

**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

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проект участка по восстановлению распредвалов автомобилей КамАЗ в условиях ООО «Рассвет»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
Группа 3-10Б51	Рудов Сергей Сергеевич		

УДК: 629.351::621.824-049.32.

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Проскоков А.В. Григорьева Е.Г.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Григорьева Е.Г.			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ ТПУ	Солодский Сергей Анатольевич	К.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП Агроинженерия	Проскоков Андрей Владимирович	К.т.н., доцент		

Юрга – 2020 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 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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Проскоков А.В.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
Группа 3-10Б51	Рудов Сергей Сергеевич

Тема работы:

Проект участка по восстановлению распредвалов автомобилей КамАЗ в условиях ООО «Рассвет»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 9/с от 31.01.2020г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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"> <li>1. Производственно-технические данные предприятия.</li> <li>2. Схема генерального плана</li> <li>3. Планировка главного производственного корпуса.</li> <li>4. Отчет по преддипломной практике.</li> </ol>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР.</li> <li>2. Технологический расчет ремонтной мастерской предприятия.</li> <li>3. Технологический расчет и подбор оборудования участка</li> <li>4. Конструкторская часть.</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.</li> <li>6. Социальная ответственность.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планировка участка (листа А1).</li> <li>2. Карта технологического процесса (3 листа А1).</li> <li>3. Дефектная ведомость (1 лист А1).</li> <li>4. Распредвал автомобиля КамАЗ (1 лист А1).</li> </ol>

	5. Контрольно-измерительное приспособление (1 лист А1). 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность (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.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Проскоков А.В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
Группа 3-10Б51	Рудов Сергей Сергеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
Группа 3-10Б51	Рудов Сергей Сергеевич

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	
Уровень образования	бакалавр		35.03.06 «Агроинженерия»

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

1. Стоимость приобретаемого оборудования	1. 4 419 500 руб.
2. Общая годовая трудоемкость	2. 2 520 чел.-ч.
3. Площадь мастерской	3. 144 м <sup>2</sup>
4. Система налогообложения	4. Упрощенная система налогообложения
5. Налоговая ставка	5. 15%
6. Тарифная ставка на электроэнергию	6. 7 руб./кВт
7. Тариф на отопление	7. 45.3 руб./гкал.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Обоснование экономической эффективности конструкторской разработки
2. Расчет стоимости инвестиций проекта
3. Расчет сметы годовых расходов
4. Расчет основных экономических показателей
5. Оценка экономической эффективности

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Экономическая эффективность проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
Группа 3-10Б51	Рудов Сергей Сергеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
Группа 3-10Б51	Рудов Сергей Сергеевич

Институт	ЮТИ ТПУ		
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"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Площадь участка 144 м<sup>2</sup>. Ширина 12м, длина 12м, высота 6м. Стены бетонные, окрашенные в белый цвет, крыша из бетонные плиты</p> <p>Вредные и опасные производственные факторы в мастерской:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Воздействия на человека кинетической, потенциальной энергий и механических вращений, тепловой энергией и аномальной температурой, и наличием токоведущих частей оборудования;</li> <li>- шум, и загазованность воздуха рабочей зоны.</li> </ul>
<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"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>Необходимые требования безопасности при ремонте агрегата.</p> <p>Во время работы на станках большая вероятность источников шума. Наиболее эффективное снижения шума достигается установкой звукоизолирующих перегородок в виде стен, кожухов, кабин.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> </ul>	<p>Защита от запыленности и загазованности воздуха</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	Для защиты глаз работающего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки.
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	В связи с тем, что работа на посту сопровождается работой с опасными газами для окружающей среды, пост необходимо обеспечить специальной вытяжкой
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	Безопасность при возникновении ЧС
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	Контроль за выполнением требований безопасности
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
Группа 3-10Б51	Рудов Сергей Сергеевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 109 страниц машинописного текста, 11 таблиц, 8 формул. Представленная работа состоит из пяти частей, количество использованной литературы – 32 источника. Графический материал представлен на 9 листах формата А1.

Ключевые слова: техническое обслуживание и текущий ремонт, планировка, машинный двор, технологический процесс, восстановление, состояние автомобиля, посты ТО и ТР, планирование, технологическое оборудование, конструкции, технологические расчеты, распредвал автомобиля КамАЗ.

В аналитической части приведена характеристика предприятия и обоснование выбора темы выпускной работы.

В технологической части представлены необходимые расчеты для организации участка по восстановлению распредвалов в условиях ООО «Рассвет», г.Кемерово

В конструкторской части выпускной квалификационной работы представлено контрольно-измерительное приспособление для распредвалов.

В разделе «Социальная ответственность» выявлены опасные и вредные факторы, а так же мероприятия по их ликвидации.

В экономической части рассчитаны общеэксплуатационные затраты на проведение технического обслуживания и текущего ремонта на предприятии.

## ABSTRACT

The final qualifying work consists of 109 pages of typewritten text, 11 tables, 8 formulas. The presented work consists of five parts, the number of references-32 sources. The graphic material is presented on 19 sheets of A1 format.

**Keywords:** maintenance and current repair, layout, machine yard, technological process, restoration, vehicle condition, MAINTENANCE and TR posts, planning, technological equipment, structures, technological calculations, camshaft of the KAMAZ car.

In the analytical part, the characteristics of the enterprise and the rationale for choosing the topic of the final work are given.

The technological part presents the necessary calculations for the organization of the site for the restoration of camshafts in the conditions of LLC "Rassvet", Kemerovo

In the design part of the final qualification work, a control and measuring device for camshafts is presented.

The section " Social responsibility " identifies dangerous and harmful factors, as well as measures to eliminate them.

In the economic part, the General operating costs for maintenance and current repairs at the enterprise are calculated.

## Содержание

Введение. ....	12
1. Техничко-экономическое обоснования.....	13
2. Технологический раздел.....	19
2.1. Описание конструкции детали.....	19
2.2. Анализ возможных дефектов распределительного вала.....	22
2.3. Выбор рационального способа восстановления .....	27
2.3.1 Восстановления деталей под ремонтный размер .....	27
2.3.2. Восстановление деталей сваркой и наплавкой .....	30
2.3.3. Детонационное напыление .....	42
2.4. Маршрут восстановления распределительного вала.....	49
2.5. Анализ возможных схем работы с клиентом (на примере восстановления Распределительного вала).....	50
2.6. Выбор оборудования, инструментов, технологической оснастки, Назначения припусков, расчет режимов резания и норм времени .....	62
2.6.1. Назначение припусков и допусков на обрабатываемые поверхности..	63
2.6.2. Выбор режимов инструментана все операции.....	66
2.6.3. Расчет режимов резания и восстановления .....	68
2.6.4. Расчет норм времени .....	73
2.7. Выполнения планировки участка .....	75
2.7.1. Расчет площадей зон ТР .....	76
3. Конструкторская часть .....	77
3.1. Описание работы контрольно-измерительного прибора для прогиба распределительного вала с индикаторной головкой.....	78
3.2. Анализ методики изменения прогиба вала.....	80
3.3 Конструирование корпуса приспособления.....	82

3.4. Расчет на точность проектируемого приспособления .....	86
4. Разработки мероприятий по обеспечению безопасности на участке детонационного напыления .....	89
4.1. Анализ вредных и опасных фактов .....	90
4.2. Защита от шума и вибрации.....	91
4.3. Характеристика источников шума.....	91
4.4. Способы защиты от производственного шума .....	92
4.5. Пожарная безопасность на участке восстановления деталей .....	94
4.6. Расчет вентиляции на проектируемом участке .....	95
4.7. Экологическая безопасность .....	98
5. Организационно-экономическая часть.....	99
5.1. Введение.....	99
5.2. Исходные данные.....	99
5.3. Расчет единовременных капитальных затрат .....	99
5.4. определение текущих издержек .....	101
5.4.1. Определение суммы материальных затрат .....	102
5.4.2. Фонд оплаты труда .....	104
5.4.3. Амортизационные отчисления .....	105
5.4.4. Прочие затраты .....	107
5.5. Определение финансовых показателей деятельности проектируемого участка.....	109
5.6. Вывод.....	112
Приложение 1. Таблицы размеров .....	114
Список использованной литературы.....	117

## ВВЕДЕНИЕ

Основным направлением деятельности ООО «Рассвет» является осуществление грузоперевозок на внутригородских, междугородних и международных маршрутах. Также организация осуществляет грузоперевозки, используя грузовые автомобили КамАЗ.

Автопарк предприятия разнообразен и состоит, в основном из КаМаЗов различных марок. Общая численность Автопарка ООО «Рассвет» – 150 единиц.

Персонал предприятия насчитывает 233 человек, в том числе 114 водителя и 57 ремонтных рабочих.

Рассматриваемая организация является комплексным, то есть самостоятельно осуществляет эксплуатацию автомобилей, его обслуживание и ремонт.

Для осуществления технической эксплуатации автомобилей предприятие обладает территорией, площадью 2,9 га.

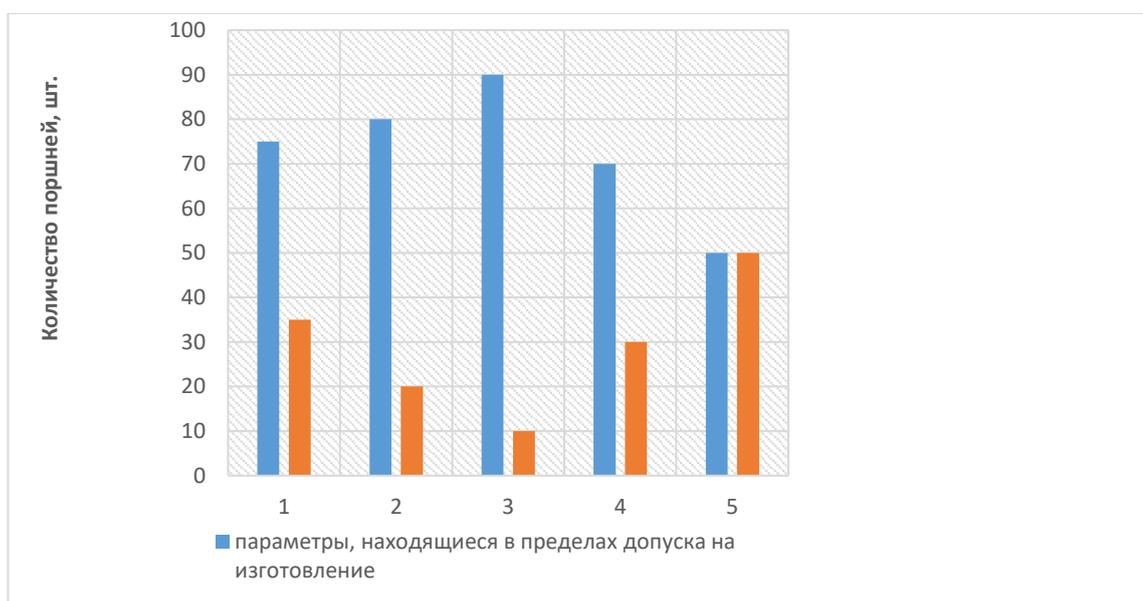
За период преддипломной практики проведен анализ организационной деятельности рассматриваемого предприятия, выявлена проблема, весьма актуальная для данного ООО «Рассвет»:

*низкое фактическое значение рентабельности ООО «Рассвет»;  
значительные затраты на покупку запасных агрегатов автомобилей.*

*Было принято решение спроектировать участок по восстановлению распределителей автомобилей.*

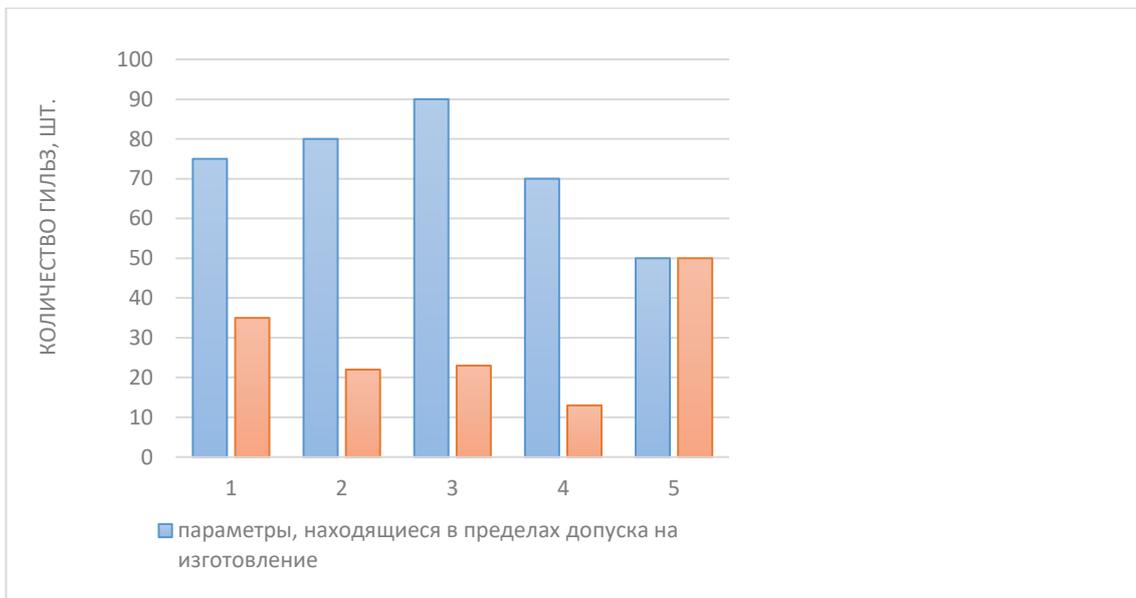
## 1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

В данном случае эта проблема изучается на примере цилиндрико-поршневой группы двигателя КамАЗ – 740, поставляемой на ООО «Рассвет» костромским заводом «Молотдилер». Продукция этого завода имеет низкое качество, чем ЦПГ – 740, выпускаемая ПО «КамАЗ» в г.Набережные Челны, которая соответствует технологии контроля деталей, приведенной выше. Главным образом это касается ресурса цилиндрико-поршневой группы, который составляет 160 – 170 тыс.км. с другой стороны, стоимость ЦПГ завода «Мотодилер» ниже на 30%, ЦПГ ПО «КамАЗ», что очень важно в нынешних экономических условиях. Учитывая всё это, становится целесообразным проводить контроль деталей ЦПГ – 740 на ООО «Рассвет», для чего организовать на нём участок по контролю деталей ЦПГ.



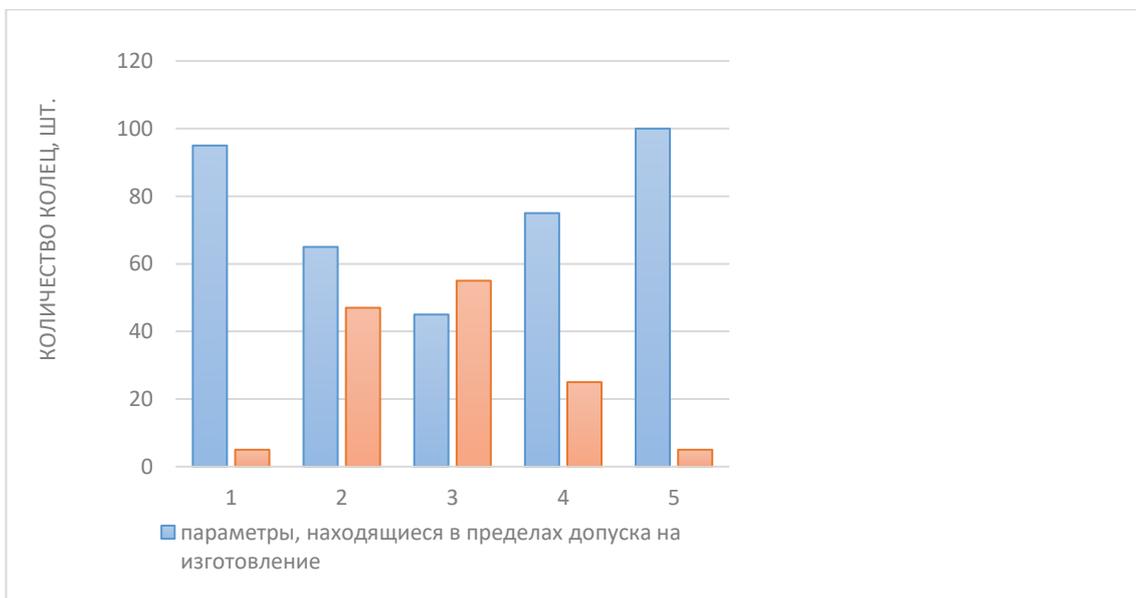
1 – диаметр юбки поршня; 2 – размеры канавок под поршневые кольца; 3 – диаметр отверстия под поршневой палец; 4 – расположение выборок под клапаны и форма камеры сгорания; 5 – высота днища от оси поршневого пальца.

Рисунок 1.1 – Результаты контроля параметров поршней 740 из партии составляющей 100 штук



1 – внутренний диаметр рабочей поверхности (конусность, овальность); 2 – диаметр посадочных ползков; 3 – высота бурта; 4 – наличие раковин и трещин; 5 – микрогеометрия рабочей поверхности.

Рисунок 1.2 – Результаты контроля параметров гильз цилиндров 740 из партии составляющей 100 штук

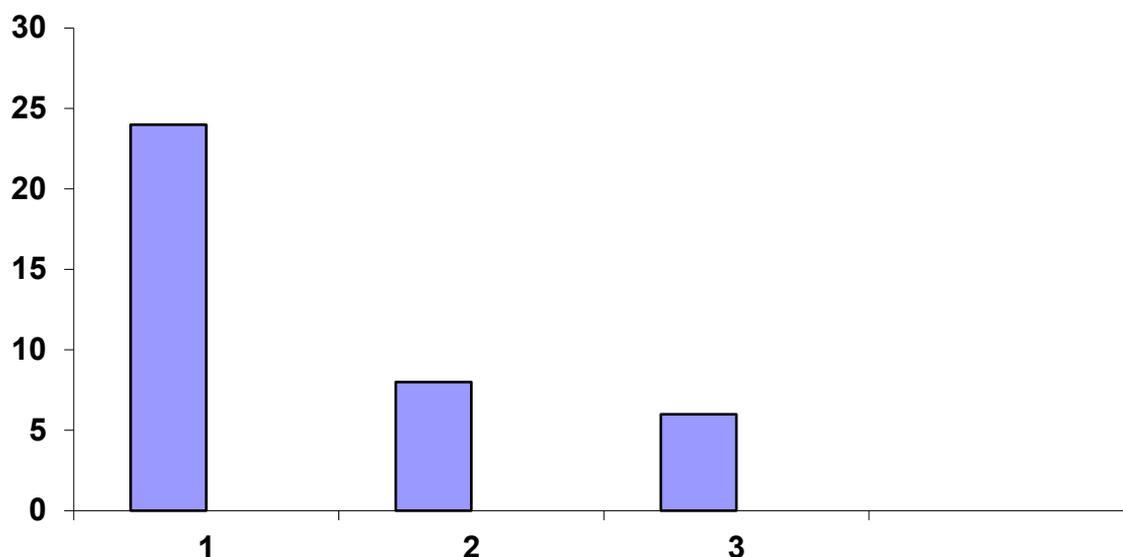


1 – параметры геометрии поперечного сечения (высота и толщина); 2 – усилия сжатия; 3 – эпюра радиальных давлений; 4 – плотность прилегания кольца; 5 – высота днища от оси поршневого пальца.

Рисунок 1.3 – Результаты контроля параметров компрессионных поршневых колец

По результатам отчетных данных ООО «Рассвет» стоимость капитального ремонта двигателя КамАЗ – 740 составляет 85000 рублей.

Рассмотрим распределение затрат на капитальный ремонт двигателя на рисунке 1.4.



1 – запасные части и материалы; 2 – эксплуатационные затраты и амортизация; 3 – заработная плата и накладные расходы.

Рисунок 1.4 – Калькуляция затрат на капитальный ремонт двигателя КамАЗ – 740 на ООО «Рассвет».

Из графика видно, что основная часть затрат на капитальный ремонт двигателя приходится на запасные части и материалы. Затраты на запасные части от их качества.

Объём работ по ремонту двигателя КамАЗ – 740 распределится следующим образом: основная доля объёма работ приходится на текущий ремонт – 50%, на капитальный ремонт – 35%, на ремонт по гарантии – 15%.

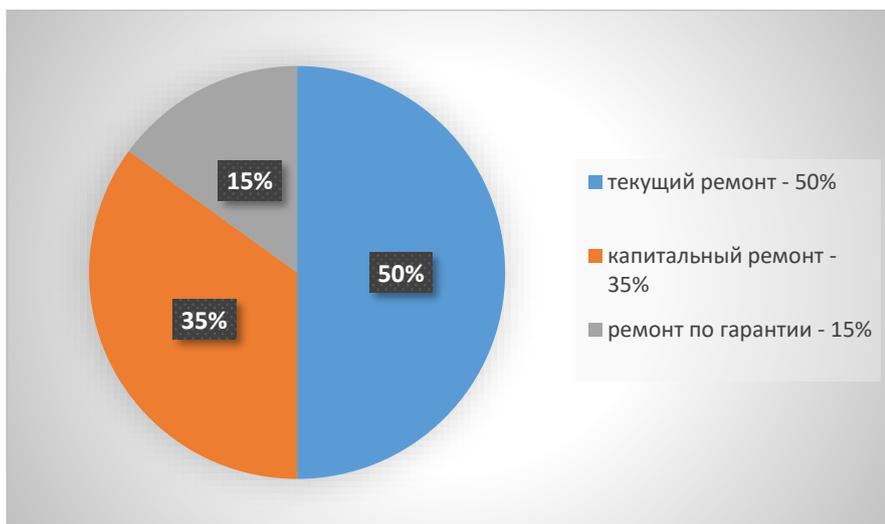


Рисунок 1.5 – Объем работ по ремонту двигателя КамАЗ – 740 по материалам учета ООО «Рассвет».

Рассмотрим основные причины возврата двигателя на ремонт по гарантии. Этой основной причиной являются – некачественные запасные части, а также некачественная сборка.

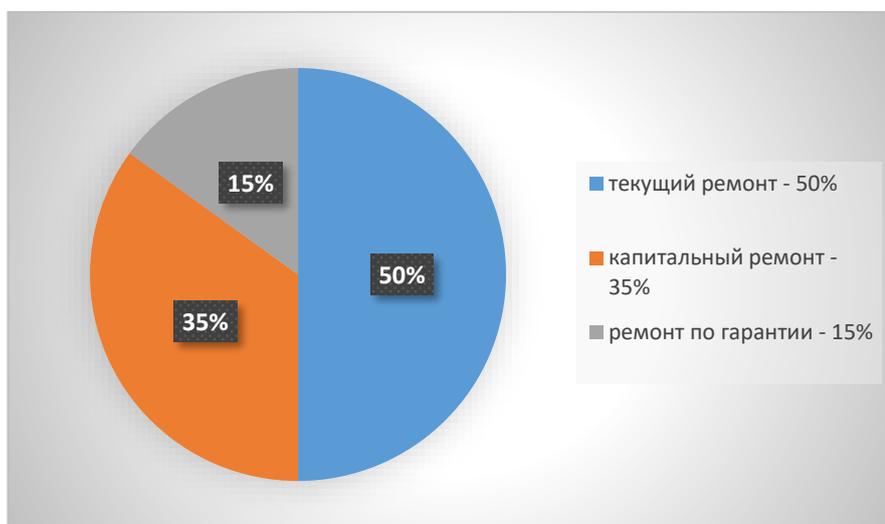


Рисунок 1.6 – Причины возврата двигателей на ремонт по гарантии

Из циклограмм 1.4 и 1.6 можно сделать вывод о том, что основные затраты на ремонт двигателя КамАЗ – 740 – это затраты на запасные части и основная причина возврата двигателей на ремонт – это некачественные запасные части. Поэтому чтобы снизить затраты на ремонт двигателя КамАЗ – 740 и увеличить его ресурс требуется проводить контроль деталей ЦПГ. Для

этого в ООО «Рассвет» предлагается организовать участок по контролю деталей ЦПГ.

На территории автотранспортного предприятия размещен главный производственный корпус, объединенный со стоянкой. Он соединен с административно-бытовым корпусом.

Конструктивная схема здания - каркасная, стены - панельные. На колонны марки КП-11-16 положены фермы марки ФС-24-3А с пролетом 24 м. Ферма сверху закрывается железобетонными плитами марки ПНТП-1. Покрытие крыши - мягкая кровля с утеплителем на битумной мастике. Фундаменты - бетонные с глубиной заложения 1,6 м.

