в окружающую среду в результате аварий при добыче, транспортировке и переработке.

Виды переработки моторных масел:

1. Регенерация - Использованное масло восстанавливается путем очистки, служа основой для изготовления смазки. Данный цикл, именуемый

регенерацией, можно повторять многократно, и в этом заключается его преимущество.

2. Обезвоживание - Это очистка старого масла с последующим его использование исключительно как энергоносителя. Приготовленный в итоге материал сжигается, отапливая жилища или обеспечивая теплом промышленную деятельность. Эта операция разовая и не носит характер бесконечного воспроизводства, поэтому не такая прогрессивная. Вместе с тем она позволяет практически из ничего генерировать и сжигать ценное горючее вещество с низкой себестоимостью.

3. Крекинг – одна из наиболее продуктивных перерабатывающих операций. В результате изменения внутреннего строения вещества (а, следовательно, его физических характеристик) на выходе получаем 85 % первоначального количества сырья. Происходит это так. Специальный сосуд заполняется «отработкой», которая затем нагревается и перемешивается. В результате однородная масса перемещается в испаритель, где она сепарируется, а также обезвоживается при помощи вакуума и температуры +110 градусов, избавляясь от посторонних примесей. Образующиеся легкие летучие вещества конденсируются, сжижаясь до состояния бензина. Полученное масло в крекинг-котле в условиях вакуума и температуры +420 градусов разлагается с разрушением молекулярных структур и связей. Углеводородная субстанция облегчается, превращаясь в печное топливо. Одновременно из котла в виде отходов удаляют так и не распавшиеся высококипящие ингредиенты. В центробежном аппарате производится завершающий этап с удалением нефтешламов и адсорбцией. Печное топливо становится фильтрованным и готовым к применению.

Физико-химические методы утилизации отработанного масла

1. Коагуляция - вызывание и выпадение в осадок микроскопических мусорных крупиц, растворенных в маслянистой жидкости, с использованием целевых препаратов – коагулянтов. Ими служат определенные типы

электролитов и другие категории активных веществ, соединений и растворов, размешиваемых в отработанном машинном масле.

2. Адсорбционная очистка - Основана на возможности вещественных частиц собирать загрязняющие продукты посредством впитывающих гранул. Рабочим материалом для них служат естественные ископаемые – цеолит, глина, боксит, а также созданные учеными вещества, такие как силикагель, оксид алюминия, силумин и др.

Ионно-обменная очистка - представляет собой задержку инородных примесей, в растворенном виде распадающихся на ионы. Она реализуется контактно; отработанное масло перколяционно смешивается с частицами ионита величиной 0,3–2 мм во время прохождения масла через ионитовую колонну. В итоге происходит замещение ионов – подвижные «чистые» ионы в кристаллической решетке заменяются «грязными». Для регенерации функции ионитов достаточно прополоскать их растворителем, высушить и активировать 5 %-м раствором каустической соды.

4.5 Чрезвычайные ситуации на производстве

Существуют два основных направления минимизации вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий. Первое заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного потенциала современных технологических систем. В рамках этого направления осуществляется тщательный контроль эксплуатационных показателей всех технологических процессов объекта, позволяющий заранее выявить возможный аварийный участок, технические системы снабжаются защитными устройствами – средствами взрыва и пожарозащиты, электро и молниезащиты, и т. д.

Второе направление базируется на анализе возможного развития аварии и заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб гражданской обороны к действиям при Ч.С.

Учитывая, что одной из наиболее распространенных причин возникновения Ч.С. является пожар, рассмотрим мероприятия по его предупреждению и ликвидации. Определим степень огнестойкости здания, согласно СН и П 21-01-97 оно имеет степень огнестойкости II – то есть сооружение из трудно сгораемых и негорючих материалов. Затем устанавливаем категорию пожарной опасности объекта, исходя из технологического процесса и типа производства. Производство относится к пожароопасным и имеет категорию Г.

Здание должно быть оборудовано средствами сигнализации, а также средствами тушения пожаров. Для обеспечения быстрого развертывания тактических действий по тушению пожара предусмотрены подъезды к зданию, с источником водоснабжения.

4.5.1 Противопожарная безопасность на участке

В соответствии с действующим законодательством ответственность за обеспечение пожарной безопасности несут их руководители.

Ответственность за пожарную безопасность отдельных цехов и участков возлагается на начальников соответствующих служб, назначенных приказом руководителя. Таблички, с указанием ответственных за пожарную безопасность, вывешиваются на видных местах.

На участке должно быть:

- 1) Огнетушители пенные - 1 шт.
- 2) Огнетушители углекислотные - 1 шт.
- 3) Ящик с песком - 1 шт.
- 4) Асбестовое или войлочное полотно - 1 шт.
- 5) Ломы - 2 шт.
- 6) Багры – 1 шт.
- 7) Топоры - 1 шт.
- 8) Лопаты - 2 шт.

