

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

---

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Агроинженерия  
Отделение промышленных технологий

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологического процесса восстановления шатуна двигателя ЯМЗ-240Б

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10Б40	Исаков Юрий Сергеевич		

УДК: 621.43-232.1-048.37

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Зайцев К. В.	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Зайцев К. В.	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Юрга – 2019 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

---

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Агроинженерия  
Отделение промышленных технологий

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

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-10Б40	Исаков Юрий Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологического процесса восстановления шатуна двигателя ЯМЗ-240Б	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 13/с от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<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>	<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></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Аналитический обзор по теме ВКР.  2. Расчет технологического процесса восстановления шатуна.  3. Конструкторская часть. Разработка приспособления для металлизации нижней головки шатуна  4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.  5. Социальная ответственность.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Техничко-экономическое обоснование проекта (1 листа А1).  2. Генеральный план предприятия (1 лист А1).  3. Технологический процесс восстановления шатуна (1 листа А1).  4. Карта дефектовки шатуна (1 листа А1).  5. Маршрутные карты восстановления шатуна (1 листа А1).  6. Конструкция приспособления для металлизации (2 листа А1)..  7. Технологическая планировка участка по восстановлению шатунов (1 лист А1).  8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p><b>Лизунков В.Г.</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p><b>Солодский С.А.</b></p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p><b>Реферат</b></p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

<p><b>Должность</b></p>	<p><b>ФИО</b></p>	<p><b>Ученая степень, звание</b></p>	<p><b>Подпись</b></p>	<p><b>Дата</b></p>
<p>к.т.н., доцент ОПТ</p>	<p>Зайцев К. В.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

<p><b>Группа</b></p>	<p><b>ФИО</b></p>	<p><b>Подпись</b></p>	<p><b>Дата</b></p>
<p>3-10Б40</p>	<p>Исаков Ю. С.</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10Б40	Исаков Ю. С.

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

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

1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов	1) Капитальные вложения 3126230 руб 2) Фонд оплаты труда годовой 2482240руб 3) Производственные расходы 22 660 840 руб
--	--

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

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

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

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>25.04.2019</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б40	Исаков Ю. С.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10Б60	Исакову Ю. С.

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТМС</b>
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 216м<sup>2</sup>. Ширина 12м, длина 18м, высота 8м. Стены кирпичные, намеренно окрашивают в зеленый цвет, шесть окон шириной 2,5м, высотой 1,5м, крыша шиферная. Вредные и опасные производственные факторы на предприятии в рабочем участке. При анализе условий труда на участке по восстановлению шатунов выявлены следующие вредные и опасные факторы, присутствующие в проектируемом производственном помещении</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>-шум, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (станки, металлатор и др.)</li> </ul>
---	--

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

#### 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 поражения тока, поэтому все станки заземляют.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <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</li> </ul>	<p>Защита от запыленности и загазованности воздуха</p> <p>Для защиты глаз работающего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки.</p>

<i>пожаротушения)</i>	
<b>3. Охрана окружающей среды:</b> <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 жидкостями для окружающей среды, пост необходимо обеспечить специальными емкостями для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку
<b>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</b> <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
<b>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <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>	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

#### **Задание выдал консультант:**

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

#### **Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б40	Исаков Ю. С.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 82 страниц машинописного текста, таблиц 4, рисунков 5. Представленная работа состоит из шести частей, количество использованной литературы – 16 источников. Графический материал представлен на 8 листах формата А1.

Ключевые слова: участок восстановления, металлатор, подвижной состав, технологический процесс, приспособление, технологическое оборудование, конструкция, технологические расчеты, безопасность и экологичность, окупаемость.

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

В технологической части представлены необходимые расчеты для технологического процесса восстановления шатунов двигателя ЯМЗ-240Б.

В конструкторской части выпускной квалификационной работы представлен сборочный чертеж приспособления для металлизации нижней головки шатуна.

В разделе «Социальная ответственность» выявлены опасные и вредные факторы, а также мероприятия по их ликвидации. Рассчитана система вентиляции

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность» рассчитаны затраты на организацию зоны диагностирования на предприятии и рассчитан срок окупаемости.



## ANNOTATION

Final qualification work consists of 82 typewritten pages, tables 4, figures 5. The presented work consists of six parts, the amount of used literature - 16 sources. Graphic material is presented on 8 sheets of A1 format.

Key words: restoration site, metallizer, rolling stock, technological process, adaptation, technological equipment, construction, technological calculations, safety and environmental friendliness, payback.

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

The technological part presents the necessary calculations for the technological process of restoring the connecting rods of the engine YMZ-240B.

In the design part of the qualification work, an assembly drawing of a device for metallization of the lower head of the connecting rod is presented.

In the section "Social responsibility" identified dangerous and harmful factors, as well as measures for their elimination. Designed ventilation system

In the section "Financial Management, Resource Saving and Resource Efficiency", the costs of organizing a diagnostic zone in an enterprise are calculated and the payback period is calculated.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	14
1.1 История и характеристика деятельности предприятия ООО "АвтоСпецКар".....	14
1.2 Анализ показателей эффективности эксплуатации ПС.....	15..
1.3 Анализ функционирования производственно-технической базы предприятия.....	17
1.4 Способы восстановления дефектов шатуна.....	19
1.4.1 Износ торцов нижней головки шатуна.....	19
1.4.2 Задиры поверхности нижней головки шатуна.....	21
1.4.3 Износ отверстия под втулку верхней головки шатуна.....	21
1.5 Проблема, цель и задачи проектирования.....	25
2. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШАТУНА.....	26
2.1. Обзор литературных источников.....	26
2.1.1 Подготовка материалов для напыления.....	29
2.1.2 Нанесение покрытия.....	29
2.1.3 Выходной контроль.....	30
2.2 Разработка технологического процесса восстановления шатунов.....	31
2.3 Характер нагрузок и повреждений шатуна в процессе эксплуатации.....	33
2.4 Анализ действующего технологического процесса ремонта и его недостатки.....	35
2.4.1 Анализ методов и теоретические основы нанесения газотермических покрытий.....	35
2.4.2 Электродуговая металлизация (ЭДМ).....	36
2.5 Расчет режимов восстановления шатунов.....	39
2.5.1 Расчет припусков напыления методом электродуговой металлизации.....	39
2.5.2 Расчет припусков на механическую обработку шлифовкой.....	40
2.5.3 Нормирование технологического процесса восстановления шатунов.....	43
2.6 Технологическое планирование участка по восстановлению шатунов.....	44
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	46
3.1 Проектирование установки для металлизации шатунов.....	46

					ФЮРА 148.000.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p>Разработка</p> <p>технологического процесса</p> <p>восстановления шатуна</p>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Исаков							
Провер.	Зайцев							
Т. Контр.						ЮТИ ТПУ гр. 3-10Б40		
Н. Контр.								
Утверд.								

3.1.1	Описание прототипа оборудования для восстановления шатунов методом электродуговой металлизации.....	46
3.1.2	Обоснование функциональной технологической схемы установки.....	47
3.1.3	Расчет на прочность на прочность шпоночного соединения.....	49
3.2	Проектирование приспособления для фрезерования крышек шатунов.....	50
3.2.1	Обзор литературных источников по проектированию устройств и машиностроения.....	50
3.2.2	Расчет сил для закрепления заготовок.....	54
3.2.3	Описание конструкции устройства и его проверка.....	56
3.2.4	Проверка условия надежного закрепления детали устройством.....	56
3.3	Расчет силы резания при фрезеровании.....	56
3.4	Расчет силы на штоке поршневого привода.....	57
4	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	58
4.1	Характеристика объекта исследования.....	58
4.2	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте.....	58
4.3	Обеспечение требуемого освещения на рабочем участке.....	61
4.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на рабочем месте. Вентиляция и кондиционирование.....	63
4.5	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды.....	66
4.6	Заключение.....	69
5	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	70
5.1	Расчет экономического эффекта по внедрению участка по восстановлению шатунов.....	72
5.2	Определение затрат труда и себестоимости восстановления шатунов.....	75
5.3	Определение основных показателей эффективности восстановления.....	77
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
	Список используемых источников.....	81

## ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация производственных процессов, экономия материальных ресурсов относятся к наиболее острым проблемам современной сельскохозяйственной техники и техники вообще. Одной из основных преград к наиболее интенсивному ведению производственных процессов является недостаточная устойчивость отдельных узлов машин и оборудования, что приводит к простоям, увеличению потребления запасных частей, вызывает потери и перерасход материалов.

Одним из эффективных направлений борьбы с износом является использование защитно-упрочняющих технологий с нанесением износостойких, антикоррозионных и других покрытий. К числу таких технологий выносятся электродуговая металлизация (ЭДМ), основанная на получении покрытий путем расплавления электродов - проводов электрической дугой, образуется между ними, распылением расплавленного металла скоростным потоком газа на мелкие частицы и нанесения их на поверхность детали.

Широкому распространению в последнее время электродуговой металлизации в процессе нанесения защитных покрытий способствует преимущество ЭДМ перед другими газотермическими методами:

- высокая производительность (в 3-4 раза выше, чем при газополуметаллическом методе)
- распространенность и доступность источника энергии для плавления металла;
- высокая тепловая эффективность (в 2-3 раза выше, чем при газопламенном напылении)
- низкая стоимость большинства распыляемых материалов;
- универсальность, простота и транспортабельность оборудования;
- возможность автоматизации и механизации процессов;
- безопасность проведения ЭДМ, работ и исследований по причине отсутствия использования горючих газов.

Сфера использования ЭДМ за рубежом быстро расширяется. Активно ведутся разработки новых аппаратов электродуговой металлизации и источников питания, поиск путей уменьшения пористости покрытий, повышение прочности адгезии.

Метод электродуговой металлизации позволяет повысить надежность и долговечность деталей машин и механизмов за счет увеличения их устойчивости к воздействию внешних факторов (износ, коррозии и т.п.), восстанавливать размеры изношенных деталей, экономить высоколегированные стали и цветные металлы путем замены деталей из этих материалов деталями из углеродистых сталей и чугунов с покрытием.

С целью практической реализации технологии получения напыленных покрытий организовано производство специализированных металлических и керамических порошков.

В настоящее время серийно выпускаются детали с покрытиями для машин по производству химического волокна, текстильных и полиграфических машин; изготавливаются различные детали автомобилей и автобусов, восстанавливаются изношенные детали ДВС с использованием различных методов нанесения покрытий.

Целью данной выпускной квалификационной работы является решение задачи по проектированию технологического процесса восстановления шатунов двигателей внутреннего сгорания, а также рассмотрение перспектив способа ремонта шатунов путем восстановления его методом напыления электродуговой металлизацией и повышения износостойкости шатунов в условиях ремонтного производства.

## 1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

### 1.1 История и характеристика деятельности предприятия ООО "АвтоСпецКар".

Общество с ограниченной ответственностью "АвтоСпецКар" расположен в городе Новосибирске по улице Софийская, 2Б.

ООО "АвтоСпецКар" имеет собственную дилерскую сеть в различных городах России.