Фундамент - монолитный, стаканного типа. Наружные стены - панельные, утепленные (из ячеистого бетона). Используются панели марки ПСЯ-20-2 размером 6х1,8м толщиной 200мм. Кроме того, в здании применяются панели шириной 1,2м. Оконные проемы — ленточные. Высота пояса остекления 3,6м, что позволяет получить достаточную освещенность производственного корпуса. Искусственное освещение корпуса осуществляется люминесцентными лампами.

Стены производственного корпуса, за исключением кирпичных, не оштукатурены. Внутренние поверхности кирпичных стен цехов штукатурят и белят. Для защиты от коррозии поверхности стен конструкции применяются различные окрасочные и клеевые материалы.

Водоснабжение предприятия производится от линии городского водоснабжения, электрической энергией - от трансформаторной подстанции, расположенной в 200метрах от территории предприятия.

Теплоснабжение производится от городской теплотрассы, пролегающей в 250метрах от территории предприятия. Канализация ООО «Рассвет» подключена к городской канализационной сети. Сточные производственные воды до выпуска в канализацию города предварительно очищаются в грязеотстойнике.

Для решения поставленных задач в проекте предлагается ряд решений, для проработки которых с необходимой глубиной объема одного дипломного проекта недостаточно, поэтому данная тема раскрывается в комплексном проекте, включающем в себя ряд взаимосвязанных задач, направленных на достижение единой цели.

В данном проекте охвачены следующие участки и зоны:

- агрегатный участок;
- моторный участок;
- электротехнический участок;
- зона ТО и ТР.

Эти участки и зоны занимаются ремонтом различных систем автомобиля.

Множество отказов возникает по причине некачественного обслуживания и ремонта. Здесь значительную роль играет профессиональная подготовка персонала, обеспечение необходимым инструментом, технологическим оборудованием, позволяющим более качественно проводить обслуживание и ремонт агрегатов. Причинами отказов может быть также и неграмотная эксплуатация, это прежде всего, относится к профессионализму водителей. Немалая часть отказов также возникает по причине некачественного изготовления деталей узлов и агрегатов на заводах.

Все это ведет к изменению объема работ по ТО и ремонту, в том числе и в моторном участке, для чего необходимо повышать его производительность. Рабочие этого участка имеют высокую квалификацию и достаточно большой опыт работы, но, рассматривая возможные причины поломки автомобилей, мы выявили слабые места в организации осуществления технологического процесса по ремонту автомобилей. При достаточной площади моторного участка желательно оснастить участок более производительным оборудованием для осуществления технологического процесса по ремонту деталей ЦПГ, а также создание участка по контролю деталей ЦПГ.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Распределительный вал газораспределительного механизма в процессе работы подвергается действию циклических нагрузок, сил инерции поступательно движущихся и вращающихся частей, некачественное масло, наличие механических примесей или воды в масле, недостаточное количество масла, подаваемое на подшипники, работа двигателя без масла, задиры, недостаточная шероховатость или овальность шеек. Все это приводит к износу рабочих поверхностей таких, как кулачков, поверхностях опорных шеек, шпоночных пазов и посадочных мест под установочные штифты, а также под шкивы или шестерни привода распредвала, износ резьбовой поверхности.

### 2.1 Описание конструкции детали

Распределительный вал — самая основная деталь газораспределительного механизма (ГРМ), предназначен для синхронизации впуска или выпуска и тактов работы двигателя.

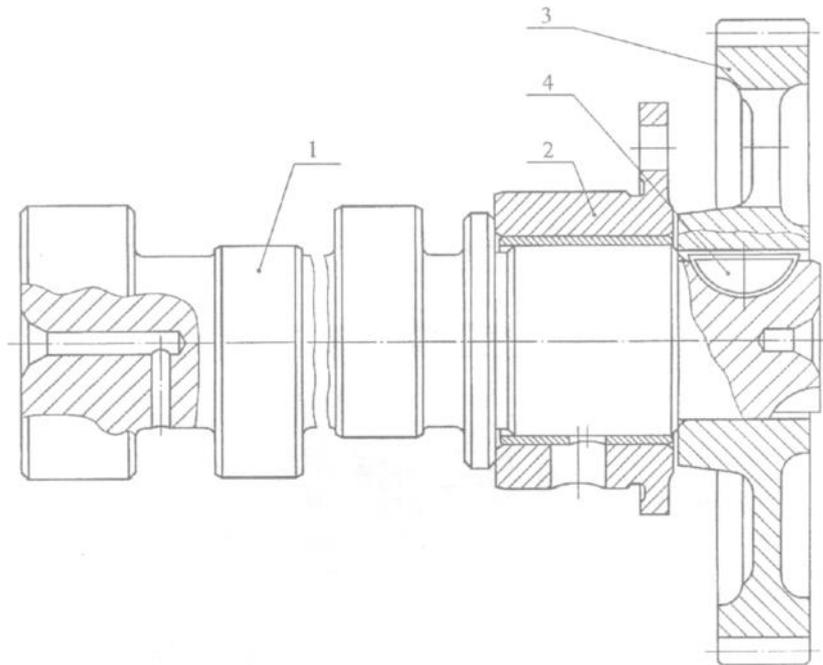
Механизм газораспределения предназначен для обеспечения впуска в цилиндры свежего воздушного заряда и выпуска из них отработавших газов. Впускные и выпускные клапаны открываются и закрываются в определенных положениях поршня, что обеспечивается совмещением меток на шестернях привода агрегатов при их монтаже.

Механизм газораспределения- верхнеклапанный с нижним расположением распределительного вала. Кулачки распределительного вала 24 в соответствии с фазами газораспределения приводят в действие толкатели 23. Штанги 19 сообщают качательное движение коромыслам 16,



Рисунок 2.1 - Механизм газораспределения

Распределительный вал стальной, кулачки и опорные шейки подвергнуты термообработке ТВЧ; устанавливается в развале блока цилиндров на пяти подшипниках скольжения, представляющих собой стальные втулки, залитые антифрикционным сплавом.



1 — распределительный вал; 2 — корпус подшипника; 3 — шестерня; 4 — шпонка .

Рисунок 2.2 - Распределительный вал

Распределительный вал (иногда называемый просто распредвалом), более чем какая-либо из других деталей двигателя влияет на выбор и работу практически каждой системы двигателя. Заметим, что распределительный вал непосредственно влияет на системы карбюрации, впуска и выпуска газов; однако, он также сильно влияет на конструкцию механизма привода клапанов, на оптимальную степень сжатия и, в меньшей степени, даже на конструкцию шасси и трансмиссии. Проще говоря, конструкция распредвала

определяет выходную мощность двигателя при частично или полностью открытой дроссельной заслонке, и выбор этой детали является одним из наиболее важных решений которые может принять двигателестроитель .

Выбор распредвала может на первый взгляд показаться довольно простым. Справедливо то, что поиск функционирующего распредвала в реальности не является проблемой, но поиск и установка оптимального распредвала для конкретных применений является намного более сложной. К счастью многие производители распределительных валов затрачивают большие суммы денег на исследования распредвалов и их развитие.

Но, к сожалению, у распределительного вала есть свои возможные дефекты, которые возникают вследствие эксплуатации автомобиля.

## 2.2 Анализ возможных дефектов распределительного вала

Возможные дефекты бывают следующие:

1. Сильный износ, задиры и царапины на поверхностях опорных шеек распределительного вала.
2. Сильный износ и задиры на рабочих поверхностях кулачков распределительного вала.
3. Прогиб распределительного вала.
4. Трещины распредвала.
5. Разрушение шпоночных пазов и посадочных мест под установочные штифты, а также под шкивы или шестерни привода распредвала
6. Выработка и царапины на поверхности под сальники распределительного вала.
7. Разрушение резьбы в крепёжных отверстиях.

Для анализа необходимо более подробно рассмотреть каждый из дефектов.

Сильный износ, задиры и царапины на поверхностях опорных. Причины возникновения такого рода дефектов могут быть различны: работа двигателя

с недостаточным давлением в системе смазки, работа двигателя с недостаточным уровнем масла в картере, работа двигателя на некачественном масле, сильный перегрев, приводящий к разжижению масла, попадание в масло топлива (бензина или дизтоплива), приводящее к разжижению масла, работа двигателя с засоренным масляным фильтром, работа двигателя на грязном масле, большой пробег двигателя. Чтобы устранить возникшие дефекты необходимо: капитальный ремонт двигателя; замена распределительного вала; в некоторых случаях – шлифовка шеек распределительного вала в ремонтный размер и установка утолщённых (ремонтного размера) вкладышей или втулок; проверка посадочных мест под распределительный вал в головке блока цилиндров или в блоке цилиндров; в некоторых случаях – ремонт посадочных мест под распредвал; проверка системы смазки, масляного насоса и при необходимости ремонт или замена масляного насоса; чистка, промывка и продувка масляных каналов блока цилиндров и головки блока; применение моторного масла надлежащего качества и регулярная, в предписанные производителем сроки, замена моторного масла и фильтра; проверка системы охлаждения и при необходимости её ремонт; проверка и при необходимости ремонт системы питания.

Сильный износ и задиры на рабочих поверхностях кулачков распределительного вала. Причины возникновения дефектов такого рода: Работа двигателя с недостаточным давлением в системе смазки, работа двигателя с недостаточным уровнем масла в картере, работа двигателя на некачественном масле, сильный перегрев, приводящий к разжижению масла, попадание в масло топлива (бензина или дизтоплива), приводящее к разжижению масла, работа двигателя с засорённым масляным фильтром, работа двигателя на грязном масле, большой пробег двигателя, неотрегулированный зазор в клапанном механизме, дефекты гидрокомпенсаторов, дефекты и повреждения деталей привода клапанов (толкателей, штанг, коромысел), неверно установленные фазы газораспре

деления. Действия по устранению дефектов: замена распределительного вала; проведка, регулировка и при необходимости ремонт клапанного механизма; замена гидрокомпенсаторов; проверка системы смазки, масляного насоса и при необходимости ремонт или замена масляного насоса; чистка, промывка и продувка масляных каналов блока цилиндров и головки блока; применение моторного масла надлежащего качества и регулярная, в предписанные производителем сроки, замена моторного масла и фильтра; проверка системы охлаждения и при необходимости её ремонт; проверка и при необходимости ремонт системы питания.

Прогиб распределительного вала. Во всех вышеизложенных случаях обязательно надо проверять изгиб распределительного вала. Распределительный вал укладывается на призмы, установленные на металлической плите. С помощью стрелочного индикатора, установленного на стойке, проверяем прогиб опорных шеек, вращая распредвал рукой. Изгиб не должен превышать: для легковых моторов 0,005 мм; для грузовых моторов 0,01 мм. При большем прогибе распредвал подлежит замене.

Трещины распредвала. Причины этого дефекта следующие: попадание в цилиндр посторонних предметов, разрушение ремня или цепи привода газораспределительного механизма, неверно установленные фазы газораспределения. При наличии трещин распределительный вал ремонту не подлежит. Замена распредвала.

Разрушение шпоночных пазов и посадочных мест под установочные штифты, а также под шкивы или шестерни привода распредвала. Причины возникновения: неправильная затяжка болтов, крепящих шкивы или шестерни, биение шкивов или шестерён, последствия аварии, при которой произошла деформация моторного отсека. В данном случае распредвал следует заменить, так как ремонту он не подлежит.

Выработка и царапины на поверхности под сальники распределительного вала возникают из-за: длительной работы двигателя,

попадания посторонних частиц в моторное масло, неаккуратное обращение с распредвалом при замене сальников на двигателе. Устранить дефекты возможно следующим образом: при наличии незначительных царапин возможна шлифовка поверхностей под сальники, при наличии незначительной выработки устанавливаются новые сальники с небольшим осевым смещением, в противном случае – замена распредвала.

Разрушение резьбы в крепёжных отверстиях. Это может произойти из-за неправильной затяжки крепёжных болтов. В этом случае вал ремонту не подлежит и его следует заменить.

В двигателях Камаз -740 распредвал изготовлен из стали 45.

Контроль износ шеек, а также кулачков распределительного вала по высоте и диаметру затылка производится микрометром и скобами, износ образующей поверхности кулачка - шаблоном. Прогиб вала проверяется индикатором по средней шейке в трехопорных валах и по средней шейкам- в четырехопорных.

Восстановление различных рабочих поверхностей происходит различными способами.

Восстановление подшипников шеек шлифованием под ремонтный размер. Восстановление шеек вала производится шлифованием их под ремонтный размер. При этом способе восстановление шеек необходима замена и обработка опорных втулок под требуемый размер валика. Шлифование шеек распределительного вала производится на круглошлифовальном станке, обеспечивающем необходимую точность обработки. Шлифование производится с обильным охлаждением электрокорундовыми кругами на керамической связке, зернистостью 46-60 и твердостью от СМ до С. Перед шлифованием вал проверяется на погнутость и при необходимости подвергается правке на винтовом или гидравлическом прессе.

Восстановление шеек хромированием. Износы опорных шеек распределительных валов двигателей, поступающих в капитальный ремонт,

обычно невелики и в среднем не превышают 0,05- 0,10 мм. Поэтому шейки валов, не подвергающиеся шлифованию под ремонтные размеры, целесообразно восстанавливать хромированием с последующим шлифованием под начальные размеры.

Подлежащие хромированию шейки шлифуются с таким расчетом, чтобы толщина слоя хрома была в пределах примерно 0,15 мм на сторону, с учетом припуска на последующие шлифованием примерно 0,04 мм на сторону. Толщина слоя хрома после шлифования должна составлять 0,11 мм.

Толщина слоя хрома с припуском на шлифование при восстановлении шейки под распределительную шестерню может быть снижена до 0,11-0,12 мм, припуск на шлифование 0,04 и толщина слоя хрома после шлифования 0,07- 0,08 мм (размеры даны на сторону).

Восстановление шеек электроимпульсной наплавкой. Шейки распределительного вала, вышедшие из всех ремонтных размеров, можно восстанавливать электроимпульсной наплавкой. При необходимости этим способом можно восстанавливать шейки и с промежуточных ремонтных размеров, а также с первоначальным износом. В последнем случае, вследствие небольшого износа шеек, в среднем не превышающего 0,10 мм, перед наплавкой целесообразно шлифовать шейки, с тем чтобы получить поверхностный слой наплавленного металла высокого качества.

Восстановление кулачков шлифованием. При износе кулачков по высоте более 0,5 мм необходимо произвести шлифование кулачка по всему профилю на специальных копировальных станках или на круглошлифовальном в специальных приспособлениях. Правильность взаимного углового расположения кулачков обеспечивается применением делительного приспособления и установочного хомутика.

Что бы выбрать рациональный способ восстановления распределительного вала, необходимо более подробно рассмотреть методы восстановления деталей.

### 2.3 Выбор рационального способа восстановления.

Выбор рационального способа характеризует в основном качественную и технико-экономическую стороны, касающиеся восстановления конкретных деталей с учетом условий их эксплуатации, геометрических, физико-механических, конструктивно-технологических особенностей. В то же время полная себестоимость восстановления зависит от годовой программы восстановления и расходов на транспортирование ремонтного фонда. Поэтому при окончательном выборе способа восстановления деталей для ремонтного предприятия следует учитывать эти факторы.

#### 2.3.1. Восстановление деталей под ремонтный размер

При ремонте методом ремонтных размеров одну из износившихся деталей соединения обрабатывают до исчезновения следов износа или до получения определенного заранее установленного размера, а вторую, чаще всего более дешевую, заменяют новой. Например, изношенную шейку вала обрабатывают до исчезновения следов износа и комплектуют ее с новой втулкой, обеспечивающей с полученным размером шейки вала требуемую посадку. Такой ремонт может производиться последовательно несколько раз, причем диаметр вала постепенно будет уменьшаться, а диаметр отверстия ремонтируемой детали — увеличиваться. Таким образом, детали сопряжения будут иметь размеры, отличающиеся от первоначальных. Эти новые, заранее установленные размеры деталей соединения принято называть ремонтными.

Различают три вида ремонтных размеров: стандартные, регламентированные, свободные.

Стандартные ремонтные размеры, изготавливаемые промышленностью, применяют при ремонте поршней, поршневых пальцев, толкателей, вкладышей, поршневых колец.

Регламентированные ремонтные размеры устанавливаются техническими условиями на восстановление деталей. При этом механическую обработку производят до достижения заданной величины.

Свободные ремонтные размеры предусматривают обработку до получения правильной геометрической формы и чистоты рабочей поверхности деталей. Сопряженную деталь подгоняют к восстановленной до свободного ее размера, оставляя припуск для окончательной подгонки по месту.

Основными особенностями метода ремонтных размеров являются: простота и доступность его применения в условиях ремонтных мастерских, а также возможность обеспечения взаимозаменяемости деталей одного ремонтного размера и обеспечение зазора в соединении, равного номинальному.

Число ремонтных размеров и их величины должны быть определенными, так как только в этих случаях возможно изготовление взаимозаменяемых ремонтных деталей, используемых в качестве запасных частей.

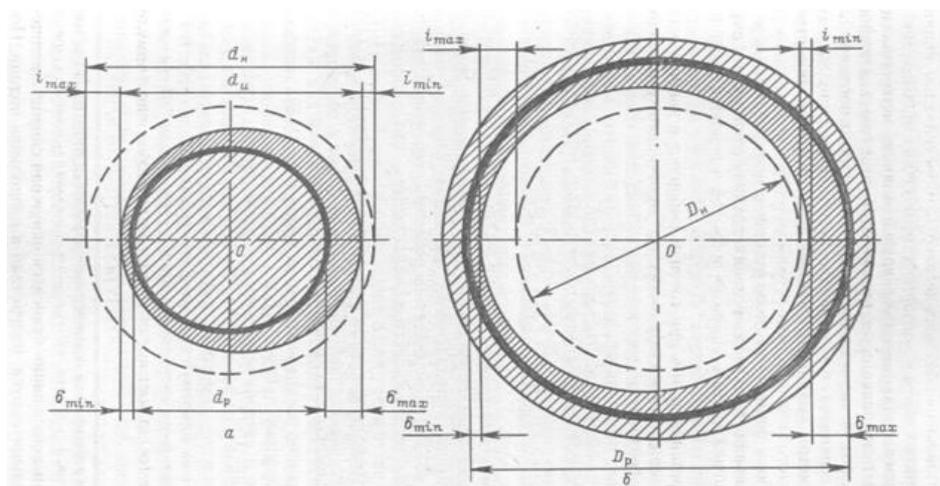


Рисунок 2.3 - Схемы обработки вала и отверстия под ремонтный размер.

Несмотря на некоторые недостатки, например ослабление сечения детали и увеличение номенклатуры деталей, усложняющие их учет, метод ремонтных размеров находит широкое применение при ремонте таких групп деталей, как цилиндр—поршень — кольцо, шатуны — вкладыши — коленчатый вал и др.

На рисунке 2.3 показаны схемы одностороннего износа вала и подшипника, согласно которым можно определить диаметры ближайших ремонтных размеров. Рассмотрим методику определения величины и числа ремонтных размеров на примере соединения, в котором вал подвергается ремонту, а подшипник заменяется.

Величина отклонений в размере ремонтных деталей указывается на них в виде ремонтных увеличений или уменьшений от номинального размера. Ремонтное уменьшение (разность между номинальным и ремонтным размерами) указывается со знаком минус, а ремонтное увеличение (разность между ремонтным и номинальным размерами) со знаком плюс. Например, при ремонтном интервале, равном 0,25 мм, увеличение для первого ремонтного размера равно +0,25, для второго —1-0,5, для третьего — +0,75 мм и т.д.

Некоторые запасные детали изготавливаются заводами-изготовителями в виде полуфабрикатов в неокончательно обработанном виде или полуобработанными.

Эти детали обозначают добавлением к номеру основной детали буквы Р или РП (ремонтная полуобработка) и цифры, соответствующей порядковому номеру ремонтного размера.

Техническими условиями на ремонт строительных машин допускается уменьшение диаметра вала не более чем на 10 % первоначального его размера. При условии проверки на прочность допустимы и большие

уменьшения диаметра вала. Минимальная толщина стенок отверстий (гильз, втулок) определяется из условий их прочности.

Метод дополнительных деталей, являющийся разновидностью метода ремонтных размеров, широко распространен при восстановлении под ремонтный размер цилиндров блоков, прошедших последний ремонтный размер, гнезд клапанов, посадочных отверстий под подшипники коробок передач, задних мостов. Метод предусматривает замену изношенной части детали дополнительной, специально для этой цели изготовленной. Наиболее часто таким образом ремонтируют отверстия деталей. В ступицу шкива, шестерни или другой детали, предварительно расточенную до некоторого размера, запрессовывают ремонтную втулку или гильзу.

Если в ступице имеется отверстие для смазки, то запрессованную деталь по торцу прихватывают сваркой в нескольких точках или фиксируют резьбовыми штифтами. После этого втулку растачивают под требуемый размер, сверлят отверстие для смазки и прорубают смазочные канавки.

Для восстановления резьбовых отверстий применяют резьбовые втулки (ввертыши), в которых после установки на место нарезают резьбу номинального шага.

Изношенные участки плоских поверхностей деталей ремонтируют установкой накладок и планок. При этом дефектные участки строгают или фрезеруют, затем из полосовой стали изготавливают и тщательно подгоняют накладки. Их закрепляют винтами или сваркой и обрабатывают вровень с неизношенными поверхностями детали. Способ дополнительных деталей прост и экономичен, так как позволяет сохранить и использовать оставшуюся неизношенной работоспособную часть детали.

### 2.3.2. Восстановление деталей сваркой и наплавкой

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединения металлических изделий местным сплавлением или пластическим

деформированием. Разновидностью сварки является наплавка, которая заключается в нанесении слоя расплавленного металла на поверхность изделия.

Соединение металлов при сварке и наплавке осуществляется вследствие межатомного взаимодействия или межмолекулярных связей. Атомы соединяемых металлов сближаются на расстояние порядка  $10^{-8}$  см, т. е. на расстояние, соизмеримое с параметрами кристаллической решетки. Внешние электроны атомов соединяемых металлов образуют общую (коллективную) систему, в результате чего и достигается соединение.

Сближение атомов при сварке достигается плавлением и пластическим деформированием (давлением). При сварке плавлением образуется общая сварочная ванна. Различают электрическую, химическую и литейную сварки плавлением. При электрической сварке нагрев и плавление металла осуществляется за счет теплоты, выделяемой дуговым разрядом, током и др. При химической сварке плавлением источником тепла является горение газов (газовая сварка) или порошкообразной горючей смеси (термитная сварка). Источником тепла при литейной сварке является расплавленный присадочный металл.

Сварка пластическим деформированием может быть выполнена без предварительного нагрева (ультразвуковая, взрывом и др.) и с предварительным нагревом (кузнечная, индукционная, трением и др.).

Сварочные и наплавочные процессы протекают при высоких температурах. Так, например, температура сварочной дуги достигает  $6000\text{--}6500^\circ\text{C}$ . В расплавленном металле при высокой температуре активизируются процессы окисления, происходит выгорание компонентов и насыщение металла газами: азотом, водородом. Металл сварочного шва или наплавочного валика получается обедненным углеродом, марганцем, кремнием и др. и обогащенными окислами и нитридами железа, что снижает его прочность и ухудшает обрабатываемость. Поглощение газов расплавленным металлом вызывает образование пор в шве, что делает его хрупким и снижает прочность,

пластичность и плотность. Для получения наплавленного слоя с высокими физико-механическими свойствами применяют средства защиты расплавленного металла от воздуха и легирование его марганцем, кремнием и другими элементами, применением качественных обмазок, электродов, флюсов и защитной среды из газов, пара, жидкости и пр.

В результате нагрева и охлаждения основного металла в околошовной зоне и изменения объема металла шва возникают внутренние термические напряжения, способствующие возникновению деформаций и трещин. На границе сварочной ванны и основного металла образуется зона термического влияния, где наблюдается изменение структуры и механических свойств основного металла.

Электродуговая сварка и наплавка.

Электродуговой сваркой называется такой вид сварки, при которой местный нагрев и расплавление свариваемых металлов осуществляется электрической дугой. Сварочной дугой называется мощный разряд электричества в газовой среде при наличии в ней заряженных частиц — электронов и ионов.

Возникновение заряженных частиц в дуговом промежутке обуславливается эмиссией электронов с поверхности электродов и ионизацией находящихся в нем газов и паров металла (температура кипения металлических сварочных электродов составляет 3500—4000° С, а температура в центре столба дуги — 6500° С).