9) Ведро пожарные - 2шт.

Неисправности, которые могут вызвать искрение, нагревание проводов или короткое замыкание, немедленно устраняются.

Для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения применяют ручные огнетушители. Необходимо помнить, что для тушения огня загоревшихся электроустановок под напряжением нельзя применять химические пенные огнетушители, так как это может привести к поражению электрическим током. Химические пенные огнетушители могут быть использованы только после снятия напряжения с загоревшейся электроустановки.

Тушение пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением, производится углекислотными огнетушителями, где в качестве огнегасящего вещества используется углекислота. При подаче такой кислоты на горящий предмет уменьшается концентрация кислорода в воздухе и горящая поверхность сильно охлаждается за счет снятия тепла, расходуемого на испарение твердой углекислоты.

4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно выявленным вредным и опасным факторам для улучшения условий труда персонала предлагается:

- выдать персоналу шумоизолирующие наушники;
- выдать респиратор «лепесток» (ШБ-1) и защитные очки;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР дана характеристика компании ООО «РЕМАВТО», проанализированы неисправности грузовых автомобилей и способы их устранения. Рассчитана программа ремонта обслуживающей базы, составлен график загрузки участка, рассчитано количество рабочих.

В конструкторской части предложена перепланировка моторного участка. Разработан универсальный станок для балансировки коленчатых валов.

В экономической части были рассчитаны затраты на приобретаемое оборудование, фонд оплаты труда, производственные расходы и выручка от реализации услуг.

В социальной ответственной рассмотрена электробезопасность, защита от запыленности и загазованности на проектируемом предприятии, техника безопасности при работе на станках и защита в чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автомобильный рынок России и СНГ; URL: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-automotive-survey-2018-rus/\\$FILE/ey-automotive-survey-2018-rus.PDF](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-automotive-survey-2018-rus/$FILE/ey-automotive-survey-2018-rus.PDF) (дата обращения: 15.02.2019);
2. Совершенствование организации технического обслуживания; URL: <https://docplayer.ru/26227808-Sovershenstvovanie-organizacii-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-elementov-sistemy-elektrooborudovaniya-legkovyh-avtomobiley.html> (дата обращения: 15.02.2019)
3. Виды, перечень и периодичность выполнения технического обслуживания автомобилей КамАЗ; URL: http://www.kasouz.ru/Spravochnaja_informacija/Tehnicheskoe_obsluzhivanie_avtomobilej_KamAZ/Vidi_tehnicheskogo_obsluzhivaniya (дата обращения: 15.02.2019)
4. Мишин, М.М. Проектирование предприятий технического сервиса.: Учебное пособие./ М.М. Мишин, П.Н. Кузнецов – Мичуринск : Изд-во МичГАУ, 2008. – 213 с.
5. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий / С.М. Бабусенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2010. – 352с.
6. EVEREST TRUCK PARTS; URL: <http://everest-autokam.ru/news/konstruktivnye-osobennosti-i-karakteristika-dvigately-kamaz/> (дата обращения 19.02.2019)
7. Технология технического осмотра и ремонта автомобиля КАМАЗ с восстановлением коленчатого вала; URL: <https://works.doklad.ru/view/H6Walo1CKgg.html>
8. Капитальный ремонт ДВС; URL: <http://info-parts.ru/tekhnicheskij-portal/dvigatel-transmissiya/item/3288-kapitalnyiy-remont-dvs-%E2%80%93-kak-eto-delaetsya-segodnya?.html>

9. Обкатка, двигатель; URL:
<https://works.doklad.ru/view/b0PGugHsfVs/all.html>

10. Коленчатый вал, ремонт; URL:
<https://studbooks.net/2455865/tehnika/kolenchatyy>

11. Дефектовка, износ; URL:
https://kovsh.com/library/ice/crank_mechanism/crankshaft/_defektatciiia_kolenchatogo_vala

12. Технологический процесс, восстановление URL:
<http://www.tlookup.ru/wocs-880-1.html>

13. Балансировка, станок URL: <https://enset.ru/catalog/balansirovochnye-stanki-i-pribory/balkar-1500kv/>

14. Балансировка, станок URL:
<https://robals.ru/products/balansirovochnye-stanki/balansirovochnyy-stanok-bs-34/>

15. Технико-экономическое обоснование тем дипломных проектов и экономическая оценка проектных решений / Д.Н. Нестерук – Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2008. – 46 с.

16. Методические указания по выполнению раздела Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах для выпускников специальности 110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» / сост. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. – Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2007. – 20 с.