Предприятие специализируется поставками со склада в Новосибирске и под заказ:

- Дизельные, газ/бензин вилочные автопогрузчики грузоподъемностью от 1000 до 50000 кг с высотой подъема от 2200 до 7400 мм (различные варианты для работы в складе, вагоне и т. д.);

- Электропогрузчики JAC грузоподъемностью от 1000 до 3200 кг;

- Штабелеры;

- Тележки ручные гидравлические;

- Электротележки;

- Оригинальные запчасти, узлы и агрегаты от производителя;

- Качественные пневматические шинокомплекты и шины суперэластик европейского производства повышенной износостойкости всех типов и размеров;

- Тяговые аккумуляторные батареи кислотные и щелочные (услуги зарядки);

- Зарядные устройства.

- Цепи противоскольжения для погрузчиков.

Дополнительные услуги:

- Установка нейтрализаторов выхлопных газов для работы на складах;

- Установка фильтров тонкой очистки топлива SEPAR (СЕПАР) 2000/5;

ООО "АвтоСпецКар" с 21 августа 2011г. запустил на заводе свою линию производства автопогрузчиков под торговой маркой НЗА 41030 (Новосибирский завод Автопогрузчиков). Выпускаются автопогрузчики дизельные и бензиновые грузоподъемностью 5-10 т. с высотой подъема 3, 3 м, 4, 5 м и с безблочной стрелой. На заводе произведена модернизация и усовершенствование многих узлов и агрегатов, благодаря чему увеличилось межремонтное обслуживание погрузчиков. В погрузчиках НЗА 41030 устанавливаются преимущественно автомобильные комплектующие, используемые на грузовых автомобилях отечественного производства (ГАЗ, ЗИЛ), что делает их обслуживание и ремонт более доступным и дешевым. Благодаря кабине нового образца увеличена обзорность и комфорт.

На погрузчиках НЗА 41030 установлены:

- Цилиндры подъема и наклона нового образца (повышенной прочности плунжера, полимерные уплотнители).

- Установлен болгарский гидрораспределитель 2Р80Б.

- Улучшенные РВД (евростандарт).

-Шарнир привода НШ- нового образца.

-Водительское кресло повышенной комфортности.

ООО «АвтоСпецКар» работает на рынке грузоподъемной техники с февраля 1996 года, поставляя продукцию самых известных на мировом рынке болгарских фирм BALKANCAR, японских компаний TOYOTA, китайской Корпорации JAC - чтобы любой Заказчик имел достаточно вариантов для выбора. При этом отбираются только проверенные и зарекомендовавшие себя марки и модели.

Основные принципы деятельности: индивидуальный подход к каждому клиенту, поддержание конкурентоспособных цен на поставляемую продукцию и осуществление высококачественного ремонта грузоподъемной техники.

## 1.2 Анализ показателей эффективности эксплуатации ПС

По отчетным данным предприятия за 2018г. коэффициент выпуска в целом по парку составил  $\alpha_v = 0,72$ . Данный показатель характеризует объем перевозок, осуществляемых ООО «АвтоСпецКар».

Для комплексной технико-экономической оценки технического состояния автомобилей и качества их технического содержания используются 2 показателя:

- 1) удельные затраты на ТО и ремонт автомобилей в расчете на 1000км пробега в заданных условиях;
- 2) коэффициент технической готовности, определяющий среднюю: долю исправных автомобилей от списочного количества на каждый день рассматриваемого периода.

Нормативные данные по удельным затратам на ТО и ремонт автомобилей существуют в ценах 80-х годов, потому данный показатель неприменим в сегодняшних условиях. Потому оценивать эффективность ТО и ремонта ПС наиболее удобно исходя из рекомендуемых и действительных значений  $\alpha_t$ .

Коэффициент технической готовности (КТГ) в рассматриваемом периоде (2018г.) составил для парка автомобилей ООО «АвтоСпецКар»  $\alpha_t = 0,78$ .

По некоторым источникам КТГ для грузовых АТП должен составлять не менее  $\alpha_t = 0,85$ , рекомендуемые значения -  $\alpha_t = 0,90-0,92$ . По данным для нормальной работы отношение  $\alpha_v/\alpha_t$  должно составлять  $\alpha_v/\alpha_t = 0,75-0,78$ .

Учитывая действительное значение  $\alpha_v=0,72$  и рекомендуемое соотношение  $\alpha_v/\alpha_t=0,75$  можно пересчитать «нормальный» для данного предприятия КТГ:

$$\alpha_t = \alpha_v/0,75=0,72/0,75=0,96.$$

Рассчитанное значение  $\alpha_t = 0,96$  значительно больше существующего  $\alpha_t=0,78$ . Это говорит о низкой эффективности технической службы ООО «АвтоСпецКар». Описанные значения КТГ представлены на рисунке 1.1.

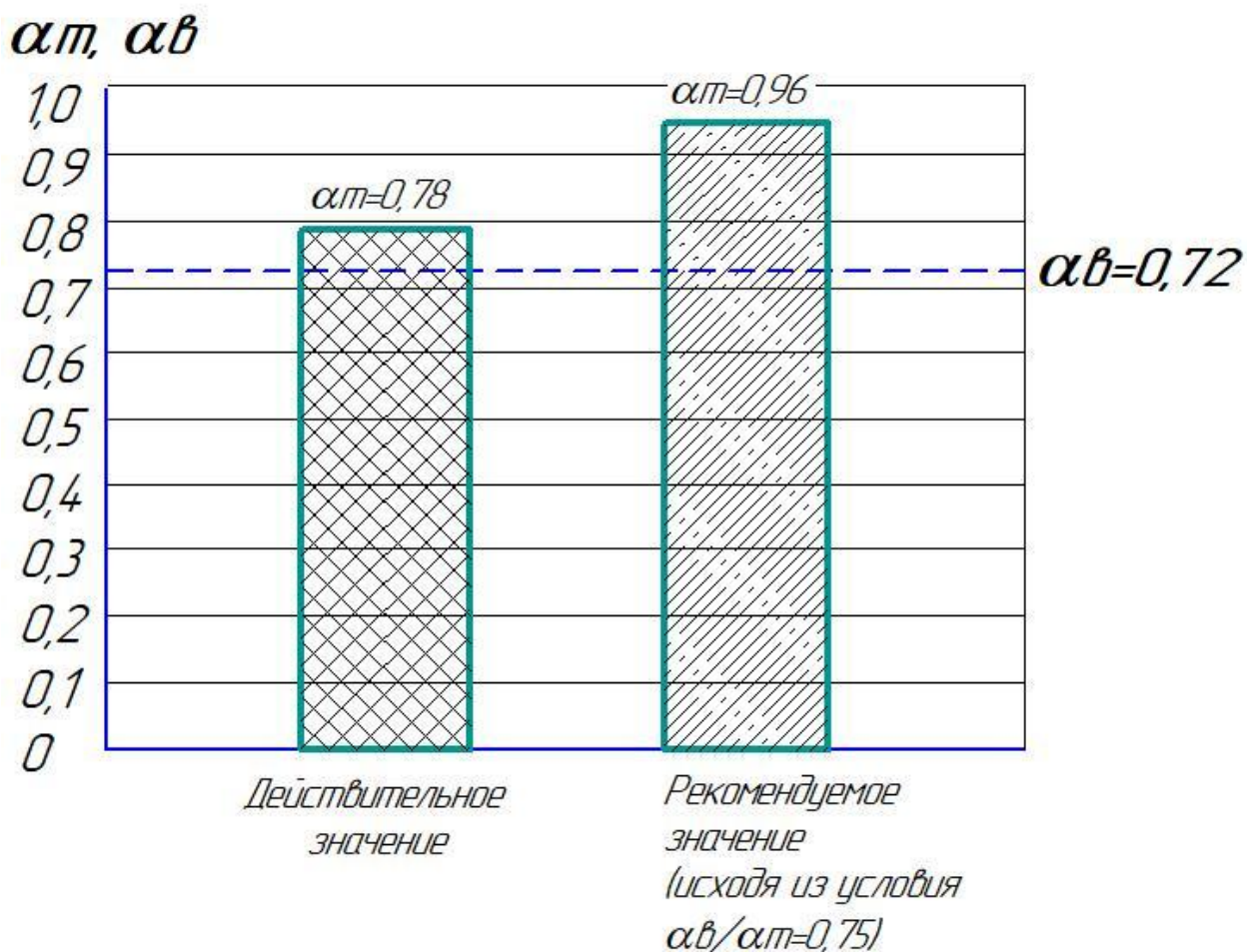


Рис. 1.1. Значения  $\alpha_b$  и  $\alpha_t$  в целом по парку автомобилей ООО «АвтоСпецКар» за 2018г.

Низкое действительное значение коэффициента технической готовности говорит о плохом качестве ТО и ремонта автомобилей (большое количество отказов и, соответственно, ТР) и о низкой производительности производственно-технической базы (ПТБ) предприятия (завышенная, по отношению к нормативным значениям трудоемкость работ ТО и ремонта ПС).

Производительность ПТБ предприятия можно оценить исходя из удельных простоев ПС в ТО и ТР:

- нормативное значение - 0,50-0,55 дней/1000км;
- действительное значение (за 2018г.) -  $\approx 0,80$  дней/1000км.

Сравнение действительного и нормативного значений простоев автомобилей в ТО и ремонте приведено на рисунке 1.2.