Электрическая дуга горит устойчиво при напряжении 18—40 В. Питание дуги может осуществляться постоянным или переменным током. Последнее более экономично, так как расход электроэнергии составляет 3 — 4 кВт·ч на 1 кг наплавленного металла, а при сварке на постоянном токе — 6—8 кВт·ч.

В зависимости от того, с каким полюсом источника постоянного тока соединяется деталь, различают прямую и обратную полярность. При прямой полярности свариваемое изделие соединяется с положительным полюсом

источника сварочного тока, а электрод — с отрицательным. При обратной полярности, наоборот, изделие соединяется с отрицательным полюсом, а электрод с положительным. При сварке на прямой полярности деталь нагревается больше, чем на обратной вследствие неравномерного распределения тепла дуги. Большая часть его, т. е. до 43%, выделяется на аноде и меньшая часть (до 26%) в середине дуги. На катоде концентрируется до 36% тепла дуги. Поскольку масса детали больше массы электрода, для нагрева детали требуется больше тепла. Поэтому сварка постоянным током обычно ведется на прямой полярности.

Сварку на обратной полярности ведут в особых случаях, например при сварке тонкостенных деталей (толщиной до 2,5 мм), чтобы их не прожечь, сварке легированных сталей некоторых марок, а также холодной сварке чугуна стальными электродами, так как большой нагрев свариваемых деталей в этом случае нежелателен.

В качестве источника постоянного сварочного тока используют сварочные преобразователи напряжения и сварочные выпрямители. Преобразователь состоит из сварочного генератора постоянного тока, трехфазного электродвигателя и пускорегулирующей аппаратуры. Сварочные выпрямители состоят из понижающего трехфазного трансформатора, блока выпрямителей, пускорегулирующей и защитной аппаратуры. Блоки выпрямителей выполнены из селеновых пластин или полупроводниковых (германиевых или кремниевых) вентилях.

Источниками переменного тока являются сварочные трансформаторы, которые состоят из однофазного понижающего трансформатора и регулятора. Последний может быть выполнен в одном корпусе с трансформатором или отдельным аппаратом.

Различают ручную и механизированную электрическую дуговую сварку и наплавку. Последняя подразделяется на автоматическую и полуавтоматическую. При автоматической сварке и наплавке механизированы подача электрода в зону дуги и передвижение его вдоль сварочного шва или

наплавляемого валика. При полуавтоматической сварке и наплавке механизирована только подача электрода в зону дуги.

При ручной сварке (наплавке) все операции выполняет сварщик вручную. Низкоуглеродистые стали свариваются хорошо. С увеличением содержания углерода свариваемость ухудшается. Свариваемость легированных сталей затрудняется образованием тугоплавких окислов легирующих компонентов. Получение качественного сварного соединения достигается подбором материала для стержней электродов и покрытием их толстой (качественной) обмазкой. Для сварки углеродистой стали применяют обычно электроды из малоуглеродистой стали, легированной раскислителями железа-марганцем, кремнием, титаном и др. Легированную сталь сваривают электродами из легированной стали. Электроды изготовляют с тонкими (стабилизирующими) обмазками толщиной до 0,25 мм и толстыми (качественными) толщиной 1 — 1,5 мм.

Стабилизирующая (тонкая) обмазка, состоящая в основном из мела, молекулы которого ионизируют, способствует устойчивому горению дуги. Качественные (толстые) обмазки состоят из следующих компонентов: стабилизирующих горение дуги (мела, соды, поташа и др.); защитных, газообразующих веществ (крахмала, древесной муки и др.), предохраняющих расплавленный металл от воздуха и шлакообразующих (титанового концентрата, марганцевой руды, мрамора и др.), кроме того, замедляющих охлаждение расплавленного металла, способствующих тем самым удалению растворенных в нем газов; раскисляющих и легирующих (ферромарганца, ферросилиция, феррохрома, алюминия и др.).

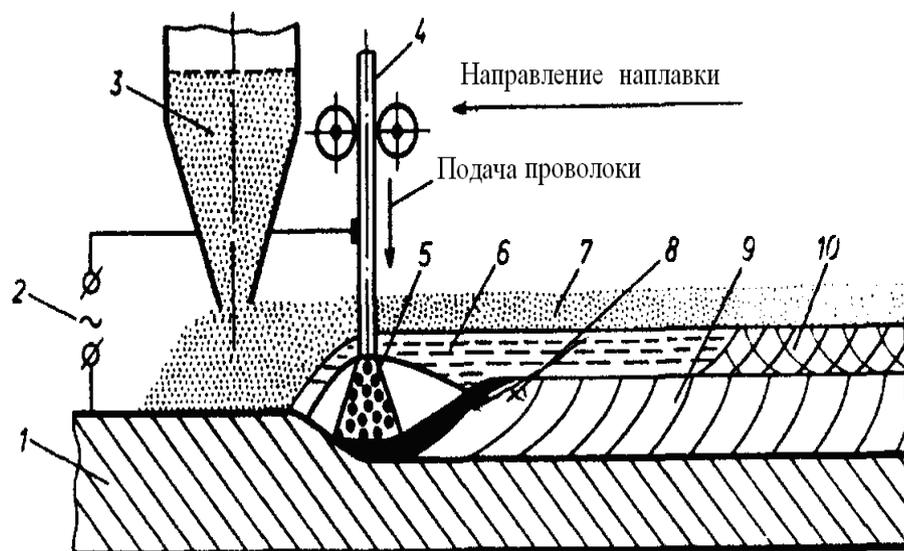
Режим сварки обуславливается типом, маркой и диаметром электрода, силой сварочного тока и полярностью, порядком наложения шва (валика).

Тип и марку электрода выбирают в зависимости от химического состава и механических свойств восстанавливаемой детали. Диаметр электрода назначается в соответствии с толщиной свариваемых деталей. По выбранному диаметру электрода устанавливают силу сварочного тока. Так,

при толщине металла от 2 до 10 мм применяют электроды диаметром 3, 4, 5 и 6 мм при сварочном токе 140—300 А, при толщине металла от 10 до 20 мм — диаметром 7, 8 и 10 мм при сварочном токе 340—420 А.

Автоматическая сварка и наплавка под флюсом.

Электрическая дуга горит под расплавленным флюсом, который вместе с образующимися газами защищает жидкий металл от воздуха, сохраняет тепло дуги и препятствует разбрызгиванию металла. При остывании расплавленного флюса образующаяся шлаковая корка способствует формированию шва, замедляет охлаждение металла, улучшая газовыделение и кристаллизацию.



1 — изделие; 2 — источник питания; 3 — флюсопитатель; 4 — механизм подачи проволоки; 5 — сварочная дуга; 6 — расплавленный шлак; 7 — слой флюса; 8 — сварочная ванна; 9 — наплавленный валик; 10 — шлаковая корка

Рисунок 2.4 - Схема сварочной ванны при наплавке под флюсом:

Через флюс идет легирование и раскисление наплавленного металла. Большие плотности тока ( $70 — 150 \text{ А/мм}^2$ ) при сварке и наплавке способствуют глубокому проплавлению металла. Автоматическую наплавку выполняют на станках или специальных устройствах. Для иаплавки,

например, цилиндрическая деталь устанавливается в патрон или центрах токарного или наплавочного станка и вращается с заданной скоростью (1,5—2,5 об/мин), а устройство для автоматической подачи электродной проволоки (наплавочная головка) и бункер для флюса закрепляются на суппорте станка и имеют продольную подачу. Рабочий, обслуживающий автомат, не принимает непосредственного участия в образовании наплавочного валика. Он управляет наплавкой через пульт управления.

Марку проволоки выбирают с учетом применяемого флюса с тем, чтобы получить наплавленный металл нужного качества. Так, например, легировать наплавляемый металл можно через флюс или электрод.

Флюсы бывают керамические и плавленые. Последние получают сплавлением компонентов с последующей грануляцией. Для наплавки деталей чаще применяют высокомарганцовистые и высококремнистые флюсы. Керамические флюсы представляют собой механическую смесь легирующих, модифицирующих, раскисляющих и шлакообразующих компонентов.

Для экономии легирующих компонентов применяют порошковую проволоку и ленточные электроды шириной 20—100 мм. Последние, кроме того, повышают производительность наплавки. Детали наплавляются проволокой диаметром 1—3 мм при сварочном токе 100—250 А. В качестве источника тока используют выпрямители и сварочные генераторы постоянного тока и др.

Положительными сторонами сварки и наплавки под флюсом являются высокая производительность и автоматичность процесса, высокое качество наплавленного металла, стоимость работ значительно ниже, чем при ручной сварке и наплавке, лучшее использование и экономия электроэнергии и электродной проволоки.

К недостаткам следует отнести то, что нагрев изменяет структуру и механические свойства основного металла, детали диаметром менее 45 мм наплавлять затруднительно ввиду стекания шлака с наплавляемой поверхности, необходимо применение дорогостоящих флюсов и специальной

проволоки, требует затрат дополнительного рабочего времени на подготовку флюса.

Для повышения износостойкости и усталостной прочности применяют обычные флюсы с металлическими добавками и упрочнение механическим и электромеханическим способом рабочих поверхностей (шеек), концентраторов напряжения (галтелей, отверстий и др.), ряда основных деталей (шеек коленчатых валов и др.)

Полуавтоматическая и автоматическая сварка и наплавка в среде защитных газов.

При данном виде сварки и наплавки металл в сварочной ванне защищается от кислорода и азота воздуха инертным газом (аргоном, углекислым газом) или водяным паром.

В авторемонтном производстве автоматическую наплавку в среде защитных газов применяют для восстановления деталей из стали, а полуавтоматическую сварку—для ремонта кузовов, кабин и деталей оперения. Для сварки применяют полуавтоматы. Наплавку углеродистых, низколегированных и некоторых марок легированных сталей и чугуна ведут в углекислом газе, а цветных металлов и высоколегированных сталей — в аргоне.

Под действием высокой температуры углекислый газ распадается на окись углерода и на кислород, который может окислять расплавленный металл, поэтому в состав проволоки включают раскислители: кремний и марганец. Наибольшая толщина наплавки за один проход 1,0—2,5 мм. Режим наплавки: сила тока 100—175 А, напряжение 20—26 В и скорость наплавки 25—50 м/ч. В качестве источника сварочного тока применяют выпрямители или преобразователи.

Сварка (наплавка) в среде защитных газов по отношению к ручной электродуговой сварке и сварке и наплавке под слоем флюса имеет следующие преимущества: возможность качественной сварки тонкостенных деталей (толщиной 0,8—2,5 мм); простота способа и возможность его широкого

применения (маневренность) место сварки открыто и можно вести процесс в любом направлении; возможность механизации и автоматизации процессов сварки и наплавки деталей, находящихся в любом пространственно положении не требуется флюс электродная обмазка, а также очистка наплавленного металла от шлаковой корки; уменьшение склонности металла к образованию пор при наплавке на умеренно ржавый металл; дешевая и недефицитная защитная среда; устойчивость наплавляемого металла к трещинам; отсутствие вредных выделений в процессе наплавки и сварки, что создает благоприятные условия для работающих.

По сравнению с наплавкой под слоем флюса наплавка в среде углекислого газа отличается более высокой производительностью процесса. Коэффициент наплавки в последнем случае равен 15—16 г/А-ч, а в первом случае лишь 8—14 г/А-ч. Это объясняется отсутствием потерь тепла на плавление флюса.

Наплавку в среде углекислого газа можно выполнять при ремонте цилиндрических деталей небольшого диаметра 10—40 мм, когда наплавку под слоем флюса и некоторые другие способы наплавки (кроме вибродуговой) применять затруднительно. Преимуществами полуавтоматической электродуговой сварки в среде углекислого газа перед ручной газовой сваркой является также повышенная производительность процесса (в 1,5—2,5 раза) и повышенная производительность труда на 20—70%, а также отсутствие расхода дефицитного карбида кальция для получения ацетилена и отсутствие потребности в кислороде.

К недостаткам способа относятся сравнительно большие потери металла на разбрызгивание и относительно невысокие механические свойства наплавленного металла, необходимость применения специальных сортов электродной проволоки и регулирующих устройств (индуктивности).

Высокое качество сварки обеспечивается при использовании специальной осушенной углекислоты. Для сварки может быть использована обычная пищевая углекислота, содержащая воздух и влагу (воду), что

увеличивает разбрызгивание и снижает механические свойства наплавленного металла. Кроме того, выходящий из баллона газ расширяется и температура его резко понижается. Содержащаяся в пищевом углекислом газе влага может замерзнуть и закупорить каналы газовой аппаратуры. Для того чтобы исключить такое явление на пути подачи газа, необходимо устанавливать подогреватель (электрический) и осушитель — небольшой цилиндр, заполненный веществом, поглощающим влагу (силикагелем).

Электроимпульсная наплавка.

Автоматическая электроимпульсная (вибродуговая) наплавка. Электроимпульсная (вибродуговая) наплавка автомобильных деталей имеет ряд преимуществ перед другими видами наплавки. При вибродуговой наплавке восстанавливаемые детали не получают сильного нагрева, в результате чего химический состав и физико-механические свойства деталей почти не изменяются. Применение охлаждающей жидкости обеспечивает быстрое формирование наплавленного металла, его закалку и получение износостойкой структуры, охлаждение детали и предотвращение ее деформации, а также некоторую защиту металла от окисления. Эта наплавка дает возможность восстановить закаленные поверхности без последующей термической обработки и правки, а также восстанавливать детали из ковкого и серого чугуна. Вибродуговой наплавкой можно наносить слои металла различной толщины—от 0,1 до 3 мм, что нельзя сделать другими видами наплавки. Широкому внедрению этого способа восстановления деталей способствовала также высокая производительность процесса (5—7 г/А·ч) и малое потребление энергии.

Установка для автоматической наплавки деталей состоит из токарного станка, оборудованного редуктором для уменьшения частоты вращения шпинделя, источника тока, наплавочной головки, электрораспределительного устройства и устройства для хранения, выработки и подвода в зону наплавки той среды (жидкости, газа), в которой ведется процесс наплавки. В качестве источников тока используют сварочные преобразователи или преобразователи

для гальванических процессов и селеновые выпрямители, соединенные в группы для обеспечения напряжения 12—18 В. Наплавочная головка, предназначенная для подачи и вибрации электродной проволоки, состоит из механизма подачи электрода с электродвигателем, редуктором и кассетой с проволокой, вибратора с направляющей трубкой для электродной проволоки — мундштуком и опоры с механизмом подъема и поворота головки. В электрораспределительное устройство входят индуктивное сопротивление (дроссель), включенное последовательно в сварочную цепь, и регулятор амплитуды колебаний вибратора и скорости подачи проволоки.

Наплавляемую деталь устанавливают в патрон или центра, а наплавочную головку — на суппорт токарного станка. Электродная проволока с наплавляемой деталью подается подающим механизмом через мундштук, закрепленный на якоре электромагнитного (рис. IX. 19) или на коромысле механического вибратора наплавочной головки. Конец электродной проволоки вместе с мундштуком колеблется с частотой 50—110 кол/с, касаясь и отрываясь от поверхности детали. Касание проволоки вызывает мощный импульс тока короткого замыкания, под действием которого электрод приваривается к детали, т. е. происходит контактная сварка. При отходе мундштука от детали нагретая проволока обрывается, разрывая цепь сварочного тока, и под действием образующихся экстратоков возникает дуговой разряд, который оплавливает приваренную к детали частицу проволоки.

При средней силе тока в цепи 180 А сила импульса тока при коротком замыкании возрастает до 500—600 и даже до 1100—1300 А. При напряжении источника тока до 12—22 В отсутствуют условия горения сварочной дуги, так как напряжение ниже потенциала ионизации среды. В момент размыкания под действием электродвижущей силы самоиндукции напряжение увеличивается до 30—35 В, чем обеспечивается устойчивое горение дуги. По мере отвода электрода от детали ток в цепи падает, электрический (дуговой)

разряд прекращается и наступает период холостого хода, который продолжается до очередного короткого замыкания.

От величины индуктивности зависит характер переноса металла и величины холостого хода. Как было отмечено выше, перенос металла может осуществляться в виде контактной сварки. С увеличением индуктивности металл может переноситься в виде капель, а холостой ход уменьшаться. Таким образом, за один цикл колебания наблюдаются три периода: короткое замыкание, разрыв сварочной цепи и холостой ход.

Наплавку можно выполнять на постоянном, переменном или комбинированном токе. Высококачественные покрытия получают при использовании постоянного тока обратной полярности.

Вибродуговая наплавка имеет ряд преимуществ. К ним следует отнести то, что она обеспечивает высокую твердость и износостойкость восстанавливаемых поверхностей деталей, возможность наплавки закаленных поверхностей без последующей термической обработки и правки. Этот вид наплавки характеризуется высоким коэффициентом наплавки — в 2 раза выше, чем при ручной электродуговой наплавке (таблица 2.1) при относительно несложном технологическом процессе.

Таблица 2.1 – Параметры наплавки

Параметры	Вид наплавки		
	Ручная электродуговая	Автоматическая электродуговая под флюсом	Вибродуговая
Производительность, кг/ч	0,8	3,2	1,0
Коэффициент наплавки, кг/кВт-ч	0,27	0,61	0,49
Покрываемая наплавляемость площадь при толще слоя 2,5 мм, см <sup>2</sup> /мин	6,5	12-15	7,8

Производительность вибродуговой наплавки может быть значительно увеличена (до 3—4 раз), если вести ее на форсированных режимах. Наплавкой можно восстанавливать поверхности как с большим, так и с малым износом, так как толщина наплавляемого слоя металла может колебаться от 0,1 мм до 3 мм. Вибродуговую наплавку применяют для восстановления деталей не только из углеродистых и низколегированных сталей, но также и из серого, ковкого и высокопрочного чугуна. Применяя наплавку серого и ковкого чугуна в два слоя, получают покрытие без пор с минимальным отбелом. Последующую обработку такой наплавленной поверхности можно производить обычными режущими инструментами. Вибродуговая наплавка обладает довольно высокой экономической эффективностью. Стоимость восстановления этим способом в 2—3 раза ниже стоимости восстановления ручной электродуговой наплавкой и не превышает 25% стоимости новой детали.

Недостатками вибродуговой наплавки в жидкости являются появление трещин, пор и растягивающих напряжений. Поры образуются вследствие быстрого перехода металла при охлаждении водой из жидкого состояния в твердое. Поглощенные металлом газы не успевают выделяться. Все это снижает усталостную прочность деталей (до 46%), а также приводит к неравномерной твердости наплавленного слоя и неоднородности микроструктуры металла. Вибродуговой наплавкой в жидкости целесообразно восстанавливать детали, не несущие больших переменных нагрузок. [38]

### 2.3.3. Детонационное напыление

Отличительная особенность детонационного напыления -циклический характер подачи порошка на поверхность обрабатываемой детали со скоростью, превышающей скорость звука. Циклический процесс напыления получают с помощью детонационных установок, принципиальная схема которых представлена на рисунке 2.5.

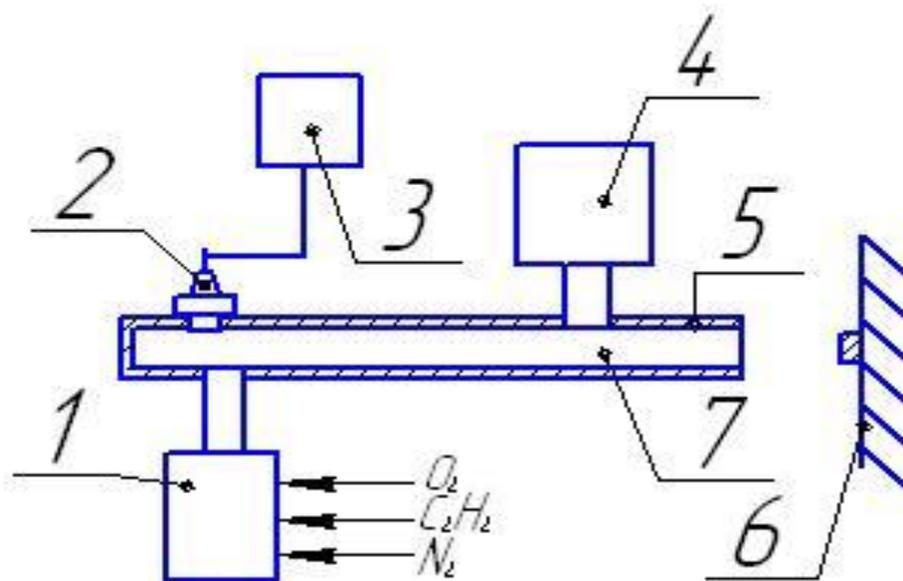


Рисунок 2.5 - Принципиальная схема детонационной установки

В общем виде детонационные установки состоят из блока 4 подачи напыляющего порошка, включающего порошок и дозирующее устройство; блока 1, служащего для образования требуемых газовых смесей и заполнения ими ствола детонационной установки с заданной скоростью; блока поджига 3 и воспламенителя 2, предназначенных для инициирования взрыва рабочей смеси; ствола 5, представляющего собой трубу диаметром 20-50 мм, длиной 1-2,5 м и предназначенного для направленного распространения взрывной волны в сторону открытого конца ствола.

Принцип действия установки состоит в следующем. Из блока 1 газовая смесь подается в ствол 5. Одновременно из порошкового питателя через дозирующее устройство (блок 4) заданными порциями вдувают газом - азотом или воздухом - мелкодисперсный порошок в газовую смесь непосредственно перед ее зажиганием, затем воспламенителем 2 поджигают газовую смесь. В результате воспламенения и перемещения по каналу горючей смеси происходит ее взрыв с выделением значительного количества теплоты и образованием детонационной волны, которая ускоряет и переносит через ствол на поверхность детали 6 напыляемые частицы 7 со скоростью, определяемой геометрией ствола и составом газа.

Процесс формирования покрытий детонационным напылением сложный и недостаточно изучен. Во многом он сходен с процессом плазменного напыления. Сходство заключается в том, что сцепление частиц с подложкой и между собой может происходить в расплавленном, оплавленном и твердом состояниях. Прочность сцепления обеспечивается главным образом за счет напыления расплавленными и оплавленными частицами, которые растекаются и кристаллизуются на поверхности подложки за счет химического взаимодействия. В то же время детонационный процесс напыления в отличие от непрерывного плазменного является циклическим, сообщаящим частицам порошка более высокие скорости, что определяет особенности механизма формирования покрытий.

При детонационном напылении скорость частиц в отличие от плазменного напыления (100-200 м/с) достигает 400-1000 м/с. Поэтому кроме термической активации существенное влияние на механизм и кинетику формирования напыленных слоев оказывает пластическая деформация в зоне соударения частиц и подложки. Однако основной вклад в формирование покрытий при напылении вносит термическая активация. Опыт применения различных способов напыления, в том числе детонационного, доказывает, что для получения удовлетворительного сцепления частиц порошка с основой необходимо, чтобы их значительная часть транспортировалась на подложку в расплавленном или оплавленном состоянии. Представленные в работе экспериментальные исследования по процессу формирования покрытий детонационным напылением показывают, что состояние частиц, находящихся в двухфазном потоке, неоднородно. В начале и середине потока они находятся в расплавленном или оплавленном состоянии, и температура в контакте с подложкой достигает температуры их плавления. При этом за счет теплоты, выделяемой при ударе о подложку частиц, имеющих скорость  $\sim 400$  м/с, температура в зоне контакта повышается примерно на  $100^{\circ}\text{C}$ .

При напылении порошковыми материалами с температурой плавления, превышающей температуру плавления основного металла, происходит подплавление последнего. Так, например, при нанесении покрытий из оксида алюминия  $Al_2O_3$  и порошковыми твердыми сплавами типа ВК на коррозионно-стойкие стали последние подплавляются и перемешиваются с напыляемыми расплавленными частицами порошка, повышая тем самым прочность сцепления. Повышению адгезии, как и при других способах газотермического напыления, способствует предварительная дробеструйная обработка напыляемой поверхности. В этом случае возможно получать прочные связи между напыляемым материалом и подложкой, имеющей твердость выше HRC 60. При напылении первого слоя возможно возникновение пор. При напылении второго слоя частицы порошка деформируют и уплотняют кристаллизующийся первый слой, что способствует устранению или уменьшению пористости. Это явление характерно для детонационного напыления, и авторы работы назвали его эффектом горячего ударного прессования.