*Удельный простой ПС  
в ТО и ремонте,  
дней/1000км*

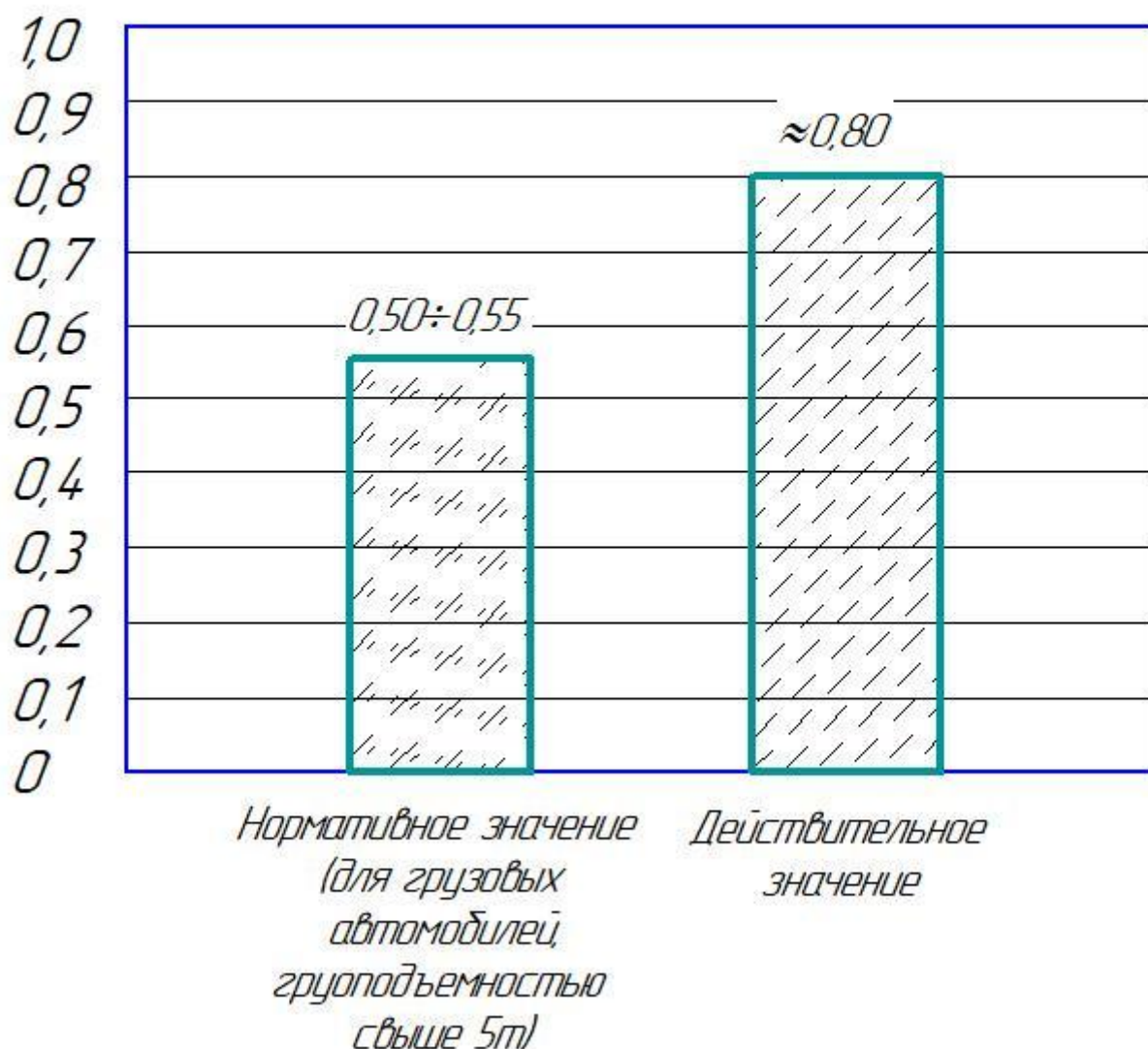


Рис. 1.2. Удельный простой ООО «АвтоСпецКар» в ТО и ремонте (по отчетным данным за 2018г.

### 1.3 Анализ функционирования производственно-технической базы предприятия

Следует отметить, что основная доля простоев (примерно 85-95%) приходится на текущий ремонт на ООО «АвтоСпецКар». Поэтому сокращение простоев в текущем ремонте, производимом на предприятии, является главным резервом увеличения ат.

Для снижения простоев в ТР необходимо совершенствовать процессы ремонта узлов и агрегатов автомобилей в зоне ТР и на производственных участках; внедрять более современное и технически совершенное оборудование.

Постоянное «старение» подвижного состава приводит к значительному увеличению числа отказов и неисправностей систем и агрегатов автомобилей (рис. 1.3). Так наибольшее увеличение числа неисправностей наблюдается для двигателей и их систем ( $\approx 15\%$ ), подвески автомобилей ( $\approx 25\%$ ), агрегатов трансмиссии ( $\approx 1/3$ ), топливной аппаратуры ( $\approx 20\%$ ).

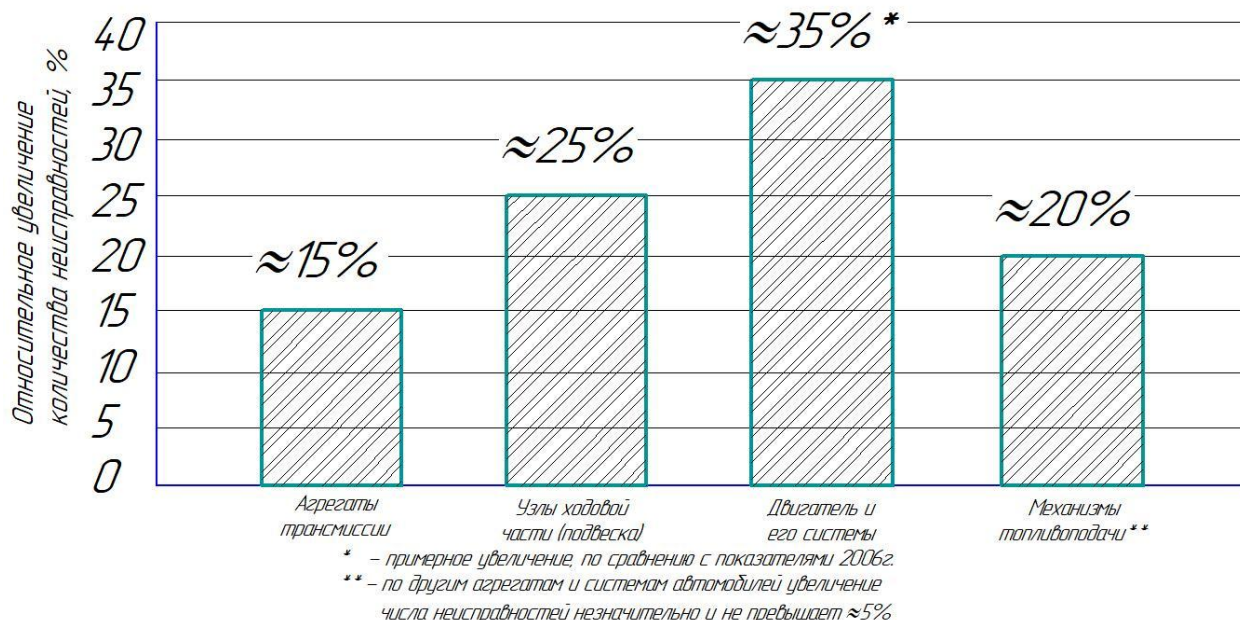


Рис. 1.3. Увеличение числа отказов и неисправностей двигателя внутреннего сгорания ПС ООО «АвтоСпецКар» в 2018г.

Увеличение числа отказов и неисправностей неизбежно приводит к увеличению производственной программы по ТО и ремонту автомобилей, увеличению общей трудоемкости ремонтных воздействий, увеличению простоя автомобилей в ТО и ремонте. В итоге данная ситуация негативно отражается на себестоимости эксплуатации ПС предприятия. Это подтверждается отчетными данными предприятия за 2016-2018г.г. (рис. 1.4).

Так при незначительном падении грузооборота в 2018г. (доход от оказания транспортных услуг - 91,6 млн. руб.) по сравнению с показателями 2017г. (98,8 млн. руб.) суммарные расходы на эксплуатацию ПС выросли с 59432 тыс. руб. до 68252 тыс. руб.

Также выросли расходы на топливо (32499 тыс. руб. в 2017г., 37687 тыс. руб. в 2018г.) и затраты на запасные части (17845 тыс. руб. в 2017г., 21483 тыс. руб. в 2018г.).

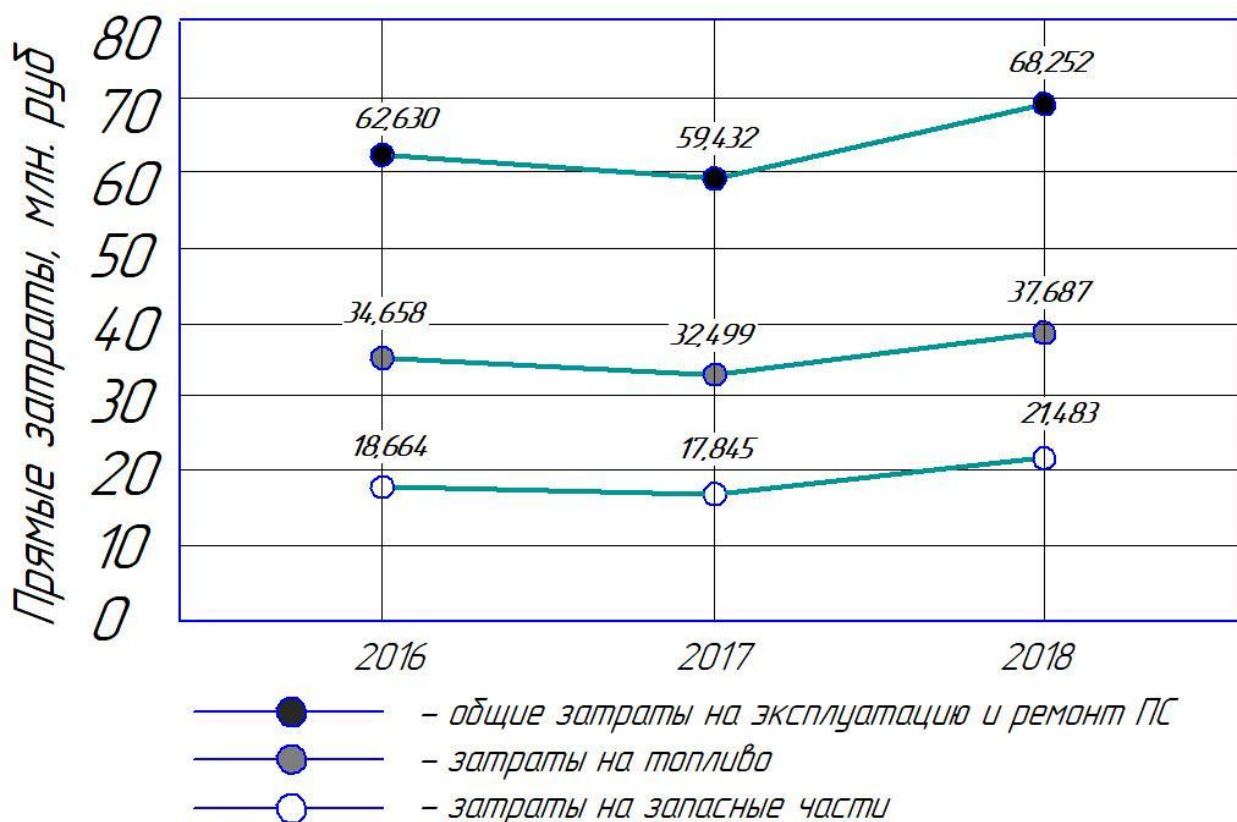


Рис. 1.4. Затраты на эксплуатацию и ремонт ПС ООО «АвтоСпецКар» в 2016-2018г.г.

Так как наибольшее увеличение числа отказов и неисправностей в 2018г. наблюдается по двигателю внутреннего сгорания, то совершенствование работ на данном производственном участке приведет к наиболее ощутимому снижению себестоимости эксплуатации ПС.

#### 1.4 Способы восстановления дефектов шатуна

##### 1.4.1 Износ торцов нижней головки шатуна.

Выбираем способы по конструкторско-технологическим характеристикам.

Металлизация:

МПл не подходит из-за малой толщины наращиваемого слоя металла и вида покрытия.