Более крупные частицы из конца (хвоста) менее концентрированного потока обладают меньшей скоростью и наносятся на поверхность подложки чаще всего в нерасплавленном виде. При формировании покрытия такие частицы играют двоякую роль: полезную - удаляют дефектные участки ранее нанесенного покрытия, повышая его плотность и физико-механические свойства; вредную - при значительном повышении кинетической энергии крупных частиц в покрытии могут появиться трещины и даже полное его отслоение. Эти явления можно регулировать, изменяя режим скорострельности установки и грануляцию напыляемого порошка. С точки зрения применяемых материалов и оборудования процесс детонационного напыления весьма простой. Основными факторами, определяющими характер детонационного напыления, являются газовая смесь, порошки, ствол установки.

Однако использование этих факторов в технологическом процессе напыления связано с изменением и управлением ряда характерных для каждого из них параметров. Для газовой смеси это состав газовой смеси; доза газовой смеси за один выстрел; состав газовой смеси в стволе между выстрелами.

Для порошка - химический состав порошка; грануляция напыляемого порошка; расположение порошка в стволе в момент поджига смеси; распределение частиц по размерам. Ствол характеризуется геометрическими параметрами: диаметром и длиной.

В свою очередь, перечисленные параметры порождают другие параметры, характеризующие конечное состояние процесса: концентрация, температура и скорость частиц; химический состав среды; температура поверхности подложки.

Таким образом, технологический процесс детонационного напыления является сложным, и качество формирования покрытий зависит от совокупности многочисленных параметров, их поддержания в оптимальных пределах. Рекомендуемые режимы детонационного напыления для некоторых материалов представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Рекомендуемые режимы

Материал	Отношение O <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Глубина загрузки порошка, мм	Дистанция напыления, мм	Навеска порошка, мг	Грануляция, мкм	Длина ствола, м	Диаметр ствола, мм
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >99 %	2,5	750	150	50	20-40	2	20
WC + 8-20 % Co (механическая смесь)	1,2	300	150	200	1-5	1,6	16

WC + 8-20 % Co (гомогенный сплав)	1,2	300	150	200	10-20	1,6	16
75 % Cr <sub>2</sub> C <sub>3</sub> +25 % NiCr	1,2	300	100	200	40-50	2	20

В серийном производстве поддержание оптимальных режимов многопараметрического процесса возможно при условии работы установки в автоматическом режиме.

Автоматическая детонационная установка, представленная на рис. 8, имеет систему электроуправления детонационным оборудованием, состоящую из нескольких блоков управления, обеспечивающих последовательность технологических операций и безопасность работы оператора.

При детонационном напылении можно получать покрытия из любых материалов, тугоплавких соединений, оксидов и др. Для получения износостойких покрытий с целью восстановления деталей применяют оксид алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, самофлюсующиеся сплавы ПГ-СР, СНГН, ВСНГН (65% WC и 35% СНГН).

Для повышения износостойкости используют карбиды вольфрама WC, титана TiC, хрома Cr<sub>2</sub>C<sub>3</sub>, борид хрома CrB<sub>2</sub> с добавками 8-20% Ni или Co.

При детонационном напылении практически можно получить слои значительной толщины, но наибольшей прочностью сцепления обладают напыленные покрытия толщиной 0,2-0,4 мм (130-160 МПа). Поэтому наиболее рационально восстанавливать детали с небольшими износами. Скорострельность детонационного напыления составляет 1-5 выстрелов в секунду. Толщина покрытия в центре металлизационного пятна, наносимого за один выстрел, зависит от дозы порошка, подаваемого в ствол, и обычно составляет 8-20 мкм при площади покрытия 4-6 см<sup>2</sup>. При напылении самофлюсующимися сплавами обычно применяют порошки с диаметром

частиц 7-70 мкм. Шероховатость после нанесения детонационных покрытий составляет, как правило,  $Ra = 3\text{-}4$  мкм.

Производительность детонационного напыления (10- 60 см<sup>2</sup>/мин) ниже плазменного (до 100 см<sup>2</sup>/мин). Повышение производительности связывают с дальнейшим совершенствованием процесса детонационного напыления и его оборудования. Применение диаметра ствола свыше 25 мм влечет за собой снижение качества формирования покрытий, а использование диаметра ствола свыше 50 мм не рекомендуется по соображениям техники безопасности.

За счет уменьшения длины ствола, а следовательно, сокращения времени его заполнения рабочей смесью можно повысить скорострельность. Однако сокращение времени заполнения ствола и уменьшение его длины (до 400 мм) возможно при использовании легкоплавких металлических порошков. Для получения качественных покрытий напылением более тугоплавкими сплавами требуется длина ствола ~2000 мм.

За счет применения многоствольных установок производительность можно повысить в несколько раз. В то же время из-за технических трудностей, связанных с управлением сразу несколькими стволами, эти установки пока что не нашли практического применения.

Детонационное напыление получает распространение в различных отраслях народного хозяйства как для упрочнения поверхностей новых деталей, так и для восстановления изношенных. Этому способствует выпуск установок для автоматического детонационного напыления: УДН-2, «Гамма», «ГРОМ», «Союз», УДГ-Н2-30, УДГ-Д2-4 [25].

Детонационное напыление применяют для упрочнения различных видов инструмента, штампов, коленчатых валов и блоков цилиндров двигателей. Для восстановления изношенных деталей детонационное напыление пока применяют ограниченно, главным образом для нанесения покрытий на посадочные места под подшипники. Отдельные исследования по восстановлению коленчатых валов автотракторных двигателей пока не дали

желаемых результатов. В то же время испытания ряда упроченных и восстановленных деталей в условиях эксплуатации, а также опыт зарубежных фирм показывают, что более широкое внедрение детонационного напыления в производство позволит получить значительный технико-экономический эффект.

Вывод: выбираем способ восстановления- детонационное напыление, т.к. он является самым надежным.

#### 2.4. Маршрут восстановления распределительного вала

Распределительный вал относится к классу деталей «круглые стержни» и следовательно последовательность его восстановления должна содержать такие операции, как правка центровых отверстий, правка вала, механическая обработка поверхностей, подлежащих восстановлению, направленная на исправление геометрической формы тела, наплавка поверхностей, механическая обработка наплавленных поверхностей.

План технологических операций восстановления распределительного вала автомобиля КамАЗ:

005. Токарная. Полировать поверхности передней, средней и задней опорных шеек.

010.Прессовая. Правка вала до выведение погнутости.

015.Токарная. Правка центровых отверстий.

020.Горизонтально- фрезерная. Фрезеровать шпоночный паз на ремонтный размер.

025.Слесарная. Зачистить заусеницы после фрезеровки шпоночного паза.

030.Круглошлифовальная. Шлифовать поверхность шейки, выдерживать размер и шероховатость.

035.Круглошлифовальная. Шлифовать поверхность кулачка, выдерживать размер и шероховатость.

040.Детонационное напыление. Нарпылить шейку до необходимого размера.

045.Детонационное напыление .Напылить покрытий на изношенную поверхность кулачка.

050.Круглошлифовальная (черновая). Шлифовать напыленную шейку выдерживать размер и шероховатость.

055.Круглошлифовальная (черновая). Шлифовать напыленный кулачок, выдерживать размер и шероховатость.

060.Круглошлифовальная (чистовая). Шлифовать напыленную шейку и кулачок до размера по рабочему чертежу.

065.Круглошлифовальная (чистовая). Шлифовать напыленный кулачок, выдерживать размер и шероховатость.

070. Контрольно- измерительная. Измерить величину шеек и кулачков.

2.5. Анализ возможных схем работы с клиентом на ООО «Рассвет» (на примере восстановления распределительного вала)

Ранее на предприятии, как говорилось выше, выполняли в основном государственные заказы. Ввиду реорганизации ООО «Рассвет», возникла потребность в организации работы с клиентами. Так как ранее работа с клиентами никак не была организовано, начнем с самого начало, с пункта обращения на предприятие.

Возможных схем работы с клиентом большое множество, но в данном дипломном проекте разработана такая схема, которая подойдет именно ООО «Рассвет».

После того, как клиент обратился на предприятие с целью выяснения причины поломки, ТС поступает на пост приемки, где необходимо грамотно

оценить объем предстоящего ремонта (перечень работ и услуг, расходные материалы и запасные части), предварительно оценить стоимость и определить порядок следования автомобиля по участкам и постам автосервиса. От того насколько точно и корректно предварительная оценка предстоящего ремонта совпадает с окончательной ценой выполненного ремонта зависит отношение клиента к данной фирме, его доверие и желание постоянно пользоваться ее услугами. Комплексная предварительная проверка позволяет исключить и возможные недоразумения по поводу якобы возникших новых неисправностей или повреждений после посещения данного автосервиса.

Правильная организация работы на участке приемки автомобилей позволяет решать вышеперечисленные задачи и систематизировать процесс обслуживания автомобиля в оптимальном режиме. Кроме того, престиж ООО «Рассвет» зависит не только от квалификации сотрудников и их отношения к клиентам, но и от методов работы с клиентом и его автомобилем, от уровня технической оснащенности предприятия. А так как данное предприятие работает по так называемым "нормо-часам", то предварительное определение перечня работ крайне важно.

После участка приемки автомобиль попадает на участок мойки, где производят обязательную техническую мойку, перед постом разборки двигателей (агрегатов). По-настоящему аффективная работа участка требует и оборудования профессионального класса. Его главная характеристика - высокая надежность. Минимальная комплектация моечного поста - ручная мойка высокого давления (возможна установка нескольких), пылесос (возможна установка нескольких), система рециркуляции и очистки воды.

Пост разборки двигателей (агрегатов) имеет очень большое значение, т.к. трудоемкость разборочных работ в процессе капитального ремонта автомобилей и агрегатов составляет 10... 15 % общей трудоемкости ремонта. Разборку автомобилей и агрегатов выполняют в последовательности, предусмотренной картами технологического процесса, используя указанные в

них универсальные и специальные стенды и оснастку. Степень разборки определяется видом ремонта и техническим состоянием объектов разборки. Технологическая разборка двигателя представлена на рисунке 2.6.

После поста №11 «Дефектация деталей» детали разбираются на некоторые группы: те, которые отправляются в склад ремонтного оборудования (детали, подлежащие ремонту), склад исправных деталей (детали, которые не нуждаются в ремонте) и на склад утиля (отправляются негодные к ремонту детали).

До поста №11 все ТС проходят один и тот же путь. После дефектации деталей, обнаруживается поломка (в нашем случае) распределительного вала. В этот момент перед клиентом встает выбор. Поврежденный распределительный вал можно либо восстановить, либо заменить на новый. У каждого выбора есть свои плюсы и свои минусы.

Покупка нового распределительного вала, очень дорогостоящая процедура, зато ресурс его выработки 100%. А восстановление обойдется процентов на 50 дешевле от стоимости нового, а его ресурс составит 80%. Преимущества восстановления очевидно, но каждый клиент делает выбор сам. После восстановления или покупки нового распределительного вала, следует пост комплектовки. Комплектование деталей представляет собой процесс подбора полного комплекта деталей, входящих в состав узла, агрегата или машины. Основная цель комплектования — это уменьшение до минимума подгоночных работ при сборке узлов, агрегатов и машин, а также повышение производительности труда рабочих на сборке. Комплектование узлов и агрегатов производят согласно комплектовочной ведомости из новых, восстановленных и признанных годными к дальнейшей эксплуатации деталей. В комплект подбирают детали, соответствующие требованиям технических условий. Процесс комплектования деталей включает предварительный подбор деталей по размерам, массе и другим параметрам, а также выполнение определенных слесарно-подгоночных операций. Слесарно-подгоночные работы выполняют в процессе предварительной сборки (запрессовка и

обработка втулок шатунов, подгонка зазоров в замках поршневых колец, притирка клапанов и т. д.). Процесс комплектования деталей проводят в определенной последовательности. Обычно комплектуют узлы, а затем из собранных узлов — агрегаты. Подбор деталей для узла начинают с основной (базовой) детали комплектуемого узла. Затем подбирают сопряженные с ней детали. Мелкие детали (прокладки, болты, гайки, шайбы, шплинты и др.) комплектуют по количеству для каждого узла. Подобранные узлы и детали укладывают в специальную тару и отправляют на рабочие места сборки.

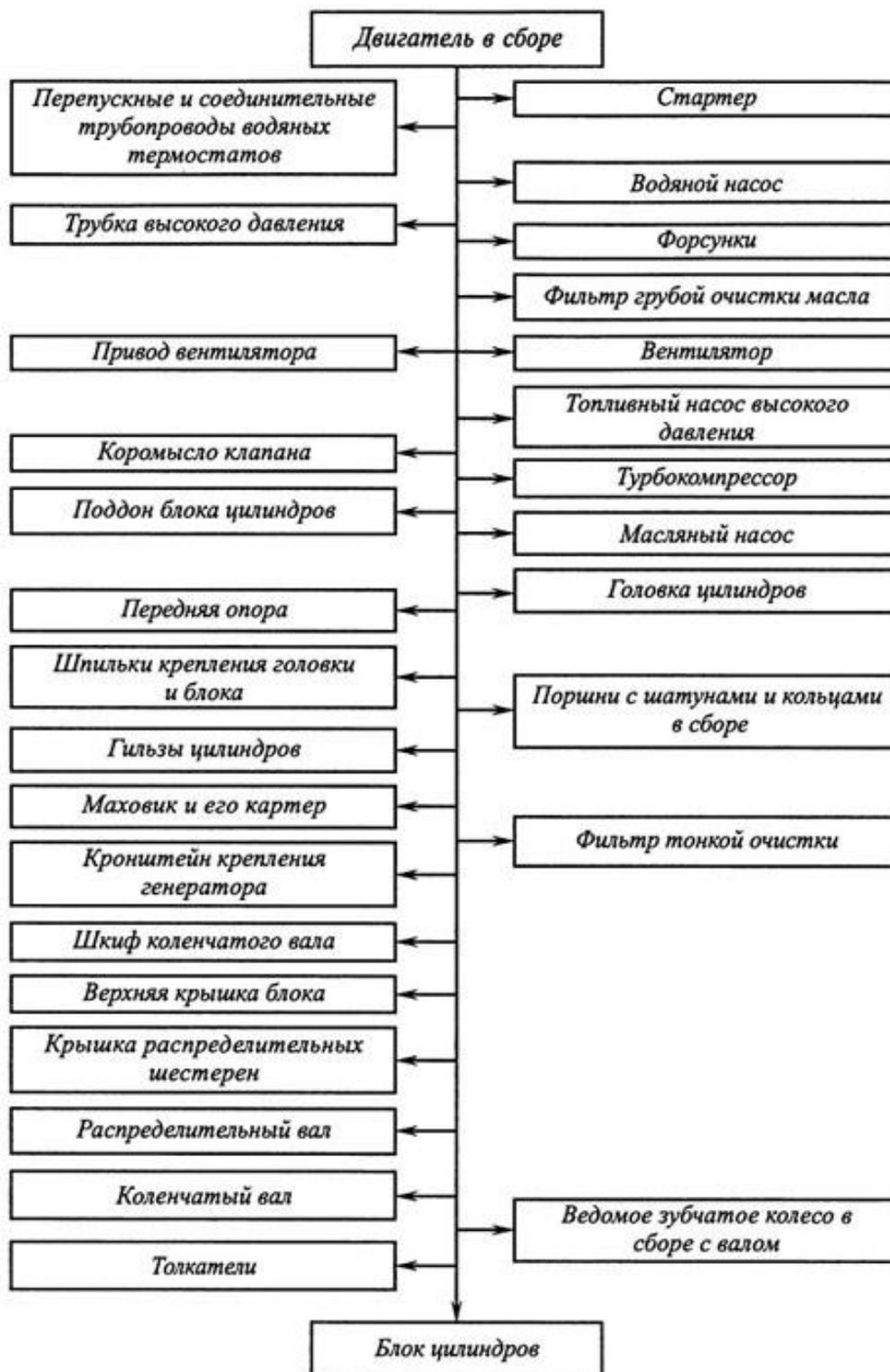


Рисунок 2.6 - Технологическая разборка двигателя

После сборки двигателей (агрегатов) необходимо сделать обязательную обкатку. Основная приработка поверхностей трения происходит в первые часы работы двигателя, поэтому очень важно создать в эти часы его работы условия, благоприятные для приработки поверхностей трения без задиров ,

заеданий и усиленных износов, а также подготовить их к восприятию без повреждений нормальных эксплуатационных нагрузок. Эта задача выполняется соответствующей обкаткой двигателя, во время которой:

а) сглаживаются и подравниваются выступающие шероховатости на поверхностях трения, образовавшиеся при их механической обработке, в результате чего во много раз увеличиваются опорные площади соприкасающихся поверхностей и соответственно уменьшаются удельные давления между ними;

б) устраняется вредное влияние неизбежно получающихся в результате механической обработки разного рода отклонений от правильной геометрической формы поверхностей трения на качество их прилегания за счет местного и постепенного износа этих поверхностей в местах соприкосновения; это также приводит к снижению удельных давлений между соприкасающимися поверхностями;

в) повышается износостойкость поверхностей трения за счет тех изменений, которые претерпевают поверхностные слои металла в процессе обкатки. Это влияние обкатки на повышение износостойкости поверхностей трения подтверждается тем, что двигатели, одинаковые по конструкции, качеству изготовления, материалам отдельных деталей и узлов, в зависимости от режимов обкатки и применяемых при этом масел, изнашиваются затем в эксплуатации по-разному.

Таким образом, в результате обкатки создаются все необходимые условия для того, чтобы поверхности трения могли воспринимать и передавать нормальные эксплуатационные нагрузки. Поэтому обкатку следует рассматривать как неотъемлемую технологическую операцию всего ремонтного цикла, являющуюся последним и самым тонким процессом обработки поверхностей трения перед нормальной эксплуатацией двигателя.

Надо твердо помнить, что долговечность двигателя зависит не только от качества произведенного ремонта, но также и от надлежащей обкатки его:

как бы хорошо не был отремонтирован двигатель, без предварительной обкатки он будет недолговечным.

В целях сокращения времени пребывания двигателя в (ремонте, процесс обкатки его разбивается на два этапа: первый этап обкатки проводится ремонтным предприятием (производственная обкатка); второй этап— на автомобиле, самим потребителем (эксплуатационная обкатка).

Во время производственной обкатки в основном завершаются процессы сглаживания шероховатостей на поверхностях трения и их упрочнение (повышение износостойкости), в результате чего они готовятся к восприятию умеренных эксплуатационных нагрузок.

После обкатки возможно устранение небольших дефектов, если такие возникают. Далее необходимы обязательные контрольные испытания. При этом частично разбирают двигатель (снимают картер, головку) и осматривают основные детали, освобождают (поочередно) шатунные подшипники, определяют правильность прилегания подшипников к шейкам вала, состояние рабочей поверхности цилиндров, проверяют посадку пальца во втулке верхней головки шатуна. При проведении контрольного осмотра не рекомендуется вынимать поршень из цилиндра и поворачивать его в цилиндре, так как при этом может измениться положение приработанных поверхностей колец к цилиндрам. Контрольный осмотр позволяет не только обнаружить дефекты у данного двигателя, но и определить, в каких участках технологического процесса, принятого на данном ремонтном предприятии, допускаются неточности и отступления от технических условий.

После контрольных испытаний, если двигатель не прошел проверку, то он отправляется обратно на пост №8 «Разборка двигателей на детали» и цикл начинается заново, но такие явления довольно редкие, особенно для такого предприятия, как ООО «Рассвет», у которого есть многолетний опыт по восстановлению деталей. Если же двигатель проходит контрольные испытания, то он отправляется на пост «Окрашивание деталей». Здесь же происходит маркировка восстановленных деталей. Это необходимо для

ведения учета отремонтированных деталей, чтобы в случае обращения клиента снова на данное предприятие, мастер мог узнать историю данного автомобиля, которая введется в специальной программе.

Приемка двигателей (агрегатов) отделом технического контроля. Отдел технического контроля (ОТК) — самостоятельное подразделение производственной организации, которое осуществляет независимый контроль соответствия продукции установленным требованиям и гарантирует это соответствие потребителю. Отдел технического контроля подчиняется высшему руководству организации, что обеспечивает независимость контроля.

Требования к продукции устанавливаются в договорах. Факт приёмки продукции ОТК и гарантийные обязательства организации отражаются в паспорте продукции (или в другом заменяющем его документе: сертификате, ярлыке, этикетке, свидетельстве о приёмке, руководстве по применению). И только после подтверждения ОТК ТС попадает на пост выдачи.

Выдача автомобиля заказчику производится только после полной оплаты услуг по ремонту (за исключением юридических лиц, имеющих иные договорные условия). Представителю юридического лица автомобиль выдаётся только при наличии доверенности или печати. Заказчику предоставляется заказ-наряд с перечнем заменённых запасных частей и выполненных работ, а также налоговая накладная. Мастер-приемщик обязан дать разъяснения по выполненному ремонту и его стоимости, а также по невыполненному ремонту, затребованному заказчиком. Все заменённые запасные части передаются заказчику (кроме гарантийных случаев).

Прохождение всех постов должно соблюдаться в именно в той последовательности, в какой указано на чертеже А1- Схема движения заказов.

На первый взгляд, может показаться, что в данной схеме нет ничего сложного и все посты последовательны, но может возникнуть ряд проблем, если не отслеживать на какой стадии находится ТС и двигатель (агрегат).

С этой задачей может справиться только полная автоматизация предприятия. В настоящее время много всевозможных программ. Но остановим свой выбор на самой распространенной в России системе автоматизации бизнес процессов 1С.

Необходим программный продукт, который решит все наши задачи, а это:

- Отслеживание нахождения ТС или двигателя (агрегата) в любой момент времени;
- Учет применяемости запчастей и работ к автомобилям, моделям;
- Учет выполняемых работ (по ремонту автомобилей);
- Возможность использования составных работ;
- Возможность загрузки справочников нормо-часов по работам из других справочников;
- Наличие эффективного механизма ценообразования работ, гибкая система скидок на работы и запчасти;
- Контроль над движением и списанием запчастей;
- Масштабируемость под размеры предприятия и используемые бизнес-процессы;
- Взаиморасчеты с заказчиками;
- Планирование и контроль выполнения работ;
- Расчет зарплаты исполнителям за выполненные работы;
- Хранение справочников нормо-часов выполняемых работ;
- Оперативное составление Заказ – наряда, с указанием работ и необходимых для их выполнения запчастей;
- Хранение истории по ремонту автомобиля;
- Аналитический блок, позволяющий оперативно получать всю необходимую информацию руководителям и другим сотрудникам автосервиса;
- Оперативная передача данных в решения регламентного учета.

Наши задачи может решить программа 1С БИТ: «Управление автосервисом 8». Ключевые возможности этой программы:

- Мощный механизм ценообразования работ, гибкая система скидок на работы и запчасти
- Использование составных работ, возможность привязки запчастей к работам
- Подбор аналогов запчастей и работ
- Возможность загрузки справочников нормо-часов по работам из других источников (например, Autodata)
- Работа с группой складов
- Учет применяемости запчастей к автомобилям, моделям
- Логистика запчастей осуществляется созданием типовых документов типовых решений
- Все документы по запчастям (резервирование, заказ поставщикам, перемещение, списание в производство) создаются и автоматически заполняются из единого центра – документа Заказ-наряд
- Возможность использования резерва запчастей по сериям и партиям
- Контроль всех движений запчастей с записью истории движений и ответственных лиц
- Полный контроль выполнения работ на всех этапах
- Расчет зарплаты исполнителей по сумме выполненных работ с учетом тарификации, по закрытым нормо-часам, по фактическому времени выполнения работ
- Обмен с другими конфигурациями производится типовыми механизмами 1С (Например, с 1С: Бухгалтерия 8)

Теперь рассмотрим более подробно возможности и функционал, подобранного нами программного обеспечения.

В панели задач, есть опция – «Операции», как видно из Приложения 1, рисунок 2., здесь отражаются различные документы, отчеты, планы счетов, бизнес-процессы, задачи, различные регистры, здесь же выполняется проводка документов. В подразделе «Планирование» возможно планировать наши работы с указанием исполнителя, самой работы и в этом же пункте происходит отражение «Стадии работы», которое можно просмотреть в любой момент. Так же в этом пункте меню, возможно, менять местами заказы, если это необходимо, просматривать все запланированные работы и те, которые уже выполнены и хранятся в архиве.

В пункте меню «Справочники» просматриваются «Запасные части» (Приложение 1, рисунок 3). Здесь присутствуют номенклатура запасных частей, замены, применяемость к моделям, статусы и группы статусов. Этот пункт помогает нам подобрать запчасти, если клиент изъявил желание, не восстанавливать деталь, а купить новую.