Способ МГП не подходит из-за дороговизны материала покрытия (бронза дорогая).

МЭД подходит по всем параметрам и показателям.

МВЧ и МИВЧ не подходит по материалу покрытия и виду восстанавливаемой поверхности.

Ручная и механизированная сварка под слоем флюса.

НРГ и НРад не подходят по виду основного материала изношенной детали.

НОФпл, НСФсер, НСФтмо, НСФпг, НСФпл подходят по всем показателям.

Вибродуговая наплавка.

НВДж, МВДсо2, НВДп, НВДвс, НВДгж, НВДпл, НВДуз, НВДтмо подходят по всем показателям.

Микронаплавка, наплавка в среде СО2, припекание порошков.

НЭИ, НПЭ, НБм не подходят по виду поверхности восстановления.

НУГфл, НУГлэ, ТДПП, ЭНП не подходят из-за большего минимально допустимого диаметра восстанавливаемой поверхности

НУГ и НУГар подходят по всем показателям.

Хромирование.

ХРппол, ХРлег, ХРхэ не подходят так как сопряжение восстанавливаемой поверхности является подвижным.

ХР, ХРор, ХРуз, ХРстр подходят по всем показателям.

Железнение.

Использование в данном случае любого вида железнения весьма не желательно по трем причинам:

а) Приходится наносить 2-3 слоя, так как один не обеспечивает требуемой толщины.

б) Низкая экологичность методов железнения, требуется очистка стоков.

в) Низкая усталостная выносливость.

По показателям физико-механических свойств.

Способ наплавки ручной аргонодуговой не подходит из-за малой величины микротвердости (всего 200 кг/мм<sup>2</sup>).

Способ наплавки вибродуговой в среде пара не подходит из-за малой величины микротвердости (всего 225 кг/мм<sup>2</sup>).

Способы вибронаплавки НВДж, НВДвс, НВДгж, НВДпл, НВДуз и НВДтмо не подходят из-за малого показателя долговечности.

Способ наплаки в среде углекислого газа без охлаждения не подходит из-за малой величины микротвердости (всего 230 кг/мм<sup>2</sup>).

Способ хромирования в обычном электролите не подходит из-за малой величины выносливости.

По технико-экономическим показателям.

Наплавка ручная газовая не подходит для нашего массового ремонта деталей (12500 деталей в год), так как является весьма дорогим способом.

Хромирование способами ХРппол, ХРхэ, ХРуз, ХРстр не желательны к применению из-за дороговизны.

По прочим характеристикам.

Способ металлизации МЭД не стоит применять т.к. получаемое покрытие является хрупким, что для нашего случая недопустимо.

Способ вибродуговой наплавки в среде углекислого неприемлем из-за наличия пор, раковин, трещин и т.д.

Способ вибронаплавки порошковой проволоки не желателен к применению из-за наличия неравномерностей в структуре покрытия.

Способ микронаплавки в среде углекислого газа с добавлением аргона нежелателен к применению из-за низкой производительности.

Способ хромирования в электролите с каталитическими добавками применяется редко и оборудование для него весьма дорого, поэтому его мы тоже не будем применять.

#### 1.4.2 Задиры поверхности нижней головки шатуна.

Выбираем способы по конструкторско-технологическим характеристикам.

Металлизация.

МВЧ, МПГ, МПл не подходят по виду материалу покрытия.

Способ МИВЧ не подходит по виду восстанавливаемой поверхности.

По всем показателям подходит способ МЭД.

Ручная и механизированная сварка под слоем флюса.

Подходят способы НРад и НСФпл.

Остальные способы не подходят по виду восстанавливаемой поверхности или материалу покрытия.

Вибродуговая наплавка.

Ни один способ не подходит из-за вида восстанавливаемой поверхности.

Микронаплавка, наплавка в среде CO<sub>2</sub>, припекание порошков.

Подходит метод НЭЧ, другие не подходят по виду поверхности восстановления (упрочнения).

Хромирование.

Также не подходит не один метод, так как не совпадают виды поверхности восстановления (упрочнения).

Железнение.

Не подходит не один метод, так как не совпадают виды поверхности восстановления (упрочнения).

По показателям физико-механических свойств.

Способ металлизации МЭД не подходит из-за низких показателей коэффициента выносливости, сцепляемости и долговечности.

По технико-экономическим и прочим показателям.

В принципе способы ремонта сваркой НРад, НСФпл и микронаплавкой НЭИ имеют примерно одинаковую себестоимость, все же предпочтение отдадим способу электроимпульсной микронаплавки, т.к. сварка НРад, является малопродуктивной, а НСФпл требует термической обработки.

В результате выбираем способ электроимпульсной наплавки.

#### 1.4.3 Износ отверстия под втулку верхней головки шатуна.

Данный дефект устраняется растачиванием отверстия верхней головки шатуна под следующий ремонтный размер. А при значительном износе выбираем способ восстановления.

Ручная и механизированная сварка под слоем флюса.

Способы НРэ, НСФпл, НСФсер, НСФтмо, НСФпг и НСФлп не подходят из-за большого минимально допустимого покрытия.

Способ НРад не подходит по виду материала изношенной детали.

Остается способ НРг.

Вибродуговая наплавка.

Не подходит не один из способов, из-за большого минимально допустимого диаметра восстанавливаемой поверхности.

Микронаплавка, наплавка в среде CO<sub>2</sub>, припекание порошков.

Подходят способы НУГ и НУГар.

Остальные способы не подходят из-за большого минимально допустимого диаметра поверхности восстановления.

Хромирование.

В принципе для восстановления детали подходит почти любой способ хромирования, но заглядывая вперед отметим что хромированные детали в дальнейшем трудно обработать (механически), так что применение хромирования нежелательно.

Железнение.

Способы Жвв и Жпр не подходят по виду поверхности восстановления.

Способы Жв, Жвх, Жуз, Жспл, Жмк и Жпор подходят для нашей детали.

По показателям физико-механических свойств.

Способ металлизации МЭД не подходит из-за низких показателей коэффициента выносливости, сцепляемости и долговечности.

Способ сварки НРг не подходит из-за низкой долговечности.

По технико-экономическим и прочим показателям.

Выбираем из способов микронаплавки (НУГ и НУГар) и железнения самый дешевый по себестоимости ремонта. Ими оказываются микронаплавка способами НУГар и железнение методом Жспл, но при дальнейшем рассмотрении характеристик этих двух способов делаем вывод, что применения способа железнения с нанесением сплава более выгодно, значит выбираем этот способ.

Описание способа восстановления деталей хромированием в саморегулирующемся электролите.

Процесс нанесения покрытий на детали включает в себя три группы операций: подготовку детали к нанесению покрытия, нанесения покрытия и обработку детали после покрытия.

Подготовка деталей к нанесению покрытия включает в себя следующие операции: механическую обработку поверхностей, подлежащих наращиванию; очистку деталей от окислов и предварительное обезжиривание; монтаж деталей на подвесное приспособление; изоляцию поверхностей, не подлежащих покрытию; обезжиривание деталей с последующей промывкой в воде; анодную обработку (декапирование).

Предварительная механическая обработка детали имеет цель придать восстанавливаемым поверхностям правильную геометрическую форму. Производится эта обработка в соответствии с рекомендациями по механической обработке соответствующего материала.

Очистку деталей от окислов с целью “оживления” поверхности проводят обработку поверхности путем обработки шлифовальной шкуркой или мягкими кругами с полировальной пастой. Предварительное обезжиривание деталей производят путем промывки в растворителях (уайт-спирите, дихлорэтаноле, бензине и др.).

При монтаже деталей на подвесное приспособление необходимо обеспечить надежный их электрический контакт с токоподводящей штангой, благоприятные условия для равномерного распределения покрытия по поверхности детали и для удаления пузырьков кислорода, выделяющихся при электролизе.

Для защиты поверхностей, не подлежащих наращиванию, применяют: шапон-лак в смеси с нитроэмалями в соотношении 1:2, нанося его несколько слоев при послойной сушке на воздухе; чехлы из полихлорвинилового пластика толщиной 0,3-0,5 мм; различные футляры, втулки, экраны, изготовленные из неэлектропроводных кислотостойких материалов (эбонит, текстолит, винипласт и т. п.).

Окончательное обезжиривание подлежащих наращиванию поверхностей деталей наиболее часто производят путем электрохимической обработки в щелочных растворах следующего состава: едкий натр - 10 кг/м<sup>3</sup>, сода кальцинированная - 25, тринатрийфосфат - 25, эмульгатор ОП-7 3-5 кг/м<sup>3</sup>. Режим обезжиривания: температура 70-80°C, плотность тока 5-10 А/дм<sup>2</sup>, длительность процесса 1-2 мин.

Детали при электрохимическом обезжиривании навешивают на катодную штангу. При электролизе на поверхности детали выделяется водород, который химически срывает жировую пленку и таким образом ускоряет процесс омыления и эмульгирования жиров. Во избежание наводораживания сменяют полярность на обратную и в течении 0,2-0,3 мин обрабатывают детали на аноде.

Детали простой формы можно обезжиривать также путем протирки кашицей венской извести, состоящей из смеси окиси кальция и окиси магния с добавками 3% кальцинированной соды и 1,5% едкого натра. Эту смесь разводят водой до пастообразного состояния и наносят на детали волосяными кистями.

После обезжиривания детали промывают в горячей, а затем в холодной воде. Сплошная, без разрывов, пленка воды на обезжиренной поверхности свидетельствует о хорошем качестве удаления жиров.

Декапирование (анодную обработку) производят для удаления тончайших оксидных пленок с поверхности детали и обеспечения наиболее прочного сцепления гальванического покрытия с подложкой. Эта операция непосредственно предшествует нанесению покрытия.



При хромировании анодную обработку производят в основном электролите. Детали завешивают в ванну для хромирования и для прогрева выдерживают 1-2 мин без тока, а затем подвергают обработке на аноде в течении 30-45 с при анодной плотности тока 25-35 А/дм<sup>2</sup>. После этого не вынимая детали из электролита, переключают их на катод и наносят покрытие.

В ряде случаев перед декапированием осталяемые детали подвергают анодному травлению. Анодному травлению перед декапированием подлежат детали, не подвергающиеся механической обработке. Травление в этом случае происходит в специальной ванне с хлористого электролита.

Обработка деталей после нанесения покрытия включает следующие операции: нейтрализацию деталей от остатков электролита; промывку деталей в холодной и горячей воде; демонтаж деталей с подвесного приспособления и удаление изоляции; механическую обработку детали до требуемого размера; термическую обработку (при необходимости).

Этот порядок выполнения заключительных операций сохраняется при нанесении покрытий из любых электролитов, однако конкретные процессы имеют некоторые особенности.

Так, если детали подвергались хромированию, то их сначала промывают в ванне с дистиллированной водой (для улавливания электролита), а затем - в проточной воде, после чего погружают на 0,5-1 мин в 3-5% -ный раствор кальцинированной соды (для нейтрализации остатков электролита) и окончательно промывают в теплой воде. Затем детали снимают с подвесных приспособлений, удаляют с них изоляцию и сушат в сушильном шкафу при температуре 120-130°C. В некоторых случаях для снятия внутренних напряжений в хромовых покрытиях детали проходят термообработку с нагревом до 180-200°C в масляной ванне и выдержкой при этой температуре в течении 1-2 ч.

Вообще сущность любого метода хромирования заключается в переносе ионов металла на ремонтируемую поверхность детали, которая является катодом. Любые способы хромирования протекают в ваннах в растворах электролитов (холодных и горячих).

Хромирование саморегулирующемся электролите отличается от других видов тем, что при введении в электролит вместо серной кислоты трудно растворимых солей сернокислого стронция  $\text{SrSO}_4$  и кремнистого калия  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  в количестве, превышающем их растворимость, электролит становится устойчивым, так как автоматически поддерживается постоянная концентрация ионов  $\text{SO}_4$  и  $\text{SiF}_6$ . При избытке в электролите указанных солей, превышающих их растворимость, часть солей будет находиться в растворе в виде диссоциированных ионов, а часть на дне ванны в виде твердой фазы. При изменении концентрации хромового ангидрида концентрация ионов  $\text{SO}_4$  и  $\text{SiF}_6$  будет автоматически поддерживаться постоянной за счет частичного растворения солей. Таким образом, необходимость в частых корректировках электролита отпадает. Применяется следующий состав электролита (г/л): хромовый ангидрид 200-300; сульфат



стронция 5,5-6,5; кремнефторид калия 18-20. Плотность тока  $D_k=50-100$  А/дм<sup>2</sup>;  $t=50-70^\circ$  С; выход по току 17-18%.

В саморегулирующемся электролите можно получать все три вида хромовых осадков. Скорость отложения осадка при плотности 60 А/дм<sup>2</sup> и  $t=55-65^\circ$  С достигает 45-50 мкм/ч.

Вследствие агрессивности электролита свинцовая футировка ванны не пригодна из-за сильного растравливания. Хорошим материалом для ванн является нержавеющая сталь 1Х18Н9. В качестве материала для анодов применяют синцово-оловянистые сплавы, из которых лучшим является припой ПОС-10. По причине агрессивного действия электролита на металл необходима тщательная защита поверхности деталей, не подлежащих хромированию. Изоляционными материалами здесь могут быть винипласт, полихлорвинил, плестиглас, а также специальные составы.

### 1.5 Проблема, цель и задачи проектирования

Проблема: Увеличение количества неисправных деталей КШМ, низкое значение коэффициента технической готовности в следствие значительных простоев ПС в ТО и ремонте парка ООО «АвтоСпецКар».

Повышенный спрос на восстановление деталей КШМ на предприятиях области.

Цель: Снизить простои ПС в ремонте за счет снижения трудоемкости ремонта двигателей внутреннего сгорания.

Увеличить номенклатуру восстановительных работ деталей КШМ для предприятий области.

Задачи:

- 1) Разработать технологическую планировку участка восстановления шатунов; оснастить участок необходимым технологическим оборудованием.
- 2) Разработать технологию восстановления шатунов.
- 3) Спроектировать приспособление для металлизации отверстия нижней головки шатуна.
- 4) Предложить комплекс мероприятий по безопасности жизнедеятельности на предприятии; выработать инженерное решение по БЖД на участке.
- 5) Провести экономическую оценку проектных решений.

## 2 ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШАТУНА

### 2.1 Обзор литературных источников

Для решения поставленных задач по восстановлению шатунов использовали технологию нанесения газотермических покрытий.

Технологическое изменение процессов получения газотермических покрытий (рис. 2.1) в зависимости от конкретных условий типа производства, конструктивных особенностей деталей, обрабатываемых и покрытий в реальных технологических процессах может иметь разное количество операций и технологических приемов. Возможно также сочетание операций и приемов. Технологические операции могут также выполняться в отдельных цехах (участках). В условиях крупносерийного и массового производства будет целесообразным создавать текущие и автоматические линии, специальные многооперационные станки.

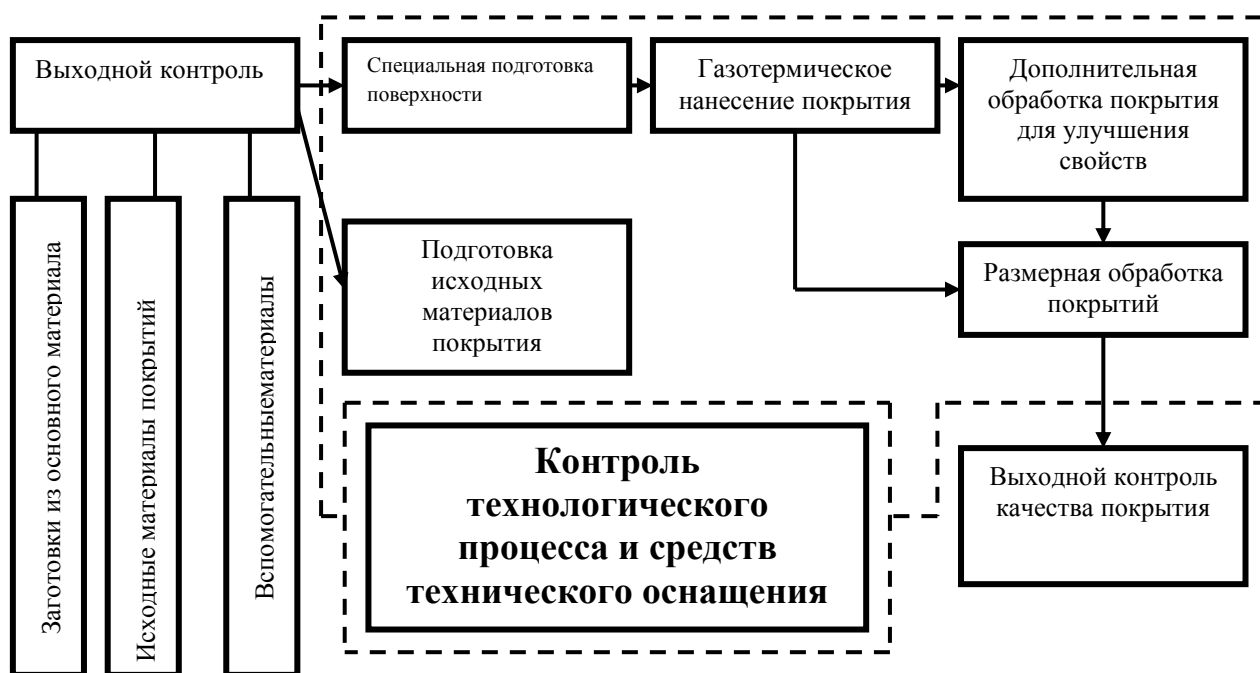


Рис. 2.1-Технологическая схема получения газотермических покрытий

Для получения покрытий высокого качества при помощи электродуговой металлизации на шатунах необходимо иметь данные о базовые материалы покрытий, находящихся на уровне зарубежных аналогов, осуществить выбор и усовершенствование материалов, оборудования для материалов из проволоки, иметь данные о физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства ЭДМ.

Поэтому для получения этой информации и покрытий высокого качества, наряду с выбором номенклатуры деталей, которые быстро

изнашиваются, проводился комплекс эксплуатационно-технологических работ, который включает:

- контроль и подготовку исходного проволоки и изделий для нанесения покрытий;
- оптимизацию технологических режимов получения и последующей обработки покрытий;
- определение качественного состава химических элементов в исходных материалах и покрытиях;
- металлографические исследования исходных материалов, микро и макроструктуры покрытий;
- изучение физико - механических свойств путем испытания их прочностных характеристик на разрывной машине Р-0,5 и сравнительной износостойкости на машине трения М 2211;
- разработку режимов механической обработки резанием для электродуговой металлизации.

Подготовка поверхности деталей к нанесению газотермических покрытий методом электродуговой металлизации.

На основе изучения взаимодействия материалов при газотермического напыления классифицированы и намечены наиболее рациональные приемы и технологические методы регулирования свойств газотермических покрытий.

Методы условно можно разделить на термические и химические. Их анализ, а также опыт промышленности показывают необходимость специальной подготовки поверхностей перед напылением. Такая подготовка заключается в очистке поверхности и выводе ее из термодинамического равновесия взаимодействия со средой, освобождая межатомные связи поверхностных атомов, то есть в химической активации подложки. Но активность подложки быстро снижается из-за химической адсорбции газов из среды и окисления. Поэтому время между операциями подготовки поверхностей и нанесением покрытий должен быть максимально сокращенным. Предыдущий обработку поверхности, кроме того, увеличивает ее шероховатость что в свою очередь приводит к повышению температуры в контакте под наплавленными частицами на выступлениях и увеличивает суммарную площадь участков приварки частиц до подложки. Шероховатая поверхность имеет большую площадь по сравнению с гладкой, что также увеличивает площадь сцепления покрытий с деталью.

В нашем случае перед тем как проводить напыление необходимо провести очистку поверхности от жиров и масел. Для этого можно использовать следующие растворители: тетрахлорэтилен; трихлорэтилен и другие хлорные углеводороды (в технически обоснованных случаях возможно использование при обезжиривании других растворителей, например, бензина).

Для снятия с изделий оксидной пленки данную деталь (в нашем случае шатун) подвергают дробеструйной (пескоструйной) обработки с использованием дроби, кварцевого и глиноземного песка. Перед дробеструйной обработкой шатун проходит следующие операции:

1. Мойка.
2. Обезжиривание.
3. Шлифовка шейки до размера под напыление.

Для предоставления шероховатости и лучшей адгезии поверхности основы используются следующие основные способы обработки поверхности:

- дробеструйная или пескоструйная;
- механический обработку поверхности;
- нанесения на поверхность изделия подслоя материала, имеющего высокую адгезию к основному металлу.

В нашем случае для предоставления шероховатости поверхности будем использовать дробеструйной обработку, преимущества которого связаны с равномерной обработкой поверхностей. С целью активации и предоставления нужной шероховатости поверхности напыляются наиболее часто подвергают абразивно-струйной обработке. В зависимости от источника энергии, который приводит в движение зернам абразива различают абразивно-пневматический, абразивно центробежный и абразивно-гравитационный способы очистки поверхностей. Кроме того, в промышленности используют комбинированные способы очистки, например, абразивно-пневморидинный, абразивнопневмовидцентровый и др. Широко распространены абразивнопневматичный и абразивновидцентровый как дробеструйный и дробокидальный способы очистки.

Одним из наиболее продуктивных и экономичных способов очистки деталей сложной формы из всех материалов, используемых в машиностроении является абразивно-пневматический. Очищенная этим методом поверхность не подвергается коррозии как в случае использования жидкого энергоносителя. В качестве абразива может быть использован любой выпускаемой промышленностью.

Для очистки литых деталей используют абразивно центробежный способ обработки, преимуществами которого является малая энергоемкость и низкая трудоемкость.