Так же в пункте меню «Справочники» есть раздел «Автосервис» (Приложение 1, рис.4). в данном пункте есть все перечни по видам, проводимых предприятием работ, по автомобилям и их моделям, по складам, по статусам заказ-нарядов (запланирован, в работе, исполнен), по исполнителям.

В пункте «Документы» ,есть подпункт «Заказ-наряды». При открытии данного документа возможно просматривать все заказ-наряды, и видеть дату создания документа, сумму работы, валюту, по которой рассчитывается клиент, самого клиента, плательщика, дату открытия и закрытия документа, склад, подразделения и ответственного за данный заказ-наряд (Приложение 1, рисунок 5-6). В этом же пункте можно отслеживать маркетинг по виду обращения клиента, чтобы знать в какой вид рекламы предприятию стоит вкладывать больше денег (Приложение 1, рисунок 7). Так же здесь выбирается марка автомобиля из уже имеющегося справочника (Приложение 1, рисунок 8), это облегчает работу мастеров, особенно если данный автомобиль обслуживается у нас не первый раз. В закладке «Запчасти все» выбираем

необходимые нам, где отражаем и их количество, и сумму, потраченную на них (Приложение 1, рисунок 9). В закладке «Работы» просматривается стадия той или иной работы, что очень важно для отслеживания процесса работ (Приложение 1, рисунок 10). Чаще всего работы происходят аналогичные, и в данной программе можно хранить все виды работ по той или иной марке автомобиля. Чтобы не «изобретать велосипед заново» и сократить время, можно просто в закладках сформировать работы по определенной марке автомобиля (Приложение 1, рисунок 11). А в закладке «Дополнительно» просматривается дополнительная информация о клиенте, ответственном за работу и оказываемой услуге (Приложение 1, рисунок 12).

Одной из сложностью, с которой сталкиваются автосервисы- это расчет заработной платы сотрудников. В пункте «Документы» есть возможность расчета зарплаты по всем формам, которая привязана к работам того или иного сотрудника.

Так же есть возможность просматривать продажи (Приложение 1, рис.13), закупки (Приложение 1, рисунок 14) и запасы на складе (Приложение 1, рисунок15).

В пункте меню «Отчеты» возможность формирование отчетов для руководителей предприятия, такие как анализ продаж, расход деталей, срез планирования и по оставшимся и израсходованным запасам на складе (Приложение 1, рисунок 16).

В данном дипломном проекте, рассмотрены только часть возможностей предлагаемого программного обеспечения.

Еще одна из ключевых задач, это то, каким образом будет поступать информация о статусе выполнения той или иной работы в программу.

Как известно (от руководства предприятия ООО «Рассвет»), у всех сотрудников предприятия есть индивидуальные карты с уникальным штрихкодом. Простое решение - это установка СКУД (Система Контроля Управления Данными) на каждом посту. Затраты на установку таких

считывающих устройств минимальны и у них возможна настройка обмена с программой 1С БИТ: Управление автосервисом.

При получения детали на свой пост мастер просто проводит своей картой по СКУД и в программе моментально отражается, что на такой то пост поступила деталь и она находится в работе. После проделанной работы, мастер снова проводит картой и в программе отражается, что на данном участке работа завершена. Такое отслеживание выполнения статуса работы позволит нам очень сильно повысить лояльность клиентов, что весьма необходимо в условиях нынешней конкуренции.

Работа с клиентами в данной работе отражена в достаточном объеме, теперь вернемся к восстановлению распределительного вал, к ремонту которого нам необходимо подобрать оборудование, инструменты, назначить припуски и рассчитать режимы резания и нормы времени.

2.6. Выбор оборудования, инструментов, технологической оснастки, назначение припусков, расчет режимов резания и норм времени.

Чтобы назначить припуски и рассчитать режимы резания и нормы времени, необходимо сначала выбрать оборудование. А цены, выбранного оборудования, позволят в дальнейшем нам рассчитать экономические показатели.

Таблица 2.6 – Цены на оборудование

№	Название	Модель	Габариты	Кол-во	Стоимость
1	Токарный станок с ЧПУ	СКЕ 6156Z	2580x1750x1620	1	947 000 руб
2	Высокоскоростной полуавтоматический шлифовальный станок для обработки распределительных валов	MBS8312 ×12	4400 x2450 x2200	1	700 000 руб

3	Пресс гидравлический для правки коленчатых, распределительных валов и др.	CP150	200x70x110	1	300 000 руб
4	Горизонтальный фрезерный станок	6Т83	2570 x2252 x1770	1	1 350 000 руб
5	Верстак слесарный	ВС-3МФ-ТДД-Э	1900x720x1100	1	43 000 руб
6	Детонационная установка	ГРОМ-3М	1400x2000	1	1 000 00 руб
7	Стол для приспособлений		1200x600x920	1	12 000
8	Шкаф для инструмента		670x630x1530	1	15 000

### 2.6.1. Назначение припусков и допусков на обрабатываемые поверхности.

Слой металла снимают в процессе механической обработки для получения детали соответствующей чертежу называется, припуском на обработку.

Припуски различают общие и промежуточные (межоперационные). Общим припуском называют слой материала, снимаемый при выполнении всех технологических переходах при обработке данной поверхности до размера по чертежу. Общий припуск определяется как сумма межоперационных припусков.

Так как при обработке размеры не могут точно выдержанны то возникает необходимость ограничить отклонения от заданных размеров заготовок и точность обработки поверхностей на промежуточных операциях. Такие отклонения устанавливаются с помощью операционных допусков.

Общий припуск при конкретной операции складывается из величины номинального припуска и величины допуска предшествующей операции.

Для того чтобы после наплавки и последующей обработке под номинальный размер по чертежу поверхность состояла из однородного (наплавленного слоя) рекомендуется перед наплавкой проточить поверхность с уменьшение диаметра от номинального на 1 мм.

Припуски на все операции указаны в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Припуски на операции

№ дефекта	Устраняемый дефект	Поверхность	Технологические переходы обработки	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мкм
1	Правка центровых отверстий		Точение	15,5	-	-
2	Износ промежуточных опорных шеек	Б	Изношенная поверхность	Ø53,87	-	-
			Точение	Ø52,93 <sup>-0,053</sup>	0,94	53
			Шлифовать предварительно	Ø52,71 <sup>-0,046</sup>	0,22	46
			Напыление	Ø54,22 <sup>-0,1</sup>	1,5	100
			Шлифование черновое	Ø54,00 <sup>-0,085 -0,105</sup>	0,25	85
			Шлифование чистовое	Ø53,8 <sup>-0,085 -0,105</sup>	0,15	85
3	Износ задней опорной шейки	Б	Изношенная поверхность	Ø41,90	-	-
			Точение	Ø41,01 <sup>-0,08</sup>	0,89	80
			Шлифовать предварительно	Ø40,81 <sup>-0,07</sup>	0,2	70
			Напыление	Ø42,31 <sup>-0,1</sup>	1,5	100
			Шлифование черновое	Ø41,99 <sup>-0,05</sup>	0,32	50
			Шлифование чистовое	Ø41 <sup>-0,085 -0,105</sup>	0,19	85

4	Износ кулачков по вершине	Г	Изношенная поверхность	43,98	-	-
			Точение	43,18 <sup>-0,12</sup>	0,8	120
			Шлифовать предварительно	42,95 <sup>-0,15</sup>	0,23	150
			Напыление	44,45 <sup>-0,1</sup>	1,5	100
			Шлифование черновое	44,16 <sup>-0,25</sup>	0,25	250
			Шлифование чистовое	44,1 <sup>-0,25</sup>	0,06	250
	Износ кулачков по профилю	Д	Изношенная поверхность	36,68	-	-
			Точение	36,28 <sup>-0,12</sup>	0,4	120
			Шлифовать предварительно	36,17 <sup>-0,15</sup>	0,11	150
			Напыление	37,67 <sup>-0,1</sup>	1,5	100
			Шлифование черновое	37,16 <sup>-0,25</sup>	0,51	250
			Шлифование чистовое	37 <sup>-0,05</sup>	0,16	50
6	Смятие шпоночного паза	Е	Изношенная поверхность	4,9	-	-
			Фрезеровать шпоночный паз на ремонтный размер	5,5 <sup>-0,010</sup> <sub>-0,055</sub>	0,5	10

## 2.6.2.Выбор режущего инструмента на все операции

Таблица 2.8 - Выбор режущего инструмента

Номер операции	Операция	Название инструмента	Материал режущей части	Обозначение
005	Токарная чистовая	Шкурка шлифовальная		Д2 725×50 ГОСТ 13344-79
		Шкурка шлифовальная бумажная водостойкая	15А-электрогрунт белый; 5-зернистость; НМ-твердость- мягкая;	1Э725×50 лог 15А5НМА ГОСТ 5009-75
015	Токарная черновая	Резец проходной упорный прямой из твердого сплава	титановольфрамовый сплав с содержанием 5% титана и 10% кобальта, остальное карбид вольфрама.	Резец 2141-0201 Т5К10 ГОСТ 18884-73
020	Фрезерная	Фреза дисковая пазовая		Фреза 100x10x32 P6M5 Z=20 2250-0011 Гост 3964-69
025	Слесарная	Напильник общего предназначения		2820-0015 ГОСТ1465-80

030	Круг шейки	Круг шлифовальный общего применения прямого профиля	23А-электрогрунт белый; 40-зернистость; СТ-твердость-среднетвердая; номер структуры-5	ПП 600-63-305 23А 40-25 СТ16-К1 ГОСТ 8421-83
035	Круг шлиф кулачка	Круг шлифовальный общего применения прямого профиля	23А-электрогрунт белый; 40-зернистость; СТ-твердость-среднетвердая; номер структуры-5	ПП 600-63-305 23А 40-25 СТ16-К1 ГОСТ 8421-83
050	Кругшлиф черновое шейку	Круг шлифовальный общего применения прямого профиля	23А-электрогрунт белый; 40-зернистость; СТ-твердость-среднетвердая; номер структуры-5	ПП 600-63-305 23А 40-25 СТ16-К1 ГОСТ 8421-83
055	Кругшлиф черновое кулачок	Круг шлифовальный общего применения прямого профиля	23А-электрогрунт белый; 40-зернистость; СТ-твердость-среднетвердая; номер структуры-5	ПП 600-63-305 23А 40-25 СТ16-К1 ГОСТ 8421-83
060	Круглошлиф чистовое шейку	Круг шлифовальный общего применения прямого профиля	23А-электрогрунт белый; 40-зернистость; СТ-твердость-среднетвердая; номер структуры-5	ПП 600-63-305 23А 40-25 СТ16-К1 ГОСТ 8421-83

065	Кругл чистовое кулачек	Круг шлифовальный общего применения прямого профиля	23А-электрогрунт белый; 40- зернистость; СТ- твердость- среднетвердая; номер структуры-5	ПП 600-63-305 23А 40-25 СТ16-К1 ГОСТ 8421-83
-----	---------------------------	--	---	---

### 2.6.3. Расчет режимов резания и восстановления

Правка центровых отверстий:

Сверло 2317-0117 Т5К10 ГОСТ 14952-75.

Глубина резания:

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 5 = 5 \text{ мм.}$$

Подача:

$$s = 0,1 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания:

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 31}{3,14 \cdot 5} = 1937 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

где  $D$  – диаметр обработки.

Принятая частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{пр}} = 1600 \text{ об/мин.}$$

Уточненная скорость резания:

Крутящий момент:

Осевая сила:

Требуемая мощность двигателя:

Шлифовние кулачка (черновое):

Диаметр 44,665 мм.

По таблицам:

$$V_k = 20 \text{ м/с.}$$

$$V_z = 20 \text{ м/мин.}$$

$$S_{\text{ПР}} = 0,025 \text{ мм/дв.х.}$$

$$\text{Ширина круга } B = 63 \text{ мм.}$$

Расчет минутной подачи круга:

$$S = (0,3 \dots 0,7)B = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 54} = 117 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

об./мин, принимаем  $n = 110$  об./мин.

$$S_m = S \cdot n = 18,9 \cdot 110 = 2079 \text{ мм/мин.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_y = C_N \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot d^q = 1,3 \cdot 0,025^{0,85} \cdot 18,9^{0,7} \cdot 20^{0,75} \cdot 60^0 = 4,18 \text{ кВт.}$$

Шлифовние шейки (черновое):

Диаметр 54мм.

По таблицам:

$$V_k = 25 \text{ м/с.}$$

$$V_z = 20 \text{ м/мин.}$$

$$S_{\text{ПР}} = 0,025 \text{ мм/дв.х.}$$

$$\text{Ширина круга } B = 63 \text{ мм.}$$

Расчет минутной подачи круга:

$$S = (0,3 \dots 0,7)B = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 54} = 117 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

об./мин, принимаем  $n = 110$  об./мин.

$$S_m = S \cdot n = 18,9 \cdot 110 = 2079 \text{ мм/мин.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_9 = C_N \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot d^q = 1,3 \cdot 0,025^{0,85} \cdot 18,9^{0,7} \cdot 20^{0,75} \cdot 60^0 = 4,18 \text{ кВт.}$$

Шлифовные шейки (черновое):

Диаметр 42 мм.

По таблицам:

$$V_k = 25 \text{ м/с.}$$

$$V_z = 20 \text{ м/мин.}$$

$$S_{\text{пр}} = 0,025 \text{ мм/дв.х.}$$

$$\text{Ширина круга } B = 63 \text{ мм.}$$

Расчет минутной подачи круга:

$$S = (0,3 \dots 0,7)B = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 42} = 151 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

об./мин, принимаем  $n = 110$  об./мин.

$$S_m = S \cdot n = 18,9 \cdot 110 = 2079 \text{ мм/мин.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_9 = C_N \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot d^q = 1,3 \cdot 0,025^{0,85} \cdot 18,9^{0,7} \cdot 20^{0,75} \cdot 60^0 = 4,18 \text{ кВт.}$$

Шлифовные кулачка (чистовое):

Диаметр 44,665 мм.

По таблицам:

$$V_k = 25 \text{ м/с.}$$

$$V_z = 20 \text{ м/мин.}$$

$$S_{\text{пр}} = 0,025 \text{ мм/дв.х.}$$

$$\text{Ширина круга } B = 63 \text{ мм.}$$

Расчет минутной подачи круга:

$$S = (0,3 \dots 0,7)B = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 54} = 117 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

об./мин, принимаем  $n = 110$  об./мин.

$$S_m = S \cdot n = 18,9 \cdot 110 = 2079 \text{ мм/мин.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_9 = C_N \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot d^q = 1,3 \cdot 0,025^{0,85} \cdot 18,9^{0,7} \cdot 20^{0,75} \cdot 60^0 = 4,18 \text{ кВт.}$$

Шлифовные шейки (чистовое):

Диаметр 54мм.

По таблицам:

$$V_k = 30 \text{ м/с.}$$

$$V_z = 20 \text{ м/мин.}$$

$$S_{\text{ПР}} = 0,01 \text{ мм/дв.х.}$$

$$\text{Ширина круга } B = 63 \text{ мм.}$$

Расчет минутной подачи круга:

$$S = (0,3 \dots 0,7)B = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 54} = 117 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

об./мин, принимаем  $n = 110$  об./мин.

$$S_m = S \cdot n = 18,9 \cdot 110 = 2079 \text{ мм/мин.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_9 = C_N \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot d^q = 1,3 \cdot 0,01^{0,85} \cdot 18,9^{0,7} \cdot 20^{0,75} \cdot 60^0 = 1,9 \text{ кВт.}$$

Шлифовные шейки (чистовое):

Диаметр 42мм.

По таблицам:

$$V_k = 30 \text{ м/с.}$$

$$V_z = 20 \text{ м/мин.}$$

$$S_{\text{ПР}} = 0,01 \text{ мм/дв.х.}$$

$$\text{Ширина круга } B = 63 \text{ мм.}$$

Расчет минутной подачи круга:

$$S = (0,3 \dots 0,7)V = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

Расчет частоты вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 42} = 151 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

об./мин, принимаем  $n = 110$  об./мин.

$$S_m = S \cdot n = 18,9 \cdot 110 = 2079 \text{ мм/мин.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_e = C_N \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot d^q = 1,3 \cdot 0,01^{0,85} \cdot 18,9^{0,7} \cdot 20^{0,75} \cdot 60^0 = 1,9 \text{ кВт.}$$

*Фрезерование паза:*

$$t = 8 \text{ мм}$$

$$S_z = 0,06 \text{ мм}$$

$$T = 60 \text{ мин}$$

Для паза  $B = 5$  мм.

Скорость резания:

Число оборотов:

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 28,7}{3,14 \cdot 25} = 365 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

Число проходов:  $i = 1$

Сила резания:

Крутящий момент:

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{980 \cdot 38,9}{1020 \cdot 60} = 0,62 \text{ Н} \cdot \dot{i}$$

#### 2.6.4. Расчет норм времени

Под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы или нормы выработки в штуках в единицу времени.

Норму времени определяют на основе технического расчета и анализа, исходя из условий возможно полного использования технических возможностей оборудования и инструмента в соответствии с требованиями к обработке детали.

Норма штучного времени определяется следующим образом:

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{мо} + T_n \quad ,$$

где  $T_o$  – основное время, мин;

$T_в$  – вспомогательное время, мин;

$T_{мо}$  – время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_n$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Основное время  $T_o$  вычисляется на основании принятых режимов резания по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} ;$$

где

$L$  – длина рабочего хода, м;

$n$  – принятая частота вращения, об/мин;

$S$  – принятая подача, мм/об;

Вспомогательное время  $T_в$  состоит из затрат времени на отдельные приёмы:

$$T_в = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из},$$

где  $T_{у.с}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$  – время на приёмы управления, мин;

$T_{из}$  – время на измерение детали, мин.

Сумма основного времени и вспомогательного образует оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_v.$$

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности берутся в процентном соотношении от оперативного времени 5 % и 3 % соответственно.

030 Круглошлифовальная

1. Основное время:

$$t_o = \frac{h \cdot k}{n_d \cdot t} \text{ мин. (23)}$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий точность шлифования и износ круга  
 $k = 1,7$ .

Для обеих шеек:

$$t_o = \frac{0,05 \cdot 1,7}{400 \cdot 0,001} = 0,21 \text{ мин.}$$

$$T_o = t \cdot 2 = 0,21 \cdot 2 = 0,42 \text{ мин.}$$

2. Вспомогательное время.

\* на установку и снятие детали  $T_{ус} = 0,3$  мин.

\* на переход  $T_{пер} = 0,42$  мин.

$$T_v = 0,3 + 0,42 = 0,72$$

$$T_{вс} = T_{ус} + T_{пер} = 0,3 + 2,52 = 2,82 \text{ мин.}$$

3. Прибавочное время

$$T_{пр} = (T_o + T_v) \cdot \frac{П_{пр}}{100} = (0,42 + 2,82) \cdot \frac{9}{100} = 0,29 \text{ мин.}$$

где  $П_{пр} = 9\%$  - процент прибавочного времени.

4. Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{пр} = 0,42 + 0,14 + 0,29 = 0,85 \text{ мин.}$$

5. Подготовительно-заключительное время

$$\dot{O}_i = \dot{O}_o + \frac{\dot{O}_{i-c}}{\dot{O}} = 0,85 + \frac{7}{117} = 0,9 \text{ мин.}$$

Нормы времени, рассчитанные по представленным формулам, приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Нормы времени

<b>Операция</b>	$T_o$	$T_v$	$T_{оп}$	$T_{то}$	$T_{п}$	$T_{шт}$
005 Токарная						
010 Прессовая	0,1	0,2	0,3	0,015	0,009	0,324
015 Токарная	0,11	0,84	0,95	0,05	0,03	1,03
020 Фрезерная	0,1	0,8	0,9	0,05	0,027	0,977
025 Слесарная	1,5	0,2	1,7	0,09	0,05	1,84
030 Круглошлифовальная	0,42	0,72	1,14	1,3	0,9	0,85
035 Круглошлифовальная	0,46	0,56	1,02	1,3	0,79	1,01
040 Напыление	3,75	15,3	19,05	1,5	0,65	21,2
045 Напыление	29,8	15,3	45,1	1,5	1	47,5
050 Круглошлифовальная	0,42	0,72	1,14	1,3	0,9	0,85
055 Круглошлифовальная	0,46	0,56	1,02	1,3	0,79	1,01
060 Круглошлифовальная	0,3	0,72	1,02	1,3	0,9	0,74
065 Круглошлифовальная	0,4	0,56	0,96	1,3	0,79	0,89

## 2.7. Выполнение планировки участка

Механический участок предназначен для восстановления деталей, механической и слесарной обработки. При размещении оборудования необходимо учитывать возможность использования подъёмно – транспортных средств.

Размещение (сетка) для производственных зданий характеризуется такими параметрами, как пролет  $L$  – расстояние между осями двух рядов

колонн, размещаемых продольно к зданию, шагом колонн  $t$  – расстояние между осями соседствующих колонн в одном продольном ряду. Для одноэтажных зданий с подвесным подъёмно – транспортным оборудованием грузоподъёмностью до 5 тонн сетка и шаг колонн рекомендуется выбирать следующий  $24 \times 6$ ;  $24 \times 12$ ,  $12 \times 12$ .

Как правило, для мелкосерийного производства характерно разделения участка на зоны, в частности, зона слесарных работ, зона металлорежущего оборудования. Металлорежущие станки в своей зоне обычно размещают по типам группами: токарные, фрезерные, шлифовальные и т.д. Расстояние между станками определяются нормами, обеспечивающими безопасность и удобство работы.

#### 2.7.1. Расчет площадей зон ТР

На стадии технико-экономического обоснования и предварительных расчетах - укрупненно по удельным площадям:

$$F_{ТР} = f_a \cdot x_3 \cdot k_{п}, \text{ м}^2$$

где  $f_a = 6,7 \cdot 2,5 = 16,75 \text{ м}^2$  - площадь, занимаемая автомобилем в плане (по габаритным размерам);  $x_3 = 8$  - число постов;  $k_{п}$  - коэффициент плотности расстановки постов ( $k_{п} = 4$  – при двухстороннем расположении постов).

Но так как в механический участок поступают детали для восстановления, а не автомобиль в целом, то возьмем площадь в среднем на рабочего и деталь  $f_a=4,5$

$$F_{ТР}=4,5 \cdot 8 \cdot 4=144 \text{ м}^2$$

### 3. Конструкторский раздел

Одним из распространенных дефектов распределительного вала являются увеличение прогиб. Прогиб вала появляется в результате действия на него статических сил. Устранение такого дефекта производится операции прессы. Исходя из анализа достоинств и недостатков различных способов приспособлений для проверки контроля прогиба, а также размеров восстанавливаемой поверхности, и конструктивных особенностей для восстановления вала нужно разработать оптимальное приспособление. Т.к. на данный момент прогиб вала измеряется и правится двумя разными операциями:

1. Контрольно-измерительная операция (часовым индикатором, цена деления которого составляет 0,01 мм);
2. Правка вала прессом

В данном дипломном проекте, предлагаю совместить эти две операции в одну, для сокращения времени правки вала и для более точного устранения дефекта.

Однако, для этого необходимо:

1. Рассмотреть возможность установки измерителя, в частности индикаторной головки на столе станка;
2. Проанализировать методику изменения прогиба с целью адаптации ее на технологическом оборудовании;
3. Сконструировать приспособление;
4. Произвести расчет на точность проектируемого приспособления.

### 3.1. Описание работы контрольно-измерительного прибора для прогиба распределительного вала с индикаторной головкой.

Проверить величину прогиба распределительного вала. Для этого установить вал на две призмы крайними шейками, установить индикатор. Стрелку индикатора установить на поверхность средней шейки, установить показания индикатора на нуль и, проворачивать вал, определить прогиб. Номинальная величина биения центральной шейки распределительного вала обычно устанавливается в пределах 0,02-0,03 мм, предельно допустимая величина - не более 0,10 мм. Половина измеренной величины равна изгибу распределительного вала. При превышении предельно допустимой величины биения центральной шейки вала его следует заменить или выправить на специальном стенде. Проверить осевой и радиальный зазоры в подшипниках распределительного вала в соответствии с методиками. При измерении деформации на призмах вал крайними шейками опирается на призмы, установленные на поверочной плите, а с помощью магнитной стойки с индикатором измеряются биение других шеек и поверхностей.

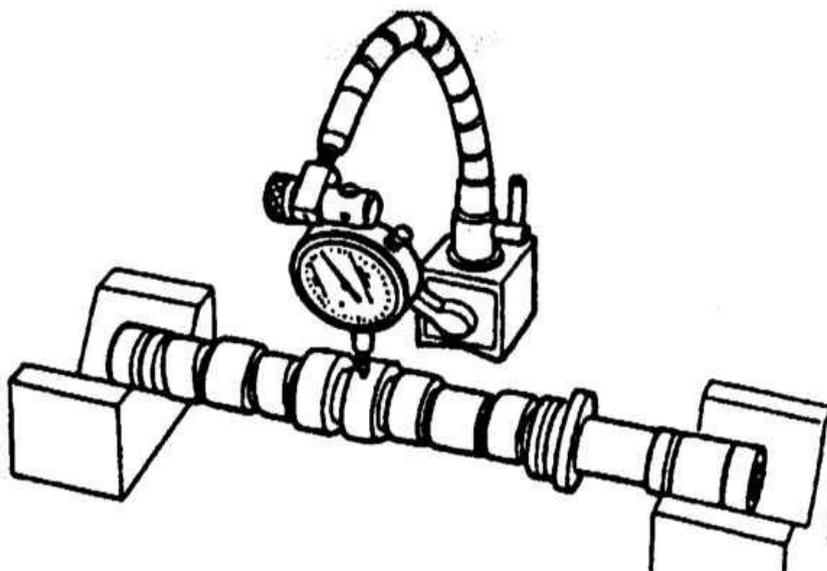


Рисунок 3.1 - Схема контрольно-измерительного прибора для измерения прогиба распределительного вала.

Следует отметить, что если вал имеет различные диаметры шеек, то измерение усложняется, и здесь необходимо рассчитать погрешность установки вала на 2 призмы. Сначала проверяется правильность установки вала, т.е. биение рабочих или вспомогательных поверхностей рядом с призмами. Для этого на стол устанавливается магнитная стойка с индикатором, ножка которого упирается в проверяемую поверхность. Далее, вращая вал рукой, определяется биение. После этого вал следует править. После того, как на краях вала биение поверхности устранены, необходимо проверить биение рабочих поверхностей, расположенных ближе к середине вала. Но если с переднего края проверить биение нетрудно, то т.к. здесь располагается посадочный пояс шкива (звездочки) и, возможно, поверхность, по которой работает сальник, то проверка в других плоскостях может вызвать затруднения из-за большого и неравномерного износа опорных шеек. В таких случаях проверку следует проводить по тыльным сторонам расположенных рядом кулачков. (рисунок 3.2)

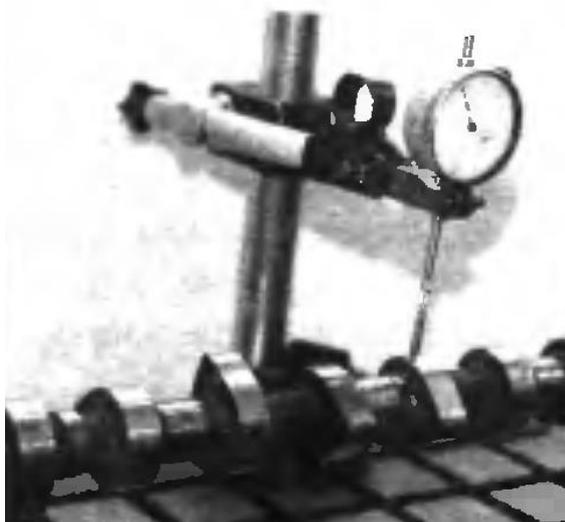


Рисунок 3.2 - Проверка биения тыльной стороны кулачка распределительного вала на призмах с помощью индикатора.

Обязательно, после правки вала необходимо провести контрольно-измерительную операцию, чтобы убедиться, что вал исправен.

При превышении допустимых значений установить ответственный за данное отклонение элемент и заменить его (вкладыши, распределительный вал или головка блока цилиндров).

### 3.2 Анализ методики изменения прогиба вала.

После выявления дефекта прогиба вала на контрольно-измерительном приборе, необходимо устранить дефект, если это возможно.

Правка вала методом статического изгиба. При данном методе правку проводят на гидравлических прессах путем нагружения и разгружения вала. В зависимости от прогиба и опыта правильщиков зависит число нагружений, их величина и направление. Процесс нагружения повторяют до тех пор, пока прогиб оси вала не станет меньше допустимого.

Погнутые валы выправляют холодным или горячим способом. Горячей правке подвергают валы, диаметр которых больше 60 мм. Холодная правка валов может выполняться вручную при помощи винтовых скоб, рычагов, но лучше правку производить под прессом. Сущность правки заключается в том, что приложенное усилие вызывает остаточные деформации, деталь восстанавливается, приобретая первоначальные свойства.

При холодной правке прессом вал располагают на двух опорах выгнутой стороной к нагружающему устройству (винту, ползуну) и нагружают так, чтобы вал изогнулся в противоположную сторону на величину, почти равную первоначальному прогибу, и лишь затем восстанавливают первоначальную точность по прямолинейности.

Пресс выбирают по усилию правки, которое рассчитывают по формуле

$$P = 6,8\sigma_{\tau}d^3/(10^3l),$$

где  $P$  — усилие правки, кН;  $\sigma_{\tau}$  — предел текучести материала вала, МПа;  $d$  — диаметр сечения вала, м;  $l$  — расстояние между опорами, м.

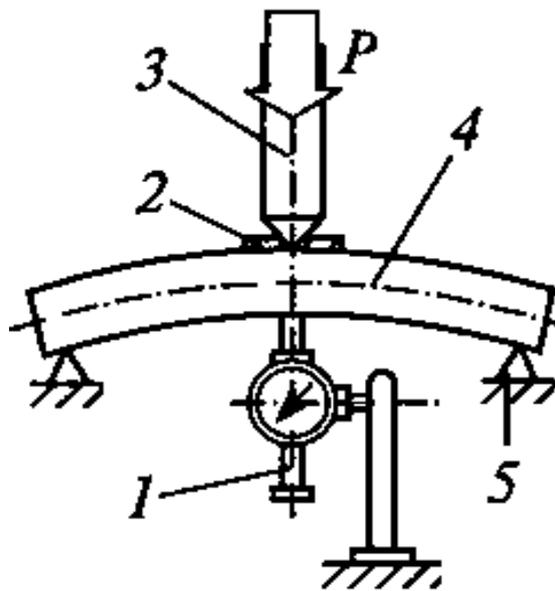


Рисунок 3.3 - Схемы плавки вала прессом: 1 — индикатор; 2 — прокладка; 3 — нажимной шток; 4 — вал; 5 — опоры

Рассмотрим более подробно схему правки вала прессом.

При стрелке прогиба более 1 мм на 1 м длины вала делают правку в холодном состоянии с выгибом вала. Для этого изогнутый вал устанавливают на специальное приспособление и с помощью гидравлического домкрата, расположенного в месте максимального прогиба, выгибают вал в сторону, обратную вогнутости. В зависимости от прогиба и опыта правильщиков зависит число нагружений, их величина и направление. Процесс нагружения повторяют до тех пор, пока прогиб оси вала не станет меньше допустимого. Стрелка выгиба не должна превышать значения, при котором напряжения изгиба превышают предел текучести материала вала. Допустимую стрелку выгиба определяют расчетом, так как место наибольшего изгиба вала часто лежит не в его середине.

Недостаток данного метода — это снижение усталостной прочности и пластичности вала, так как в зоне шеек могут развиваться старые и зарождаться новые микро- и макротрещины, а также возможен возврат прогиба.

Операция контрольно- измерительная неотъемлемая часть ремонта распределительного вала, которая предполагает дальнейшую правку вала.

Возможность совмещения этих двух операций очень наглядна, т.к. мы сконструируем приспособление таким образом, чтоб одна операция не мешала проведению другой. После замера биения, наносятся метки на местах правки вала, и возможно тут же, не перенося деталь с места на место, его исправить со снижением погрешности правки. При этом мы значительно улучшим многие показатели.

### 3.3 Конструирование корпуса приспособления.

Если на контрольно-измерительный прибор установить пресс, можно сократить время, на перемещение детали, и точность устранения дефекта возрастет.

Начнем с того, что возьмем за основу обычный контрольно-измерительный прибор с часовым индикатором, цена деления, которого составляет 0,01 мм (Схема представлена на рисунке 3.4). Вал устанавливается на станке и проверяют биение (проворачивая вал) индикатором. После этого размечают место правки на вогнутой части.

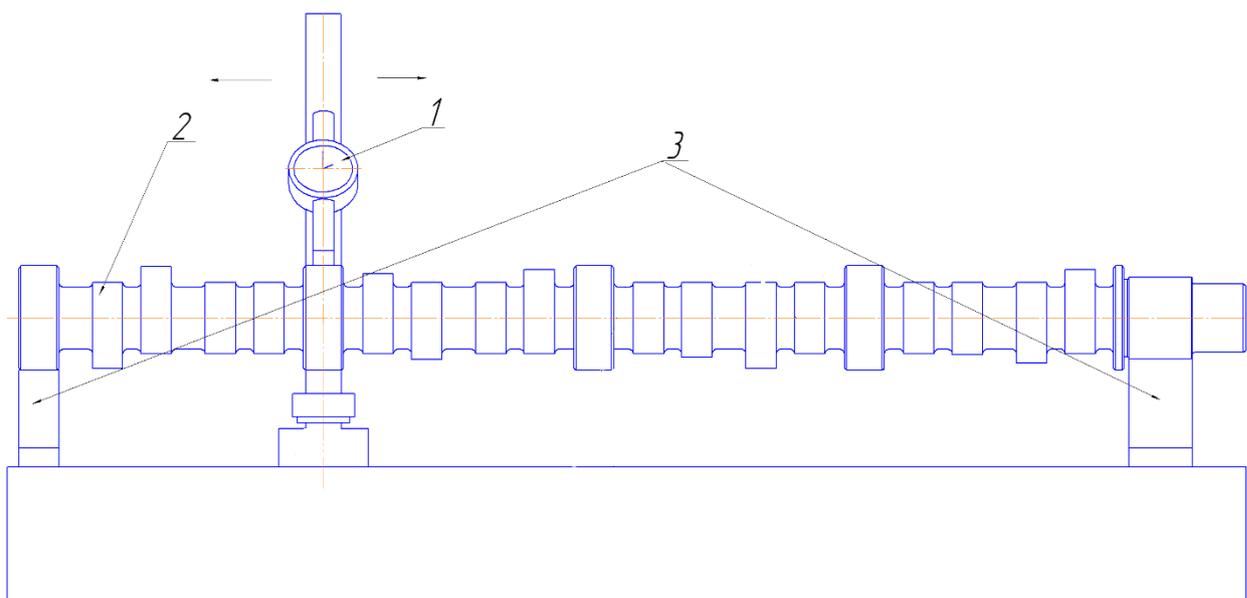


Рисунок 3.4 - Контрольно-измерительный прибор: 1-часовой индикатор; 2- распределительный вал; 3- призмы опорные.

Вал устанавливается в призмы для проведения измерений. Стрелками показано направления движения часового индикатора.

Часовой индикатор крепится на стойке, которая в свою очередь устанавливается и фиксируется на плите. Перемещается индикатор с помощью раздвижного механизма. Стойка может поворачиваться на 360°, и индикатор может перемещаться по валу, измеряя его биение в любой точке.

На рисунке 3.5 представлен вид сбоку. Для крепления на столе контрольно-измерительного прибора, в основании необходимо сделать отверстие для вкручивания шпильки. Для данного приспособления подойдет шпилька М42×3,5.

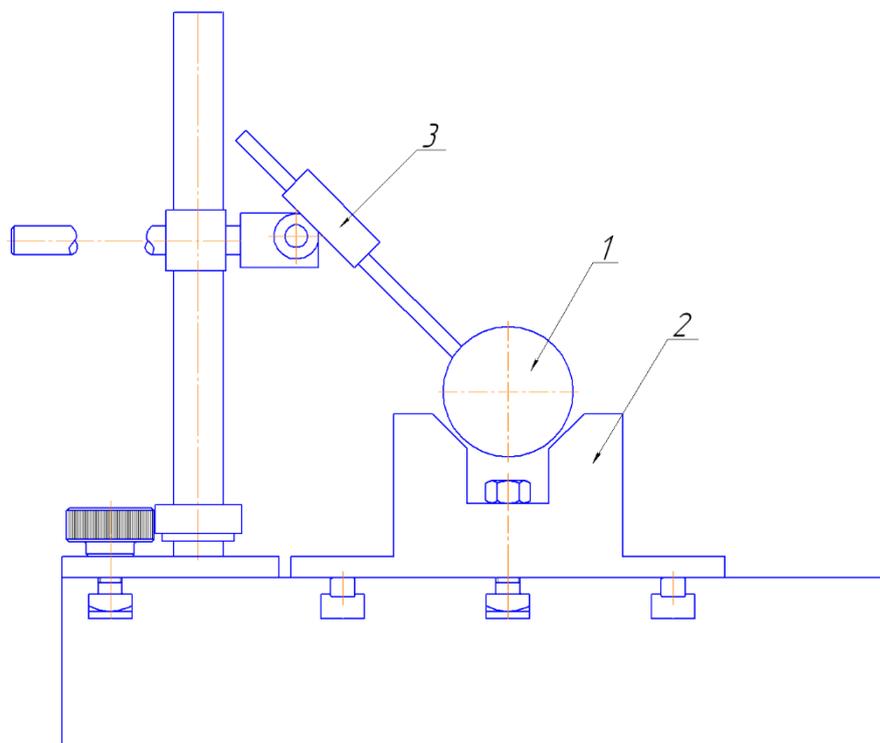


Рисунок 3.5 - Контрольно-измерительный прибор (вид сбоку):

1- распределительный вал; 2- призмы опорные; 3- часовой индикатор.

Для реализации совмещения гидравлического пресса с контрольно-измерительным приспособлением сделаем следующие. Гидравлический пресс установим на стол, таким образом, чтоб он не мешал установки вала в призмы. Шток пресса же должен располагаться непосредственно сверху над распределительным валом (рисунок 3.6).

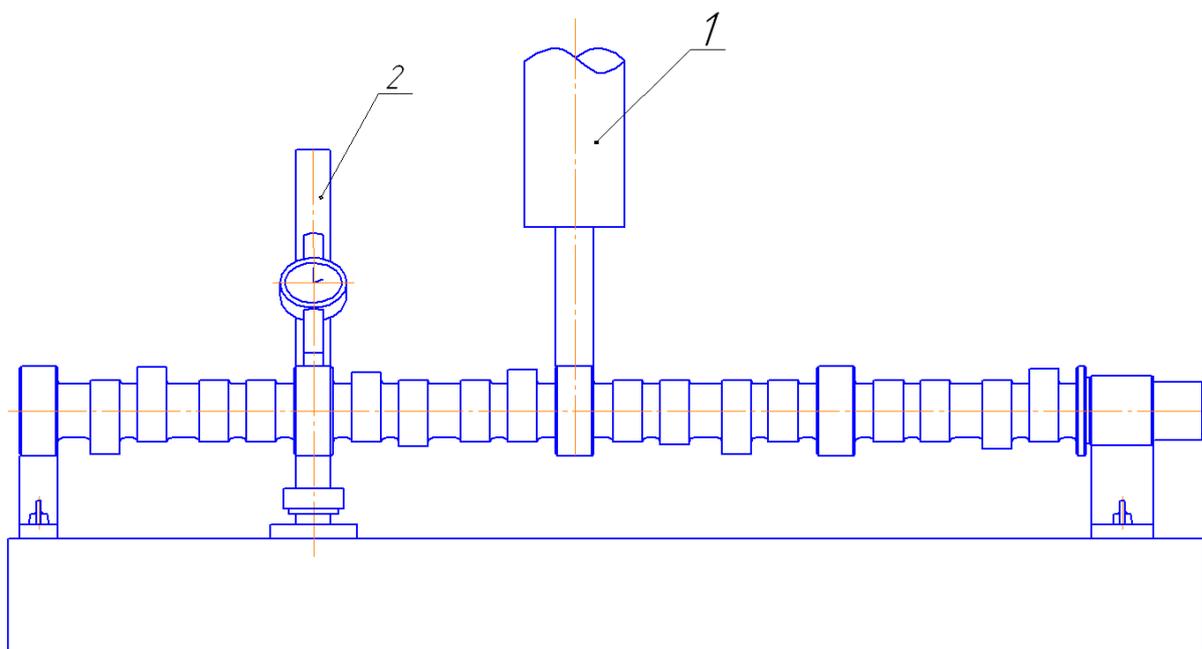


Рисунок 3.6 - Схема модифицированного приспособления для измерения и правки прогиба распределительного вала: 1- шток пресса; 2- стойка часового индикатора.

Правка валов изгибом на прессах предопределяет базирование их на опорах (призмах). Структура этой операции представляет собой сочетание некоторого количества основных и вспомогательных переходов и метод их выполнения. Это выполнение обеспечивает перевод валов, подвергаемых правке, из неопределенного пространственного состояния в одно заданное устойчивое различимое положение. При этом реализуются две качественно различные стадии - первичное и вторичное ориентирование - и две разновидности структур, характерных для этих стадий.

Выполнение операции первичного пространственного ориентирования

обеспечивает перевод вала в первое устойчивое положение, при котором его выпуклая сторона обращена в сторону бойка, а линия, проходящая через центр контролируемого сечения и экстремальную точку прогиба совпадает с геометрической осью указанного бойка. При вторичном пространственном ориентировании вал переводится из вышеупомянутого положения в заданное различное для совершения режима упруго-пластического изгиба.

При первичном ориентировании перевод вала из неопределенного положения (по отношению к рабочему инструменту и другим элементам технологической системы агрегата) в одно из устойчивых осуществляется его вращением вокруг геометрической оси. При вторичном ориентировании вал претерпевает линейное перемещение под механическим воздействием бойка. То есть, каждая из двух рассматриваемых структур операции базирования обеспечивает пространственный перевод вала из неопределенного положения в одно заданное по-разному.

Качественно одна структура операции базирования отличается от другой законом (видом) пространственного перемещения и временем ее выполнения.

Повышение точности ориентации вала, снижение погрешностей измерения величины исходного прогиба и задания требуемого усилия правки сократит число повторных правок и в свою очередь повысит производительность агрегата.

Таким образом, качество правки деталей по схеме свободного изгиба на двух опорах будет определяться точностью измерения исходного прогиба детали, компенсацией упругой отдачи ее материала, точностью ориентации детали в необходимое для правки положение (экстремальной точкой прогиба непосредственно под боек прессы) и точностью базирования детали для последующего нагружения усилием поперечного изгиба, точностью линейного перемещения рабочего инструмента на заданную величину.

Базирование распределительного вала происходит по двум точкам. Одна из которых приходится на переднюю шейку, а другая на заднюю. Базы изображены на рисунке 3.7.

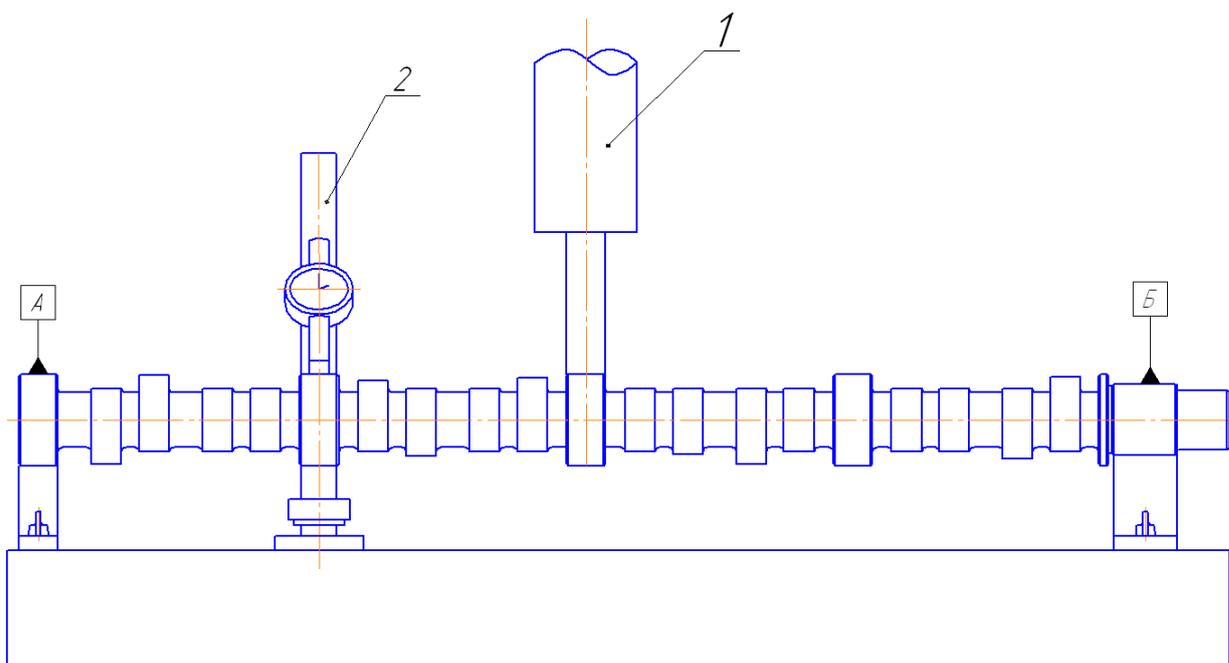


Рисунок 3.7 - Схема базирование распределительного вала в призмах.

### 3.4 Расчет на точность проектируемого приспособления.

Погрешность установки приспособления на станке  $\varepsilon_y$  зависит от смещений или перекосов корпуса приспособления на столе. Смещение и перекосы возникают из-за зазоров между сопрягаемыми поверхностями приспособления и станка. Для уменьшения зазоров рекомендуется повышать точность посадочных мест приспособления, разность на корпусе ориентирующего его элементы и подогнать посадочные места к станку. В массовом производстве при использовании одного приспособления и неизменном его закреплении погрешность установки может быть частично или полностью устранена настройкой станка.

В серийном производстве при частой переустановке приспособления на  $\varepsilon_y$  влияют износ и повреждение сопрягаемых поверхностей. При соблюдении требований к смене приспособлений и правильном выборе зазоров в сопряжениях, в нашем случае  $\varepsilon_y=0,02$  мм.

Погрешность положения детали из-за износа элементов приспособления  $\varepsilon_{и}$ . На износ влияют размеры и конструкция установочных элементов, материалов и масса обрабатываемой детали, состояние ее базовых поверхностей. Наиболее интенсивно изнашиваются опоры с точечным и линейным контактами, наименее – опорные пластины с большими поверхностями контакта.

Приблизительно износ установочных элементов может определяться по формуле:

$$U = U_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4,$$

где  $U_0$ -средний износ установочных элементов;  $k_1, k_2, k_3, k_4$ -соответственно коэффициенты, учитывающие влияния материала заготовки, оборудования, условий обработки и числа установок заготовки.

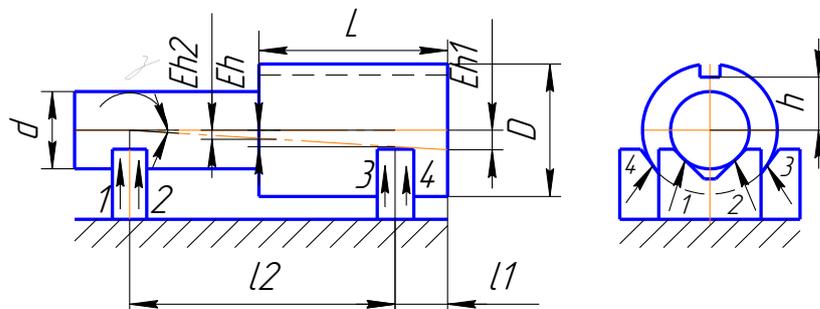
$$U = 8 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,8 = 21,728 \text{ мкм}$$

Погрешность износа определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon_{и} = \frac{U}{\sin \alpha} = \frac{21,728}{0,7} = 31,04 \text{ мкм}$$

Установка ступенчатых цилиндрических изделий на две узкие призмы

Этот метод установки применяется для длинных ступенчатых валов.



При конструировании приспособлений  $l_2$  назначают как можно большим.