Абразивно-гравитационный способ основан на использовании энергии свободного падения на поверхность обрабатываемой частиц абразива, предварительно подняты на определенную высоту. Движение абразива ускоряется струей сжатого воздуха или смесью воздуха с абразивом

Наиболее универсальным и перспективным из рассмотренных видов является абразивно-пневматический, струйно-абразивная способ очистки поверхности металлов.

При возделывании одним соплом дробеструйной аппарата с использованием одного и того же среды, обрабатывается производительность процесса обдува возрастает при росте давления сжатого воздуха. Эффективность обработки возрастает при увеличении частиц дробы, но при этом растет и шероховатость поверхности обрабатываемой. Малый размер абразива обеспечивает небольшую шероховатость. На практике обработка поверхности осуществляют смесью крупного и мелкого абразива для более полного использования преимуществ той и другой фракций.

В практике технологии дробеструйной обработки поверхности руководствуются нормами на расход и давление сжатого воздуха, диаметр сопла дробеструйной устройства, расход дробы, марку и фракцию абразива.

### **2.1.1 Подготовка материалов для напыления**

Выбор материалов для напыления зависит от нужных свойств покрытия. Для восстановления изношенных поверхностей деталей используют никель, хром, их сплавы, молибден, сталь, цинк. В качестве материалов для антикоррозионных покрытий используют алюминий, цинк, кадмий, которые обеспечивают электрохимическую защиту от коррозии. Широко используют псевдосплавы - алюминий-цинк, имеют хорошие защитные свойства в агрессивной среде.

В последнее время широкое распространение получает напыления композиционных покрытий методом ЭДМ с использованием порошковой проволоки, состоящей из металлической оболочки (например, кобальтовая или никелевая лента) и порошкового сердечника (например, карбид вольфрама, или хрома). Перспективным направлением в нанесены износостойких покрытий является использование композитных волокнистых проволок из никеля и алюминия.

Нами для напыления шатунной шейки выбрана порошковая проволока E71T-GS, которая в настоящее время является экспериментальной.

Экспериментальные провода предназначены восстановлено-упрочняющих покрытий методом ЭДМ на рабочей поверхности шатунной шейки и других деталей, работающих в условиях износа при нормальных и повышенных температурах. Твердость напыленного покрытия должна составлять не менее HRC-40 единиц.

Преимуществом проволоки является высокий коэффициент полезного действия, то есть коэффициент использования материала. Основными легирующими элементами являются хром, бор, алюминий, марганец. Размеры проволоки по диаметру составляют 1,8 - 2,0 мм.

### **2.1.2 Нанесение покрытия**

Процесс необходимо осуществлять на режимах, оптимальных для выбранного способа и типа оборудования. Оптимальный режим напыления зависит от многих факторов: характеристики источника нагрева, теплофизических свойств, формы, диаметра материала напыляется (диаметр проволоки в пределах 1.5 - 2.0 мм); состава металла основы, размера и формы изделия, состояния его поверхности под напыление; температуры подложки и др. В практике напыления следует руководствоваться следующими рекомендациями:

#### *Состояние поверхности металла изделия.*

Если при визуальном осмотре на поверхности изделия найдены следы загрязнения (влага, оксиды, окалина и др.), то нужно провести очистку

поверхности заново. После дробеструйной обработки необходимо напильнуть не позднее чем за 4 часа, а общая продолжительность от конца дробеструйной обработки до завершения процесса напыления покрытия не должна превышать 8 часов.

#### Дистанция напыления.

Оптимальное расстояние от среза сопла до поверхности напыления не должна выходить за пределы 30 ... 75 мм.

#### Температура поверхности основного металла в процессе напыления.

Теоретическая температура поверхности основного металла не должна быть ниже 260<sup>0</sup>С. При более низкой температуре проводить напыление не рекомендуется, поскольку напыленное покрытие может отслоиться. В таких случаях рекомендуется предварительный прогрев основного металла до температуры 120 ... 150<sup>0</sup>С.

#### Равномерность толщины покрытия.

Для получения покрытия равномерной толщины желательно, чтобы толщина слоя покрытия, напыляется за один проход не превышала 0,25 ... 0,5 мм. Покрытие большей толщины принадлежит напильнуть за несколько проходов.

#### Толщина покрытия напыления.

При нанесении покрытия необходимо учитывать, что на поверхности основания проходит усадка слоя напыляется. При большой толщине покрытия происходит разрушения контактной зоны вследствие действия остаточных напряжений, возникающих в результате усадки напыленного материала, что приводит к отделению покрытия от основания. Одним из основных путей предотвращения этого явления является предварительный нагрев основания до соответствующей температуры.

#### Скорость подачи материала напыления.

Очень важно, чтобы напыления проходило на оптимально-выбранной и поддержанной на заданном уровне скорости подачи материала напыления. Скорость проволоки должна соответствовать нормам, установленным в технической характеристике электрометализатора  $V = 2.0 \dots 12.0$  м / мин. При слишком большой скорости подачи материала напыляется увеличивается длина участка проволоки, на которой происходит расплавление, что может привести к значительному ее окисления в процессе распыления.

### **2.1.3 Выходной контроль**

После восстановления шатуна проводим контроль на наличие трещин, раковин, пор, отслоений и т.п. Контроль осуществляется с помощью лупы 4-х кратного увеличения ГОСТ- 8307-72.

Измерительный контроль проводится с помощью нутромера по ГОСТ 166-80.

Контроль проволоки на твердость осуществляется напылением слоя в виде и проведением испытаний по ГОСТ 9450 -76.

Давление сжатого воздуха контролируется манометром по ГОСТ 2405 - 80 и должен быть не менее 5 атм. при методе ЭДМ.

Температура поверхности напыления контролируется термоиндикаторными карандашами по ТУ6 - 10 - 1110 - 71.

## **2.2 Разработка технологического процесса восстановления шатунов**

В настоящее время находят широкое применение двигатели внутреннего сгорания на всех тракторах, автомобилях и других видах техники. В данной работе разрабатывается технологический процесс восстановления шатунов на примере шатуна двигателя ЯМЗ-240. Нами выбран один из методов напыления газотермических покрытий - электродуговая металлизация восстановления шатуна. Метод ЭДМ широко распространен в настоящее время и имеет много преимуществ, как в технологическом, так и в экономическом плане. Техничко-экономические показатели раскрываются ниже.

В работе проводится анализ целесообразности использования спроектированного технологического процесса по восстановлению шатунов на предприятии, как с экономической, так и с технологической стороны.

Объектом ремонта согласно теме работы являются двигатели внутреннего сгорания.

Наиболее слабым звеном в ДВС является кривошипно-шатунный механизм, который подвергается большим нагрузкам. Мы рассмотрим и примем для ремонта одну из деталей кривошипно-шатунного механизма - шатун (рис.2.3).

Шатун предназначен для соединения поршня с коленом вала и для передачи усилия от поршня коленчатому валу. Шатун при работе двигателя совершает сложное колебательное движение и подвергается переменной по величине и направлению нагрузке от давления газов и сил инерции. Поэтому шатун должен иметь высокую прочность и жесткость при относительно малой массе, высокую износостойкость и плавность переходов от стержня шатуна к его головкам.

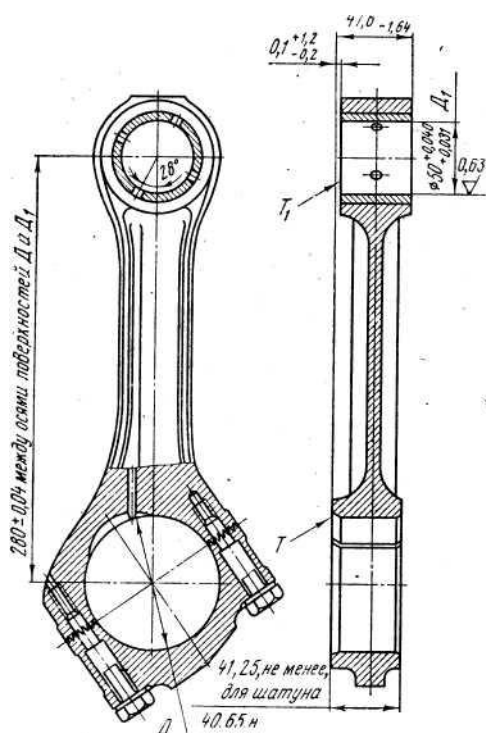


Рис.2.2-Шатун

Шатун состоит из верхней головки, стержня и нижней головки. Конструкция верхней головки зависит от способа крепления поршневого пальца и условий его смазки. При плавающем пальце верхнюю головку выполняют не разъемной и в нее запрессовывают бронзовую втулку, которая служит подшипником поршневого пальца. Смазка к бронзовой втулке подводится под давлением от шатунной шейки коленчатого вала по каналу в стержне шатуна или разбрызгиванием через отверстия в верхней головке.

Стержень шатуна имеет двутавровое сечение, обеспечивает ему необходимую прочность и жесткость при относительно малой массе. Нижнюю головку обычно выполняют разъемной. Съемная часть нижней головки называется крышкой. Крышку крепят к телу шатуна двумя шатунными болтами. Чтобы придать высокую прочность, крышки головки выполняют с ребрами и приливами. От смещения в поперечном направлении крышка фиксируется выступлениями в ней или в крышке шатуна, треугольными шлицами в плоскости стыка.

При больших размерах верхней головки, когда шатун не проходит через цилиндр (вверх), разъемная плоскость головки размещается под углами 30, 45 и 60 ° к продольной оси стержня шатуна.

Для V-образных автотракторных двигателей используют, как правило, шатуны с последовательным размещением их на одной шейке вала. Их конструкция ничем не отличается от ранее описанной.

В нижней головке шатуна устанавливают подшипники скольжения, которые представляют собой взаимозаменяемые тонкостенные биметаллические вкладыши, изготовленные из стальной ленты толщиной 1 - 3 мм, которая покрыта антифрикционным сплавом. Тонкостенные вкладыши от прокрутки и осевых перемещений содержатся усиками, входящих в



канавки шатуна и его нижней крышки. Вкладыши устанавливают в нижнюю головку с натягом, величина которого зависит от диаметра шатунной шейки и составляет 0,03 - 0,04 мм.

Шатуны изготавливают штампов с углеродистой или легированной стали. В качестве антифрикционного материала вкладышей подшипников карбюраторных двигателей используют свинцовистые и оловянистые баббиты, алюминиевые сплавы АСМ-НАТИ, а для дизелей - свинцовую бронзу БРС-30 или сплав с алюминия, сурьмы и магния (АСМ).

### **2.3 Характер нагрузок и повреждений шатуна в процессе эксплуатации**

Шатун двигателя в процессе работы подвергается воздействию циклических нагрузок от давления рабочих газов, сил инерции частей, имеющих поступательное движение. В этих условиях шейка шатуна подвергается износу. Неравномерность нагрузок, действующих на шее шатунов, вызывает неравномерность их износ по кругу. Так больше износ шеек имеет место со стороны, обернутой к оси коренных шеек вала. Это объясняется тем, что на эту сторону шейки постоянно действуют силы инерции.

Нарушение соосности взаимного расположения рабочих поверхностей является одним из самых распространенных дефектов деталей. Этот дефект проявляется в виде отклонений от цилиндричности и параллельности поверхностей и других отклонений расположения и формы поверхностей. Причиной появления этих дефектов являются: неравномерное износ рабочих поверхностей; внутренние напряжения, возникающие в деталях при изготовлении, остаточные деформации и др.

Наиболее часто дефекты, связанные с нарушением взаимного расположения поверхностей, имеют место в корпусных деталях. Так, в блоках цилиндров вследствие их деформации в процессе эксплуатации появляются такие дефекты, как несоосность отверстий под крышку шатуна, непараллельность оси этих отверстий.

Все эти дефекты нарушают нормальную работу агрегатов (в нашем случае шатуна и двигателя в целом), так как вызывают перекосы деталей и, как следствие, дополнительные динамические нагрузки, ускоряющие их износ. Поэтому при дефектации и сортировке шатунов, их необходимо выявлять, а в процессе ремонта устранять.

Механические повреждения в деталях возникают при воздействии на них в процессе эксплуатации нагрузок, превышающих допустимые значения, а также вследствие усталости материала. К числу механических повреждений относятся: трещины, пробоины, изломы и деформации (изгиб, скручивание).

Трещины в большинстве случаев возникают в результате усталости материала деталей, работающих в условиях циклических нагрузок, превышающих допустимые. Наиболее часто они проявляются в шатунах. Чаще всего трещины усталости развиваются на поверхности в местах

концентрации напряжений. Размеры трещин по ширине колеблются в широких пределах: от видимых невооруженным глазом до микроскопических, выявляемые с помощью специальных приборов.

Поломки деталей могут возникать как вследствие усталости металла, так и в результате больших ударных нагрузок.

Деформации возникают в шатунах в результате динамических нагрузок.

Изменение физико - механических свойств материала шатуна в процессе эксплуатации проявляется наиболее часто в снижении твердости и упругих свойств.

Изменение твердости шатуна может произойти в результате его нагрева в процессе работы до температуры, влияет на термообработки, а также вследствие износа поверхностного слоя, укреплен термической обработкой.

При дефектации и сортировке шатунов руководствуются техническими требованиями, содержащимися в первой части руководства по эксплуатации и ремонту. Возможные дефекты шатуна, как правило, проявляют на основе опыта эксплуатации и ремонта автотракторных двигателей. Способы выявления дефектов назначают из опыта работы предприятий с учетом научно-исследовательских работ, проводимых в нашей стране по разработке новых методов дефектации деталей.

Наибольшую сложность при разработке технических требований на дефектацию деталей составляет определение допустимых размеров деталей.

Допустимый износ - величина, без которой трудно определить допустимый размер детали. Так, например, допустимый диаметр шейки шатуна, при капитальном ремонте агрегата:

$$d_{дон.} = d_H - U_{дон}, \text{ (мм)},$$

где:  $d_H$  - диаметр нового шатуна, мм;

$U_{дон}$  - величина допустимого износа шатуна, мм.

Допустимым износом детали называют такой износ, при котором деталь, установленная при капитальном ремонте на агрегат, проработает до следующего капитального ремонта и ее износ не превысит предельного. При этом следует иметь в виду, что деталь с допустимым износом можно использовать только в том случае, если нужна точность при составлении сопряжений, обеспечивается использованием методов регулирования или групповой взаимозаменяемости. Для определения величины допустимого износа детали необходимо знать ее предельный износ.

Предельный износ - такой износ детали, при котором дальнейшее ее использование может привести к отказу. Деталь, которая достигла предельного износа, восстанавливают или заменяют на новую деталь. Величина предельного износа может быть определена по моменту наступления формулируемого износа. Значение этой величины определяется

также по таким показателям как снижение прочности детали, нарушение установленной посадки в сопряжении, падение мощности и т.п.

Предельный износ детали может быть установлен и по экономическим показателям: снижение производительности, повышение расходов эксплуатационных материалов, рост затрат на ремонт и др.

Наиболее объективным показателем свидетельствующим о том, что детали достигли предельного состояния является рост приведенных затрат на единицу выполненных работ. Известно, что приведенные затраты связанные с капитальным ремонтом агрегата и его деталей с увеличением срока их службы уменьшаются, а приведенные затраты на ТО, текущий ремонт и эксплуатацию увеличиваются.

Суммарные приведенные затраты будут иметь минимум определенным наработке машины. Дальнейшее увеличение службы двигателя приводит к повышению приведенных затрат, что с экономической точки зрения неэффективно, поэтому двигатель, и его детали считаются достигшими предельного состояния и должны быть отправлены в ремонт.

Вопрос об определении допустимого износа детали при капитальном ремонте сводится к отысканию такой его величины, обеспечивающей безотказную работу компрессора в течение очередного межремонтного срока службы.

## **2.4 Анализ действующего технологического процесса ремонта и его недостатки**

### **2.4.1 Анализ методов и теоретические основы нанесения газотермических покрытий**

За последнее время в научно-технической литературе появилась большое количество работ и сообщений о повышении износостойкости деталей машин путем газотермическим напылением покрытий с последующим осаждением.

В настоящее время для защиты от коррозии, износа, эрозии в строительстве, электро- и радиотехнике, автомобильной промышленности, судостроении и других областях техники находят широкое применение методы нанесения защитно-упрочняющих покрытий показанные на схеме (рис.2.3).

Наиболее широкое распространение на практике получения покрытий получили методы:

- Основанные на химическом воздействии тока (осаждения покрытий на изделие, электрод)
- Нанесение на деталь покрытий в виде паст или суспензий с последующей термической обработкой с целью образования диффузионного слоя;
- Осаждение из газовой фазы;
- Напыление;

- Наплавка;

Разработка новых методов напыления с использованием, основанные на использовании газовых струй, энергии детонации и других явлений, позволяют получать покрытия из таких материалов, которые не могли быть использованы раньше. Напылением можно наносить покрытие с самыми различными свойствами.

За последние 15 ... 20 лет наблюдается интенсивный прогресс в области создания материалов напыления, что в значительной степени способствовало развитию техники. Выбор материала, оборудования и методов нанесения того или иного покрытия зависит от способности изделия противостоять действию эксплуатационной среды.

Из всех основных методов нанесения защитно - упрочняющих покрытий нами для проектирования участка по восстановлению и ремонту шатунов выбран способ электродуговой металлизации (ЭДМ).

#### 2.4.2 Электродуговая металлизация (ЭДМ)

Металлизацией распыленным металлом называется процесс, при котором металл в виде проволоки подается в специальный аппарат - Металлизатор - и после выхода из него расплавляется ацетиленокислородным пламенем, электрической дугой или током высокой частоты и затем потоком сжатого воздуха или инертных газов наносится на поверхность детали.

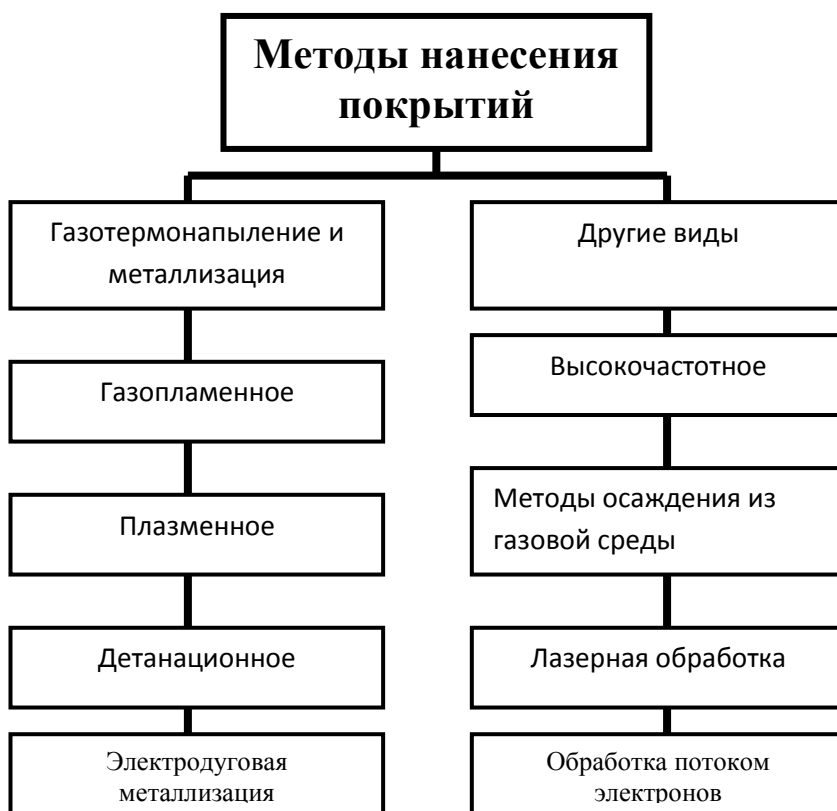


Рис.2.3-Классификация основных методов нанесения покрытий.

В зависимости от способа расплавления металла металлизацию подразделяют на газовую, электродуговую и высокочастотную.

Использование металлизации в ремонтном производстве объясняется существенными преимуществами этого способа покрытия по сравнению с другими. При металлизации можно нанести слой металла толщиной от 0,03 мм до нескольких миллиметров на любой материал, не вызывая перегрева последнего.

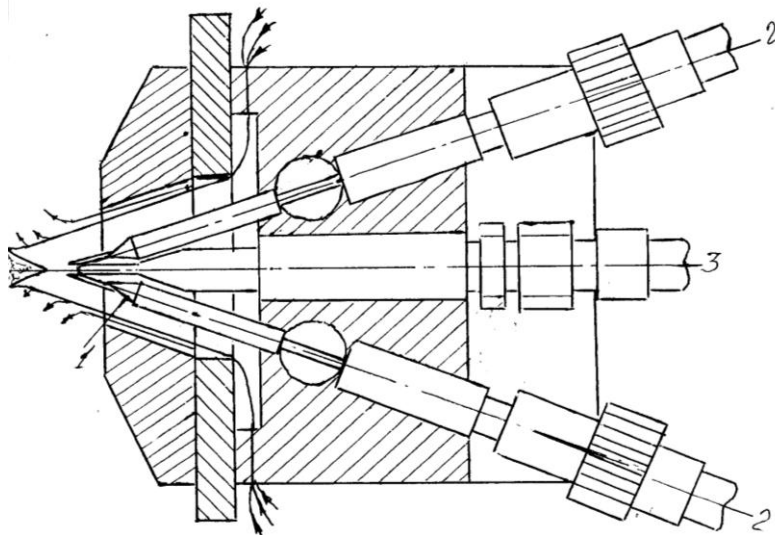


Рис.2.4 - Принципиальная схема электродуговой металлизации:

1 - насадка; 2 - место введения материала напыляется; 3 - место подачи сжатого воздуха.