Предположим  $d$  – номинальный,  $D$  – наименьший, тогда вторая ступень опустится и ось наклонится на угол  $\gamma$ . Нужно править прогиб вала  $h$ .

$$\varepsilon_h = \frac{TD}{2 \sin \frac{\alpha}{2}};$$

$$\varepsilon_h = \frac{5,4}{0,26} = 20,7 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{h1} = \varepsilon_h + l_1 \operatorname{tg} \gamma; \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\varepsilon_h}{l_2};$$

$$\varepsilon_{h1} = 0,2077 + 48,8 \cdot 0,0003 = 22,2 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{h2} = \varepsilon_h - (L - l_1) \operatorname{tg} \gamma = \varepsilon_h \left( 1 - \frac{L - l_1}{l_2} \right);$$

$$\varepsilon_{h2} = 0,0207(1 - (354 - 48,8)/677) = 0,0114 \text{ мм} = 11,4 \text{ мкм}$$

#### 4 РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НА УЧАСТКЕ ДЕТОНАЦИОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Производительность труда и самочувствие мастера при выполнении ремонтных работ определяются условиями труда, которые характеризуются параметрами микроклимата в рабочем помещении, состоянием производственного освещения, уровнем шума и вибрации на рабочем месте, наличием в воздухе рабочей зоны пыли и токсичных примесей

Условия труда во многом определяются организацией рабочего места, рабочей позой, физическими и нервно-психическими нагрузками (монотонность труда, умственное и эмоциональное перенапряжение и т.п.), психологическим климатом в коллективе, степенью эстетичности производства.

Операции по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей можно выполнять только в специально отведенных, оборудованных, огражденных и обозначенных местах (постах). Рабочие места и посты в помещениях должны обеспечивать безопасные условия труда для работающих и быть соответствующим образом ограждены. На одного работающего положено не менее 4,5 м<sup>2</sup> площади и объем помещения не менее 15 м<sup>3</sup>. Ворота рабочих помещений должны открываться наружу, иметь фиксаторы, тепловые завесы, тамбуры. Въезды в производственные помещения выполняются с уклоном не более 5%. Они не должны иметь порогов, ступенек, выступов. Полы в помещениях должны быть ровными и прочными, иметь покрытие с гладкой, не скользкой поверхностью, удобной для очистки.

Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». С целью оздоровления воздушной среды помещения для ремонта автомобилей организуют общеобменную и местную приточно-вытяжную вентиляцию. Для отвода отработавших газов автомобилей используют местные отсосы.

Общая система мероприятий по безопасности труда при ремонте автомобилей должна соответствовать ГОСТ 12.3.017-79 «Ремонт и техническое обслуживание автомобилей», ГОСТ 12.2.003-74 «Оборудование производственное», ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные», НПАОП 28.51-1.37-90 Правила по безопасности труда при детонационном напылении покрытий, СН 1042-73 «Санитарным правилам организации технологических процессов и гигиеническим требованиям к производственному оборудованию», а также требованиям Правил по охране труда на автомобильном транспорте (1982 г.).

#### 4.1. Анализ вредных и опасных факторов.

По мере усложнения системы «Человек-техника» все более ощутимее становится экономические и социальные потери от несоответствия условий труда и техники производства возможностям человека. Анализ условий труда приводит к заключению о потенциальной опасности производства. Суть опасности заключается в том, что воздействие присутствующих опасных и вредных производственных факторов на человека, приводит к травмам, заболеваниям, ухудшению самочувствия и другим последствиям. Главной задачей анализа условий труда является установление закономерностей, вызывающих ухудшение или потери работоспособности рабочего, и разработка на этой основе эффективных профилактических мероприятий.

На участке имеются следующие вредные и опасные факторы:

- воздействием на человека кинетической, потенциальной энергий и механическим вращением. К ним относятся кинетическая энергия движущихся и вращающихся тел, шум, вибрация.
- тепловой энергией и аномальной температурой. К ним относятся температура нагретых предметов и поверхностей.

- наличием токоведущих частей оборудования.

При разработке мероприятий по улучшению условий труда необходимо учитывать весь комплекс факторов, воздействующих на формирование безопасных условий труда.

#### 4.2. Защита от шума и вибрации.

Для снижения шума предусмотрено: массивный бетонный фундамент, шумопоглощающие лаки, применение звукоизолирующих кожухов и акустических экранов на оборудовании, являющимся источниками повышенного уровня шума.

#### 4.3. Характеристика источников шума

Установлены следующие методы определения шумовых характеристик машин (ГОСТ 12.1.024-81 –ГОСТ 12.1.028-80):

- свободного звукового поля; применяется в заглушенной камере с жестким полом и в помещениях с большим звукопоглощением или в открытом пространстве;
- отраженного звукового поля; используются в реверберационных камерах или в гулких помещениях;
- образцового источника шума; применяется в обычных помещениях, цехах и реверберационных камерах
- измерения шумовых характеристик на расстоянии 1 м от наружного контура машины; используется в заглушенных камерах; помещениях с большим звукопоглощением, в открытом пространстве.

Наиболее точными методами являются первые два, причем основным методом определения шумовых характеристик машин является испытание в свободном звуковом поле.

#### 4.4. Способы защиты от производственного шума

Наиболее эффективное снижение шума можно достичь путем установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов, кабин, выгородок и т.д. Сущность звукоизоляции ограждения состоит в том, что падающая на него звуковая энергия отражается в гораздо большей мере, чем проникает за ограждение.

Звукоизоляция одного и того же ограждения возрастает с увеличением частоты. Другими словами, на высоких частотах эффект от установки ограждения будет значительно выше, чем на низких частотах.

Звукоизолирующие кожухи, экраны, кабины. Звукоизолирующими кожухами закрывают наиболее шумные машины и механизмы, локализуя таким образом источник шума. Кожухи изготавливают обычно из дерева, металла или пластмассы. Внутреннюю поверхность стенок кожуха обязательно облицовывают звукопоглощающим материалом. С наружной стороны на кожух иногда наносят слой вибродемпфирующего материала. Кожух должен плотно закрывать источник шума.

Устанавливаемый кожух не должен жестко соединяться с механизмом. В противном случае его применение дает отрицательный эффект (кожух становится дополнительным источником шума).

В тех случаях, когда невозможно изолировать шумные машины или в связи с необходимостью следить за рабочим процессом, пульт управления машин заключают в звукоизолированную кабину со смотровым окном, при этом помещение кабины акустически обрабатывают.

Для защиты работающих от непосредственного (прямого) воздействия шума используют экраны, устанавливаемые между источником шума и рабочим местом.

К средствам индивидуальной защиты (противошумам) относят вкладыши, наушники и шлемы.

Вкладыши. Это вставленные в слуховой канал мягкие тампоны из ультратонкого волокна, иногда пропитанные смесью воска и парафина, и жесткие вкладыши (эбонитовые, резиновые) в форме конуса. Вкладыши – это самые дешевые и компактные средства защиты от шума, но недостаточно эффективные (снижение шума 5-20 дБ) и в ряде случаев неудобные, так как раздражают слуховой канал.

Наушники. В промышленности широко применяют наушники ВЦНИИОТ. Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной. Ниже приведена акустическая характеристика наушников.

ВЦНИИОТ-2М:

Среднегеометрические частоты полос, Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Снижение уровня звукового давления, дБ	7	11	14	22	35	38	47

Из этих данных видно, что наушники наиболее эффективны на высоких частотах, что необходимо учитывать при их использовании.

Шлемы. При воздействии шумов с высокими уровнями (более 120 дБ) вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты, так как шум действует непосредственно на мозг человека. А так как уровень шума в детонационной камере достигает 140 дБ, то делаем выводы, что в этих случаях мы будем применять шлемы.

#### 4.5. Пожарная безопасность на участке восстановления деталей.

К мерам противопожарной безопасности на участке относятся следующие пункты:

– отопительные приборы должны располагаться на расстоянии 5-8 см от деревянных конструкций, обеспечивающих противопожарную безопасность;

– на случай пожара участок должен быть оснащен средствами пожаротушения к которым относятся противопожарные щиты, укомплектованные лопатами, баграми, ведрами, пенными (ОХП-10) углекислотными (ОУ-2) огнетушителями, ящик с песком;

– СОЖ, масла, растворители, вещества содержащие легковоспламеняющиеся компоненты следует хранить в шкафах, которые установлены на складе в строго установленном месте.

По НПБ – 105-95. Категория помещения для ремонта распределительного вала автомобилей -В. Пожарная безопасность должна соответствовать: требованиям ГОСТа 12.1.004-85, строительным нормам и правилам НПБ 166-97 от 31.12.1997 №84. В соответствии с действующим законодательством ответственность за обеспечение пожарной безопасности несет руководитель. Класс пожароопасности D.

Таблички, с указанием ответственных за пожарную безопасность, вывешиваются на видных местах.

На участке в соответствии с первичными средствами должно быть:

1. огнетушители пенные – 2 шт.
2. огнетушители углекислотные- 1шт.
3. Порошки (при спокойной подаче на горячую поверхность)
4. ящик с песком-1 шт.
5. асбестовое или войлочное полотно- 1 шт.
6. ломы- 2 шт.
7. багры- 3 шт.

8. топоры- 2 шт.
9. лопаты- 2 шт.
10. ведра пожарные- 2 шт.
11. жесткие буксиры- 2 шт.

Нормы первичных средств пожаротушения в цехе на 100 кв.м. огнетушители:

ОХП-10 или ОВП-10	2 шт.
ОП-5	2 шт.
Ящик с песком вместимостью 1м куб.	1 шт.

#### 4.6. Расчет вентиляции на проектируемом участке.

Вентиляционные устройства в помещениях ремонтных мастерских и участках предназначены для улучшения условий труда, уменьшение запыленности и задымленности воздуха, повышения сохранности оборудования. Для расчета вентиляции участка необходимо знать кратность воздухообмена в час и объем помещения. Нормативные данные кратности обмена воздуха берем из справочника.

Для начала зададимся параметрами, которые нам известны:

$$G_H = 50 \text{ мг/м}^3$$

$$G_{ngk} = 10,0 \text{ мг/м}^3$$

$$T_{отх.газов} = 120^\circ\text{C}$$

$$V_{H_{опт}} = 1,25 \text{ м/с}$$

$$F_{H_{min}} = \frac{1000}{1,25 \cdot 3,6 \cdot 10^3} = 0,222 \text{ м}^2$$

Из конструктивных соображений выбираем  $F_H = 0,25 \text{ м}^2$ . Тогда объем воздуха, поступающего в местный отсос, будет:

$$V_{вр} = 0,25 \cdot 1,25 = 0,312 \text{ м}^3/\text{с} \text{ (1125 м}^3/\text{ч)}$$

Производительность вентилятора системы МВВ определяем по формуле:

$$L_M = K_T \cdot K_\phi \cdot K_\varepsilon \cdot V_{вр} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,312 = 0,412 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для улавливания аэрозолей, удаляемых местным отсосом, исходя из физико-химических свойств очищаемого воздуха и улавливаемой пыли по табл. 1.3 (21лит) выбираем в качестве очистного устройства скруббер Вентури ( $\eta=95\%$  и гидравлическое сопротивление  $\Delta h_{ск}=900 \text{ Н/м}^2$ ). Схема скруббера Вентури представлена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – схема скруббера Вентури

Составляем расчетную схему по сети воздухопроводов (рисунке 4.2.) и разбиваем ее на расчетные участки:

1 участок-  $l_{\Sigma 1}=13\text{м}$ - от местного отсоса до вентилятора

2 участок-  $l_{\Sigma 2}=10 \text{ м}$  –от вентилятора до выхлопа в атмосферу.

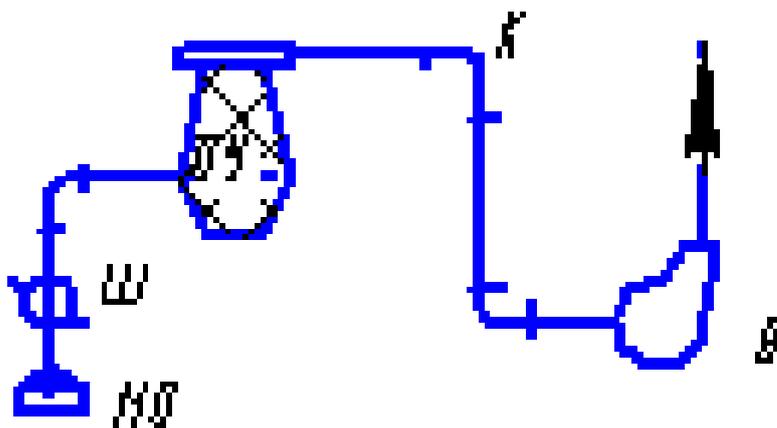


Рисунок 4.2 - Схема по сети воздуховодов

Длина воздуховодов выбираем из конструктивных соображений. Далее приводим конструктивный расчет сети МВВ.

Принимая скорость воздуха в сети воздуховодов 15 м/с, определяем диаметр воздуховода. Выбираем ближайший стандартный диаметр и уточняем скорость воздуха:

$$d_{\text{нр}}=180 \text{ мм}; V=$$

В данном случае следует принять  $d_{\text{нр}}=180$  мм, а не 200 мм, чтобы не уменьшалась минимальная скорость.

По таблицам справочника находим коэффициенты местных сопротивлений:

$\xi_{\text{м}}=1,3$ -к.м.с. местного отсоса;  $\xi_{\text{м}}=1$  - к.м.с. шибер;  $\xi_{\text{м}}=0,15$ - к.м.с. колена (поворота);  $\xi_{\text{м}}=0,15$  к.м.с. вход в скруббер;  $\xi_{\text{м}}=0,2$  к.м.с. выход из скруббера;  $\xi_{\text{м}}=0,1$  к.м.с. вход в вентилятора;  $\xi_{\text{м}}=0,2$  к.м.с. выхода из вентилятора,  $\xi_{\text{м}}=1,1$  к.м.с. факельного выброса.

Найдем гидравлическое сопротивление каждого участка:

$$H'_{\text{уч}}=(0,106 \cdot 14+1,3+1+40,15+0,2+0,1)16,2^2/2 \cdot 1,18+900=1630 \text{ Н/м}^2$$

$$H''_{\text{уч}}=(0,106 \cdot 10+0,2+1,3) 16,2^2/2 \cdot 1,18=370 \text{ Н/м}^2$$

Суммируя сопротивления сетевой магистрали с учетом того, что мы транспортируем запыленный воздух, то полное сопротивление сети  $H_{\Sigma}=2200$  Н/м<sup>2</sup>. По рассчитанным величинам производительности вентилятора ( $LM=1480$  м<sup>3</sup>/ч) и сопротивление сети подбираем вентилятор А315105-2а-60 с

$P=3450$  об/мин и  $\eta=0,55$ . Для привода вентилятора выбираем электродвигатель АОП2-32-2-60 с установочной мощностью 1,1 кВт.

#### 4.7. Экологическая безопасность

При проектировании участка по восстановлению распределительного вала на ООО ««Рассвет»» необходимо учитывать мероприятия по охране окружающей среды и экологическую безопасность.

В частности в рамках этих мероприятий необходимо до минимума сократить выброс в атмосферу вредных веществ, сопутствующих восстановительному процессу. Для реализации данного условия, в помещении цеха, где располагается участок по восстановлению распределительного вала, необходимо орудовать фильтрами очистки воздуха отправляемого в атмосферу. Придуман вопрос в очищении атмосферы зеленым насаждением, они являются естественными фильтрами.

На участке предусматриваются места для складирования ветоши и обтирочных материалов. Использованные смазочные материалы собираются в специальные емкости, выброс их в канализацию исключается. Использованная при технологическом процессе восстановления блок распределительного вала вода поступает в цеховой отстойник для очистки от механических примесей и прочих элементов.

При проектировании участка по восстановлению распределительного вала руководствовались принципом нанесения минимального вреда окружающей среде, отходами сопутствующими ремонтному производству.

## 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 5.1 Введение

Направление деятельности участка - оказание автовладельцам услуг по ремонту двигателей и агрегатов автомобилей высокого качества по приемлемой цене.

Целью является удовлетворение потребности населения в качественном ремонте двигателей и агрегатов легковых и грузовых автомобилей.

Форма собственности – открытое акционерное общество.

### 5.2 Исходные данные

В качестве необходимых исходных данных выступают:

- производственная программа – 3 000 шт.
- площадь участка – 144 м<sup>2</sup>;
- штатное число рабочих – 8 человек;
- число рабочих дней в году – 305 дней;
- продолжительность работы участка – 12 часов;
- число смен – 2 (по 6 часов).

### 5.3 Расчет единовременных капитальных затрат

В качестве капитальных затрат ( $K_{пр}$ ) на создание агрегатно-механического участка, выступают затраты, связанные с приобретением и строительством основных производственных фондов (ОПФ). Таким образом, на данном этапе необходимо учесть все затраты, направленные на приобретение основного технологического и вспомогательного оборудования, инструментов и приспособлений, которые относят к основным

фондам (по критерию стоимости и сроку службы), станков, хозяйственного инвентаря, необходимых для осуществления основной деятельности участка.

Затраты на приобретение производственных площадей ( $Z_{пл}$ ) могут быть определены следующим образом:

$$Z_{пл} = S_{общ} \cdot C_{пл} = 144 \cdot 26100 = 3758400 \text{руб.}$$

где  $S_{общ}$  – общая потребность в площади, необходимой для работы участка,  $m^2$ .

$C_{пл}$  – рыночная стоимость 1  $m^2$  площади .

В Сибирском федеральном округе нормативная цена квадратного метра установлена для Кемеровской области - 26 100 рублей.

Данные от 1 Февраля, 2019 года.

Таблица 5.1 – Необходимое оборудование и инструмент

Наименование	Количество, шт.	Стоимость, руб.	Габаритные размеры, м	Потребляемая мощность, кВт	Нормативный срок службы, лет
1.Токарный станок с ЧПУ СKE 6156Z	1	947 000	2580×1750	5	10
2. Высокоскоростной полуавтоматический шлифовальный станок для обработки распределительных валов MBS8312×12	1	700 000	4400×2450	11	15
3.Пресс гидравлический для правки коленчатых, распределительных валов и др. CP150	1	300 000	200×70	1,2	10
4.Верстак слесарный ВС-3МФ-ТДД-Э	1	43 000	1900×720	-	10

5.Горизонтальный фрезерный станок 6Т83	1	1 350 000	2570×2252	4	15
6.Детонационная установка ГРОМ-3М	1	1 000 000	1400×2000	7,5	15
7.Установка для мойки деталей и узлов	1	22 500	810x510	1,2	7
8.Стол для приспособлений	1	12 000	1200×600	-	8
9. Шкаф для инструмента	3	45 000	670×630	-	8
Итого:	4 419 500 руб.				

Таким образом, общая стоимость основных средств представляет собой сумму капитальных затрат на осуществление проекта по созданию участка.

Общая сумма: 8 177 900 руб.

#### 5.4 Определение текущих издержек

Под текущими понимают издержки, связанные с осуществлением основной деятельности участка. Наиболее приемлемым в данном случае будет определение сметы затрат на год.

Смета затрат – укрупненная группировка всех издержек по 4 основным экономическим элементам:

1. Материальные затраты
2. Амортизационные отчисления
3. Фонд оплаты труда
4. Прочие затраты

#### 5.4.1 Определение суммы материальных затрат

В этот элемент включаются все затраты, связанные с приобретением основных материалов и запасных частей для проведения ремонта и обслуживания автомобилей, с закупкой складских запасов, приобретением смазочных и других расходных материалов, инструментов и приспособлений, относимых к категории оборотных средств, затраты на электроэнергию и отопление участка.

Материальные затраты на приобретение оборудования и инструмента приведены в таблице 3.1 и составляют:

$$MЗ_{\text{оборудование}} = 4\,419\,500 \text{ руб.}$$

Материальные затраты на электроэнергию рассчитываются следующим образом:

Затраты на электроэнергию от использования электрооборудования:

$$MЗ_{\text{эл.эн.об.}} = C_{\text{эл.эн.}} \cdot \sum N_{\text{эл.об.}} \cdot T_{\text{сут.}} \cdot K_{\text{и.}} \cdot D_{\text{р.}} = 7 \cdot 29,9 \cdot 12 \cdot 0,8 \cdot 305 = 766\,038 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{эл.эн.}} = 7$  руб. - стоимость 1 кВт/ч электрической энергии;

$\sum N_{\text{эл.об.}} = 29,9$  кВт - суммарная мощность, потребляемая электрооборудованием;

$T_{\text{сут.}} = 12$  часов – суточное количество часов работы оборудования;

$K_{\text{и.}} = 0,8$  – коэффициент использования оборудования;

$D_{\text{р.}} = 305$  дней – количество рабочих дней в году.

Затраты на электроэнергию от освещения помещения участка:

Для освещения участка используются лампы DIN 5035 мощностью 0,25 кВт, 12 шт.

$$MЗ_{\text{эл.эн.осв.}} = C_{\text{эл.эн.}} \cdot N_{\text{осв.}} \cdot T_{\text{сут.}} \cdot D_{\text{р.}} = 7 \cdot 3 \cdot 12 \cdot 305 = 76\,860 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{эл.эн.}} = 7$  руб. - стоимость 1 кВт/ч электрической энергии;

$\sum N_{\text{осв.}} = 3$  кВт – суммарная мощность, необходимая для освещения участка;

$T_{\text{сут.}} = 12$  часов – суточное количество часов работы освещения.

$D_{\text{р.}} = 305$  дней – количество рабочих дней в году.

Затраты на отопление участка:

Отопительный сезон в Кемеровской области 7 месяцев.

$$MЗ_{\text{отопл.}} = A_{\text{у.}} \cdot Ц_{\text{отопл.}} \cdot Д_{\text{отопл.}} = 144 \cdot 45,3 \cdot 7 = 45\,662,4 \text{ руб.}$$

где  $A_{\text{у.}} = 144 \text{ м}^2$  – площадь участка;

$Ц_{\text{отопл.}} = 45,3 \text{ руб.}$  – цена за отопление  $1 \text{ м}^2$  участка;

$Д_{\text{отопл.}} = 7$  месяцев – отопительный сезон.

Подведем итог суммарных материальных затрат:

$$MЗ = MЗ_{\text{оборудование}} + MЗ_{\text{эл.эн.об}} + MЗ_{\text{эл.эн.осв}} + MЗ_{\text{отопл.}} = 4\,419\,500 + 766\,038 + 76\,860 + 45\,662,4 = 5\,308\,060,40 \text{ руб.}$$

#### 5.4.2 Фонд оплаты труда

Для определения суммы затрат по этому элементу необходимо предварительно рассмотреть следующие вопросы:

$$F_d = K_d \times K_{\text{см}} \times t_{\text{см}} \times (1 - k_{\text{пр}}),$$

где  $K_d$  – количество рабочих дней в году;  $K_{\text{см}}$  – количество смен в су-тки,  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, часов;  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент потерь времени на ремонт оборудования.

Исходя из количества задействованного оборудования и режима работы участка, необходимо определить количество основного персо-нала, а также вспомогательных рабочих и административного персо-нала, составляющего штат участка. На основании этого составить штатное расписание с указанием сложности выполняемых работ.

На следующем этапе для каждого работника участка рассчитывается размер заработной платы в зависимости от выбранной формы опла-ты труда (выбор производится студентом самостоятельно, форма опла-ты всех сотрудников может быть одинаковой).

Таким образом, затраты по элементу «Расходы на оплату труда (все виды оплаты труда и другие выплаты)» включают в себя заработ-ную

плату, начисленную по сдельным расценкам, тарифным ставкам и должностным окладам в соответствии с формами и системами оплаты труда, принятыми на предприятии; стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты; надбавки и доплаты; премии за достижение производственных результатов; оплату очередных и дополнительных отпусков; надбавки по районным коэффициентам и т.п.

Таблица 5.2 – Должности и оклад работников участка

Должность	Количество, человек	Месячный оклад, руб.
работники участка		
Токарь 6-го разряда	2	31000
Слесарь механосборочных работ 5-го разряда	2	25000
Слесарь 6-го разряда	2	28000
дополнительные рабочие		
Мастер	1	15%ФОТ <sub>осн</sub>
МОП	1	10%ФОТ <sub>осн</sub>

Фонд оплаты труда определяется:

Для токаря 4-го разряда:

$$\text{ФОТ}_{\text{ток.}} = \text{ЗП}_i \cdot 12 \cdot n_{\text{чел.}} = 31000 \cdot 12 \cdot 2 = 744\,000 \text{ руб.}$$

где ЗП – заработная плата за месяц работника участка, руб;

12 – число рабочих месяцев в году;

$n_{\text{чел}}$  – количество людей одной специальности.

Для слесаря 5-го разряда:

$$\text{ФОТ}_{\text{сл.4рз.}} = \text{ЗП} \cdot 12 \cdot n_{\text{чел.}} = 25000 \cdot 12 \cdot 2 = 600\,000 \text{ руб.}$$

где ЗП – заработная плата за месяц работника участка, руб;

12 – число рабочих месяцев в году;

$n_{\text{чел}}$  – количество людей одной специальности.

Для слесаря 6-го разряда:

$$\text{ФОТ}_{\text{сл.5рз.}} = \text{ЗП} \cdot 12 \cdot n_{\text{чел.}} = 28000 \cdot 12 \cdot 2 = 672\,000 \text{ руб.}$$

где ЗП – заработная плата за месяц работника участка, руб;

12 – число рабочих месяцев в году;

$n_{\text{чел}}$  – количество людей одной специальности.

Так же необходимо учесть ФОТ для вспомогательных рабочих и управленческого персонала.

Зарплата бригадира принимается в размере 15% от ФОТ рабочих участка:

$$\text{ФОТ}_{\text{бриг.}} = 0,15 \cdot \text{ФОТ}_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 2\,016\,000 = 302\,400 \text{ руб.}$$

Зарплата МОП принимается в размере 10% от ФОТ рабочих участка:

$$\text{ФОТ}_{\text{МОП.}} = 0,1 \cdot \text{ФОТ}_{\text{осн}} = 0,1 \cdot 2\,016\,000 = 201\,600 \text{ руб.}$$

Общий годовой фонд оплаты труда может быть определен следующим образом:

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ФОТ}_{\text{год}} = \Sigma (\text{ЗП}_i) &= 744\,000 + 600\,000 + 672\,000 + 302\,400 + 201\,600 = \\ &= 2\,520\,000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

где  $\text{ЗП}_i$  – годовая заработная плата по  $i$ -ой должности участка, руб.

### 5.4.3 Амортизационные отчисления

Данный элемент включает в себя сумму накопленной амортизации по всем основным средствам, находящимся в собственности предприятия: площадей, оборудования, транспорта и т.п. Таким образом, затраты по элементу «Суммы начисленной амортизации» определяются на основе первоначальной (балансовой) стоимости фондов и действующих норм амортизационных отчислений. Износ начисляется как на собственные основные фонды, так и на арендованные (если иное не предусмотрено договором аренды).

Годовая норма амортизации ( $H_a$ ) и сумма годовых амортизационных отчислений ( $A_o^{год}$ ) рассчитываются линейным методом по следующим формулам:

$$H_a = 100\% / T_{сл},$$

$$A_o^{год} = (\Phi_{перв} \times H_a) / 100\%$$

где  $T_{сл}$  – нормативный срок службы объекта основных средств, лет.

$\Phi_{перв}$  – первоначальная стоимость объекта основных средств, руб.

Таблица 5.3 – Амортизационные отчисления ОПФ

Наименование основных средств	Количество, шт.	Нормативный срок службы, лет	Норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, руб.
1.Токарный станок с ЧПУ СКЕ 6156Z	1	10	10	94 000
2. Высокоскоростной полуавтоматический шлифовальный станок для обработки распределительных валов MBS8312×12	1	15	6,7	104 480
3.Пресс гидравлический для правки коленчатых, распределительных валов и др. CP150	1	10	10	30 000
4.Верстак слесарный ВС-3МФ-ТДД-Э	1	10	10	4 300
5.Горизонтальный фрезерный станок 6Т83	1	15	6,7	201 493

6.Детонационная установка ГРОМ-3М	1	15	6,7	149 255
7.Установка для мойки деталей и узлов	1	7	14,3	1 574
8.Стол для приспособлений	1	8	12,5	960
Здание	1	40	2,5	80 250

#### 5.4.4 Прочиеозатраты

Затраты по элементу «Прочие расходы» включают в себя разнообразные и многочисленные расходы предприятия: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за загрязняющие выбросы в окружающую среду, оплату процентов по кредитам, командировочные и представительские расходы, отчисления в ремонтный фонд, расходы на рекламу, плату за аренду, расходы на спецодежду рабочих, расходы на содержание и эксплуатацию основных средств, накладные расходы на управление предприятием в целом и пр.

В прочие расходы включаются также отчисления на социальные нужды (единый социальный налог), которые представляют собой форму перераспределения национального дохода на финансирование общественных потребностей. Начисленные средства направляются во внебюджетные фонды и используются на предусмотренные законом цели. Тарифы страховых взносов ежегодно утверждаются в федеральном законе (единый социальный налог – 26 % от уровня ФОТ).

Затраты на ремонт и обслуживание оборудования - 10% от стоимости оборудования:

$$ПЗ_{\text{рем}} = МЗ_{\text{обор}} \cdot 10/100\% = 4\,419\,500 \cdot 10/100\% = 441\,950 \text{ руб.}$$

где  $MЗ_{обор.}$  - материальные затраты на приобретение оборудования.

Затраты на вывоз отходов:

$$ПЗ_{отх} = A_y \cdot Ц_{отх} \cdot 12 = 144 \cdot 1,05 \cdot 12 = 1777 \text{ руб.}$$

где  $A_y = 144 \text{ м}^2$  – площадь участка;

$Ц_{отх} = 1,05$  – тариф на вывоз отходов за  $1 \text{ м}^2$ , в месяц;

12 – число рабочих месяцев в году.

Единый социальный налог ЕСН – 26%:

$$ЕСН = \Sigma \text{ФОТ}_{\text{год}} \cdot 26/100\% = 2\,520\,000 \cdot 26/100\% = 655\,200 \text{ руб.}$$

Затраты на обслуживание и мелкий ремонт помещения – 10% от ФОТ:

$$ПЗ_{обсл} = \Sigma \text{ФОТ}_{\text{год}} \cdot 10/100\% = 2\,520\,000 \cdot 10/100\% = 252\,000 \text{ руб.}$$

Затраты на расходные материалы:

$$ПЗ_{расх} = 160\,000 \text{ руб.}$$

Суммарные прочие расходы составят:

$$ПЗ_{общ} = ПЗ_{рем} + ПЗ_{отх} + ЕСН + ПЗ_{обсл} + ПЗ_{расх} = 1\,510\,927 \text{ руб.}$$

Сумма затрат по всем 4 экономическим элементам представляет собой смету затрат на осуществление основной деятельности проектируемого участка за год. Результаты расчетов можно свести в таблицу.

Таблица 5.4 – Смета затрат участка

Экономический элемент	Размер затрат, руб
1. Материальные затраты, в том числе:	<b>5 308 060,40</b>
1.1 Покупка оборудования и инструмента	4 419 500
1.2 Технологическая энергия	766 038
1.3 Энергия на освещение	76 860
1.4 Отопление	45 662,4
2. Амортизация основных средств, в том числе:	<b>666 312</b>
2.1 Здания	80 250
	586 062

2.2 Оборудования и инструмента	
3. Фонд оплаты труда, в том числе	<b>2 520 000</b>
3.1 Токарь	744 000
3.2 Слесарь 5- го разряда	600 000
3.3 Слесарь 6-го разряда	672 000
3.4 Мастер	302 400
3.5 МОП	201 600
4. Прочие	<b>1 510 927</b>
<b>Итого:</b>	<b>10 005 299,40</b>

Таким образом, зная производственную программу ( $N_{\text{год}}$ ) и годовую смету затрат ( $S_{\Sigma}$ ), можно определить удельную себестоимость услуги следующим образом:

$$C_y = S_{\Sigma} / N_{\text{год}}$$

$$C_y = 10\,005\,299,4 / 3\,000 = 3\,335 \text{ руб.}$$

### 5.5 Определение финансовых показателей деятельности проектируемого участка

Рыночной цена ( $C_p$ ) на ремонт распределительного вала, без осложнений, составляет от 4 500 рублей. Исходя из этих данных, можно произвести расчет плановой удельной прибыли ( $\Pi_y$ ) от оказания рассматриваемой в проекте услуги, а также величину плановой годовой прибыли участка ( $\Pi_{\Sigma\text{год}}$ ) по формулам:

$$\Pi_y = C_p - C_y,$$

$$\Pi_y = 4\,500 - 3\,335 = 1\,165 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\Sigma\text{год}} = \Pi_y \times N_{\text{год}},$$

$$\Pi_{\Sigma\text{год}} = 1\,165 \cdot 3\,000 = 3\,495\,000 \text{ руб.}$$

На основании полученных результатов можно определить уровень расчетной рентабельности как одного ремонта распределительного вала, так и деятельности участка в целом по следующим формулам:

$$R_{\text{кап.р}} = \Pi_y \cdot 100\% / C_y,$$

$$R_{\text{кап.р}} = 1\,165 \cdot 100\% / 3\,335 = 35,3\%$$

$$R_{\text{общ}} = \Pi_{\Sigma\text{Год}} \cdot 100\% / K_{\text{пр}},$$

$$R_{\text{общ}} = 3\,495\,000 \cdot 100\% / 8\,177\,900 = 42,7\%$$

где  $K_{\text{пр}}$  – капитальные затраты на осуществление проекта по организации участка.

Необходимо отметить, что эти расчеты проводятся исходя из заданной производственной программы или максимально возможной производственной программы, определяемой имеющимися производственными мощностями. Таким образом, полученная рентабельность показывает ее максимально возможную величину.

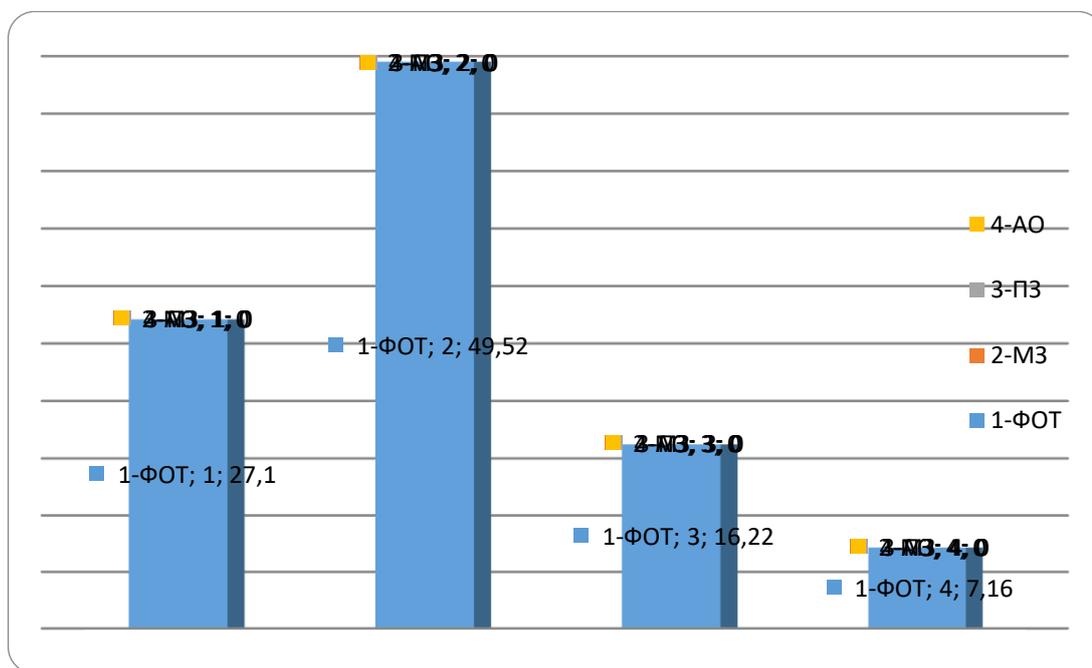


Рисунок 5.1 – Диаграмма структуры сметы затрат.

Определим показатели экономической эффективности капитальных вложений. Основными показателями, отражающими эффективность можно

назвать срок окупаемости капитальных вложений, а также величину годового экономического эффекта от внедрения предлагаемых проектных решений.

В качестве эффекта может выступать прибыль, полученная в результате осуществления основной деятельности участка.

В качестве капитальных вложений будут выступать затраты на покупку производственных площадей и на покупку оборудования и инструмента.

Таким образом, срок окупаемости капитальных вложений ( $T_{ок}$ ) может быть определен следующим образом:

$$T_{ок} = K_{пр} / П_{\Sigma год},$$

$$T_{ок} = 10\,005\,900 / 4\,170\,000 = 2,4 \text{ лет.}$$

Величину годового экономического эффекта ( $\mathcal{E}_{год}$ ) можно определить следующим образом:

$$\mathcal{E}_{год} = П_{\Sigma год} - E_{норм} \cdot K_{пр},$$

$$\mathcal{E}_{год} = 4\,170\,000 - 0,16 \cdot 10\,005\,900 = 2\,569\,056 \text{ руб.}$$

где  $E_{норм}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (принимается равным 0,16). [34]

## 5.6 Вывод

Технико-экономические и финансовые показатели приведены в приложении «Экономические показатели участка» - А1.

Согласно результатам расчета рентабельность фирмы составила 42,7%, срок окупаемости – 2 года 4 месяца. Все эти показатели говорят о целесообразности создания предприятия и об эффективности его функционирования.

Несмотря на высокую рентабельность, это предприятие целесообразно еще с других точек зрения, нежели прибыль.

Во-первых, предоставление большого количества рабочих мест, которые в дальнейшем могут увеличиваться, вследствие расширения предприятия.

Во-вторых, достаточная прибыль, говорит о востребованности данной услуги

И, в-третьих, с дальнейшим развитием, предприятие начнет набирать обороты по конкурентоспособности.

## Заключение

О выполненной работе можно сделать следующие выводы:

1. В технологической части были подробно рассмотрены способы восстановления деталей, что помогло в выборе более рационального способа по многим показателям.

2. В технологическом разделе проведен анализ структуры предприятия ООО «Рассвет». А так же разработана схема работы с клиентами и схема движения заказов. Подобрано программное обеспечение и устройство Системы Контроля Управления Данными (СКУД), что позволит обеспечить систему контроля изготовления заказа в любой момент времени и повысить лояльность клиентов.

3. В конструкторской части спроектировано приспособление, которое сочетает в себе контрольно- измерительный прибор (измерять величину прогиба вала) и прессовую установку, что поможет мастерам в дальнейшем сократить время на 2 эти операции, сэкономить место на участке восстановления и более точно устранять дефекты. Так же это приспособление было рассчитано на точность по следующим показателям:

- установки приспособления на станок;
- положения детали из-за износа элементов приспособления;
- установка ступенчатых цилиндрических изделий на две узкие призмы.

4. В экономической части проекта выполнено экономическое обоснование эффективности разработанного метода восстановления распределительного вала.

5. В разделе «Охрана труда» были разработаны обеспечения по безопасности труда на участке детонационного напыления. Был проведен анализ опасных и вредных факторов, предложены способы защиты от производственного шума, разработаны методы по пожарной безопасности и произведен расчет вентиляции на проектируемом участке.

Таким образом, задачу дипломного проекта, состоящую в том, чтобы разработать систему работы с клиентами на примере восстановления распределительного вала, можно считать выполненной.

## Приложение 1. Таблица размеров

Таблица 1 - Таблица размеров для изготовления впускного кулачка

$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм
102	18,2000	129	19,1950	156	24,6871
103	18,2019	130	19,3305	157	24,8571
104	18,2065	131	19,4792	158	25,0203
105	18,2137	132	19,6405	159	25,1766
106	18,2235	133	19, 8136	160	25,3259
107	18,2358	134	19,9976	161	25,4681
108	18,2505	135	20,1915	162	25,6032
109	18,2675	136	20,3942	163	25,7312
110	18,2867	137	20,6045	164	25,8520
111	18,3080	138	20,8213	165	25,9656
112	18,3313	139	21,0434	166	26,0720
113	18,3564	140	21,2696	167	26,1712
114	18,3831	141	21,4988	168	26,2632
115	18,4112	142	21,7300	169	26,3480
116	18,4405	143	21,9623	170	26,4255
117	18,4707	144	22,1946	171	26,4957
118	18,5015	145	22,4256	172	26,5586
119	18,5326	146	22,6543	173	26,6142
120	18,5637	147	22,8799	174	26,6625
121	18,5958	148	23,1017	175	26,7034
122	18,6319	149	23,3192	176	26,7369
123	18,6755	150	23,5319	177	26,7630
124	18,7291	151	23,7394	178	26,7817
125	18,7948	152	23,9413	179	26,7930
126	18,8735	153	24,1373	180	26,7868
127	18,9662	154	24,3271		
128	19,0734	155	24,5104		

Таблиц 2 - Таблица размеров для изготовления выпускного кулачка

$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм
98	18,2000	126	19,2641	154	24,5298
99	18,2025	127	19,3873	155	24,6961
100	18,2076	128	19,5210	156	24,8566
101	18,2153	129	19,6649	157	25,0112
102	18,2256	130	19,8185	158	25,1599
103	18,2385	131	19,9811	159	25,3026
104	18,2539	132	20,1521	160	25,4392
105	18,2717	133	20,3308	161	25,5697
106	18,2918	134	20,5165	162	25,6940
107	18,3141	135	20,7085	163	25,8120
108	18,3385	136	20,9060	164	25,9237
109	18,3649	137	21,1082	165	26,0290
110	18,3931	138	21,3144	166	26,1278
111	18,4229	139	21,5239	167	26,2201
112	18,4541	140	21,7359	168	26,3058
113	18,4865	141	21,9396	169	26,3848
114	18,5198	142	22,1641	170	26,4571
115	18,5537	143	22,3786	171	26,5227
116	18,5879	144	22,5901	172	26,5816
117	18,6221	145	22,8016	173	26,6337
118	18,6593	146	23,0106	174	26,6789
119	18,7018	147	23,2164	175	26,7172
120	18,7519	148	23,4184	176	26,7485
121	18,8110	149	23,6161	177	26,7728
122	18,8801	150	23,8091	178	26,7901
123	18,9597	151	23,9972	179	26,8004
124	19,0502	152	24,1802	180	26,8039
125	19,1517	153	24,3578		

Таблица 3. Таблица размеров для контроля профиля для впускного кулачка

$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм
102	0,0000	130	1,1305	158	6,8203
104	0,0065	132	1,4405	160	7,1259
106	0,0235	134	1,7976	162	7,4032
108	0,0505	136	2,1942	164	7,6620
110	0,0867	138	2,6213	166	7,8720
112	0,1313	140	3,0696	168	8,0632
114	0,1831	142	3,5300	170	8,2255
116	0,2405	144	3,9946	172	8,3586
118	0,3015	146	4,4543	174	8,4625
120	0,3637	148	4,9011	176	8,5369
122	0,4319	150	5,3319	178	8,5817
124	0,5291	152	5,7413	180	8,5968
126	0,6735	154	6,1271		
128	0,8734	156	6,4371		

Таблица 4. Таблица размеров для контроля профиля для выпускного кулачка

$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм	$\alpha, ^\circ$	S, мм
98	0,0000	126	1,0641	154	6,3298
100	0,0076	128	1,3210	156	6,6566
102	0,0256	130	1,6185	158	6,9599
104	0,0539	132	1,9521	160	7,2392
106	0,0918	134	2,3165	162	7,4940
108	0,1385	136	2,7060	164	7,7237
110	0,1931	138	3,1144	166	7,9278
112	0,2541	140	3,5359	168	8,1058
114	0,3198	142	3,9641	170	8,2571
116	0,3879	144	4,3901	172	8,3816
118	0,4593	146	4,8106	174	8,4789
120	0,5519	148	5,2184	176	8,5485
122	0,6801	150	5,6001	178	8,5901
124	0,8502	152	5,9802	180	8,6039

### Список использованной литературы:

1. Авдеев М.В. и др. Технология ремонта машин и оборудования – М.: Агропромиздат, 1986 – 247с.
2. Анохин В.И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1968. – 831 с.
3. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений. Справочное пособие. – Мн.: Беларусь, 1991, 400 с.
4. Анурьев В.Н. Справочник конструктора машиностроения ТОМ-1 – М.: Машиностроение, 1982
5. Барун В.Н. Автомобили КамАЗ. Техническое обслуживание и ремонт- 2-е изд.- М.: Транспорт, 1988 – 352 с.
6. Волгин В.В. Автосервис. Маркетинг и анализ: Практическое пособие – 2-е изд.- М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков В К», 2005- 496 с.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов- 5-е изд.- М.: ООО ИД «Альянс»- 2007-256с.
8. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. –М.: Высш. Шк., 1985. – 304 с.
9. Гуревич Я.Л. и др. Режимы резания трудно- обрабатываемых материалов. Справочник. -2 –е изд. –М.: Машиностроение, 1986, 240 с.
10. Есенберлина Р.Е., Капитальный ремонт автомобилей. Справочник. -М .: Транспорт, 1989-335 с.
11. Жедь В.П., Боровский Г.В., Музыкант Я.А., Ипполитов Г.М. Режущие инструменты и их применение: Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
12. Зленко А.Ф., Кулаков А.Т. Технологические карты текущего ремонта и агрегатов автомобилей КамАЗ. Министерство Автомобильного транспорта РСФСР Центравтотех, М.: «Политекс», 1992 – 236 с.

13. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей, 2-е изд. М.: Академия, 2003 – 496с.
14. Каталог деталей и сборочных единиц автомобилей КамАЗ типа 6×4. Том 1. М.: «Политекс», 1993- 416 с.
15. Коробйеник А.В. Ремонт автомобилей. Теоретический курс. Ростов-н-Д.: Феникс, 2004- 283с.
16. Кослова А.Г., Мещерякова Р.К. Справочник технолога-машиностроителя в 2-ух томах. Том 1. -М.: Машиностроение. 1986.
17. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. Учебник для вузов. 2-ое изд. –М.: Машиностроение, 1993, 277 с.
18. Кузнецов Б.А., Ваганова Т.Н. Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд. –М.: Транспорт, 1985. – 220 с.
19. Кузнецов Е.С., Воронов В.П. и др. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов, 3-е изд. М.: Транспорт, 1991 – 413 с.
20. Молодык Н.В., А.С. Зенкин. Восстановление деталей машин. Справочник. –М.: Машиностроение, 1989.-480 с.
21. Морозов И.М., Гузеев И.И. Технологическое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие – Челябинск, Изд. ЮУрГУ, 2003 – 63 с.
22. Мягков В.Д. Краткий справочник конструктора. 2-ое изд. –Л.: Машиностроение, 1975, 389 с.
23. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов.- М.: Транспорт, 1985- 231 с.
24. Напольский Г.М., Солнцев А.А. Технологический расчет и планировка станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие к курсовому проектированию. МАДИ (ГТУ) – М., 2003- 53 с.
25. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках . Часть 2.- М.: Экономика, 1980, 473 с.

26. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1, 2-е изд.- М.: Машиностроение, 1974.
27. Пантелеенко, Ф.И., Лялякин В.П. Восстановление деталей машин. –М.: Машиностроение, 2003.- 672 с.
28. Петросов В.В. Ремонт автомобилей и двигателей: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 224 с.
29. Постановление №196/12-5 от 7 июля 1980г. Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок МАЗ, КамАЗ, КраЗ., 89 с.
30. Родичев В.А.Грузовые автомобили. –М.: Издательский центр «Академия», 2007. -240с.
31. Румянцев С.И. Ремонт автомобилей: Учебник для автотранспортных техникумов. –М.: Транспорт, 1988. – 327 с
- 32.. Румянцев С.И, Синельников А.Ф. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – М.: Машиностроение, 1989. – 272 с.
33. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ. М.: Машиностроение, 2007- 147 с.
34. Семакина Г.А. Организационно- экономическая часть дипломных проектов. Методические указания для студентов очного и заочного отделения МТФ, обучающихся по специальности 190603. – Новосибирск, 2008- 16 с.
35. Титурин Б.А., Старостин Н.Г. Ремонт автомобилей КамАЗ. -Л.: Агропромиздат. Ленингр. отделение, 1987 – 288 с .
- 36.Улашкин А.П., Тузов Н.С. Курсовое проектирование по восстановлению деталей: Учебное пособие. –Хабаровск: Издательство Хабар. Гос. Тех. Ун-та, 2003. – 146 с.
37. Харламов Т.А, Тараканов А.С. Припуски на механическую обработку. Справочник. М.: Машиностроение, 2006- 256 с.
38. Хасуи А., Мorigаки О. Наплавка и напыление/ Пер. с яп.Попова В.Н. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.

39.Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. М., За рулем 2000 г.

40. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению.- М.: Высшая школа, 2002, -493 с.

41.Шадревич В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. Учебник для вузов. Л.: Машиностроение, 1976. – 560 с.

42. Шадревич В.А. Ремонт автомобилей. – М.: Высшая школа, 1976, - 360с.