На структуру и свойства слоя большое значение придают скорость частиц, их масса и размеры, температура во время напыления и явления, которые при этом проходят, а также состояние поверхности, металлизированной и материал проволоки.

Химический состав материала покрытия существенно отличается от химического состава основного металла (проволоки) в результате выгорания элементов. Угар основных элементов составляет примерно: углерод 25 - 30%; кремния 25 - 45%; марганца 35 - 38%; серы 25 - 26%.

Через два канала в горелке непрерывно подается два провода (диаметром 1,5 ... 3,2), между концами которых возбуждается электрическая дуга и происходит расплавление проволоки. Расплавленный металл вскакивает струей сжатого воздуха, вытекает из центрального сопла электрометализатора и в расплавленном виде переносится на поверхность основного материала.

Распыление и транспортировки расплавленного металла, как правило осуществляется сжатым воздухом, хотя при напылении коррозионностойкой сталью и алюминиевыми сплавами используют азот. При дуговом напылении на постоянном токе процесс протекает стабильно, обеспечивая при этом покрытие с мелкозернистой структурой при высокой производительности процесса.

Поэтому в настоящее время для дугового напыления используются источники постоянного электрического тока со стабилизатором напряжения.

Дуговая металлизация имеет следующие преимущества:

- Использование мощных электрометализирующих установок позволяет значительно повысить производительность процесса;
- По сравнению с газопламенным напылением электрометализация позволяет получить более прочные покрытия, которые лучше соединяются с основанием;
- При использовании в качестве электродов проводов из двух разных металлов можно получить их сплав. Такого происхождения сплавы называют псевдосплавы;
- Эксплуатационные расходы при электрометализации невелики. При напылении покрытий из двух разнородных металлов необходимо использовать металлизаторы, которые позволяют отдельно регулировать скорость подачи каждого электрода.

К числу недостатков дуговой напыления относятся опасность перегрева и окисления материала напыления при малых скоростях подачи проволоки. Кроме этого большое количество теплоты, выделяющейся при горении дуги приводит к выгоранию легирующих элементов, входящих в состав материала напыления.

Согласно рассмотренных теоретических сведений принимаем схему технологического процесса восстановления шатунов и изображаем ее на рис.2.5.

#### **Технологический процесс восстановления шатунов**

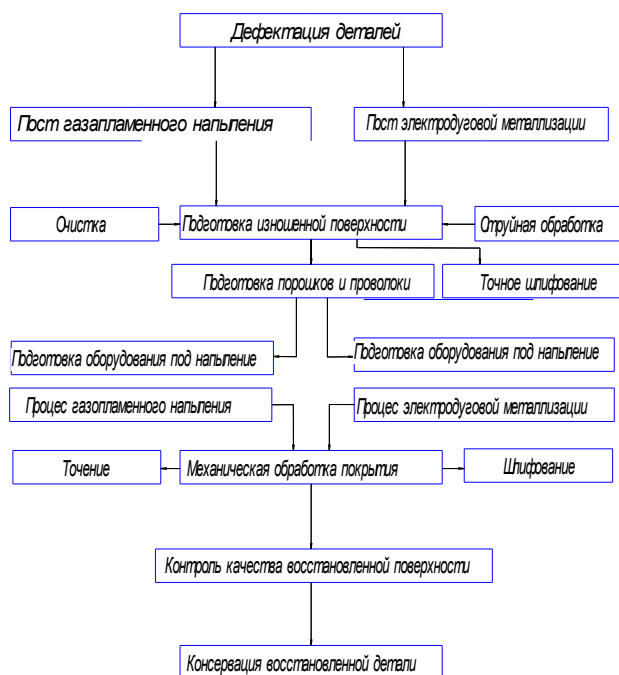


Рис.2.5 - Технологический процесс восстановления шатунов

## 2.5 Расчет режимов восстановления шатунов

### 2.5.1 Расчет припусков напыления методом электродуговой металлизации

Для восстановления изделия методом ЭДМ используют различные марки углеродистой проволоки от стали 10 до У12, нержавеющей сталей и др.

Исходные данные:

$d = 92,3$  мм - диаметр до напыления;

$D = 90,6$  мм - диаметр после напыления

Толщина слоя покрытия (припуск):

$$h = \frac{d - D}{2} = \frac{92,3 - 90,6}{2} = 1,7 \text{ мм.} \quad (2.1)$$

Толщина слоя покрытия за один проход в среднем составляет  $h_1 = 0,3 \dots 0,5$  мм.

Количество проходов определяем по формуле:

$$i = \frac{h}{h_1} = 1,7 / 0,3 = 5,6 \quad (2.2)$$

принимаем 5 проходов.

Длина поверхности напыления

$l = 41$  мм.

$S_{\text{позд}} = 1,6$  мм/об - продольная подача.

$S_{\text{верст}} = 2,0$  мм/об - ближняя подача (по паспорту станка)

$V = 12$  м/мин - скорость вращения детали.

По круговой скорости вращения изделия определяем частоту вращения шпинделя станка по формуле:

$$n = \frac{100V}{\pi D} = \frac{1000 \times 12}{3,14 \times 90,6} = 42 \text{ об/мин} \quad (2.3)$$

Основное технологическое время:

$$T_0 = \frac{0,06 \times L \times D \times h \times \gamma}{1000 \times P \times k}; \text{ мин.} \quad (2.4)$$

где  $L$  - расчетная длина ( $L = 5$  см -высота изделия с учетом пробега металлизатора, см);

$\gamma$  - плотность металла покрытия (в среднем для стальной проволоки 7500 кг/м<sup>3</sup>;

$P = 10$  кг/ч - производительность металлизатора;

$k = 0.9$  - коэффициент полезного использования проволоки с учетом потери металла при распылении.

$$T_0 = \frac{0,06 \times 3,14 \times 90,6 \times 5 \times 1,7 \times 7500}{1000 \times 10 \times 0,9} = 1,2 \text{ мин}$$

Вспомогательное время определяем по [табл. 204], при этом на каждый проход добавляем 1,0 минуту.

Оперативное время определится:

$$T_{on} = T_o + T_d = 1.2 + 6.5 + 5 = 12.7 \text{ мин.} \quad (2.5)$$

Дополнительное время составляет 15% от оперативного и определяется по формуле:

$$T_{don} = \frac{T_{on} \times k}{100} = \frac{8.9 \times 15}{100} = 1.33 \text{ мин,} \quad (2.6)$$

Подготовительно-заключительное время при металлизации в среднем составляет 15 мин.

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_{on} + T_{don} = 1.2 + 12.7 + 1.33 = 15.2 \text{ мин.}$$

Норму калькуляционного времени определяем:

$$T_K = \frac{T_{шт}}{g} + T_{шт} \quad (2.7)$$

$$T_K = \frac{15}{3} + 15,2 = 20,2 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали  $T_l = 2,7$  мин.

### 2.5.2 Расчет припусков на механическую обработку шлифовкой.

Исходные данные:

Диаметр поверхности до шлифовки:  $d = 90,60$  мм

Диаметр поверхности после шлифования:  $d = 91,20$  мм



$h = \frac{91,2 - 90,6}{2} = 0,3 \text{ мм}$  - припуск на шлифовку (рекомендуемый -0,2 .... 0,7мм).

Припуск на черновое шлифование:  $h = 0,8h = 0,24 \text{ мм}$ .

Припуск на чистовое шлифование:  $h = 0,2h = 0,06 \text{ мм}$ .

Глубина резания (поперечная подача) мм:

При черновом шлифовании:  $t_1 = 0,04 \text{ мм}$

При чистовом шлифовании:  $t_2 = 0,01 \text{ мм}$

Продольная подача в долях ширины круга при черновой обработки

$\beta_1 = 0,25$

Продольная подача в долях ширины круга при чистовой обработки

$\beta_2 = 0,25$

Продольная подача:

При черновой обработки:

$$S_{\text{пр}}^1 = \beta_1 \times B_{\text{кр}} = 0.25 \times 28 = 7 \text{ мм/об} \quad (2.8)$$

где:  $B_{\text{кр}}$  - ширина шлифовального круга  $B_{\text{кр}} = 28 \text{ мм}$ .

При чистовой обработки:

$$S_{\text{пр}}^2 = \beta_2 \times B_{\text{кр}} = 0.25 \times 28 = 7 \text{ мм/об} \quad (2.9)$$

Количество проходов:

при чистовой обработке:

$$i_2 = \frac{h_2}{t_2} = \frac{0,1}{0,01} = 10$$

при черновой обработке:

$$i_1 = \frac{h_1}{t_1} = \frac{0,1}{0,01} = 10$$

Скорость резки:

$V_{T1} = 21 \text{ м/мин}$  - теоретическая скорость при черновой обработке;

$V_{T2} = 21 \text{ м/мин}$  - теоретическая скорость при чистовой обработке;

Коэффициент, зависящий от характера обработки:

$K_0 = 1$  - при черновой обработке;

$K_0 = 0,75$  - при чистовой обработке

Скорректированная скорость:

$$V_P^1 = V_T^1 \times K_M \times K_0 = 21 \times 1 \times 1 = 21 \text{ м/мин} \quad (2.10)$$

$$V_P^2 = V_T^2 \times K_M \times K_0 = 21 \times 1 \times 0,75 = 15,75 \text{ м/мин} \quad (2.11)$$

где  $K_M$  - коэффициент, зависящий от материала, который обрабатывается.

Частота вращения шлифовального круга

$$n_P^1 = 318 \frac{V_P^1}{D} = 318 \times \frac{21}{90.00} = 74.2 \text{ об/мин.} \quad (2.12)$$

$$n_P^2 = 318 \frac{V_P^2}{D} = 318 \times \frac{15.75}{85.00} = 55.6 \text{ об/мин.} \quad (2.13)$$

Ближайшая частота вращения шпинделя станка (по паспорту станка):

$$n_{\text{стан}}^1 = 80 \text{ об/мин; } n_{\text{стан}}^2 = 60 \text{ об/мин}$$

Длина поверхности шлифования  $l = \text{мм}$ ;

Размер врезки и течения круга в обе стороны:

$$l_1 + l_2 = 0,5B_k = 14 \text{ мм}$$

Расчетная длина шлифования:

$$L = l + l_1 + l_2 = 50 + 14 = 64 \text{ мм}$$

Коэффициент запасных ходов  $K_3 = 9\%$ ;

Основное технологическое время на черновую обработку:

$$T_0^1 = \frac{L \times i_1 \times K_3}{n_{\text{стан}}^1 \times S_{\text{шп}}^1} = \frac{64 \times 10 \times 9}{80 \times 7} = 10.2 \text{ мин.} \quad (2.14)$$

Основное время на чистовую обработку:

$$T_0^2 = \frac{L \times i_1 \times K_3}{n_{\text{стан}}^2 \times S_{\text{шп}}^2} = \frac{114 \times 10 \times 9}{60 \times 7} = 24.4 \text{ мин.} \quad (2.15)$$

Основное время на операцию:

$$T_0 = T_0^1 + T_0^2 = 10.2 + 24.4 = 34.6 \text{ мин.} \quad (2.16)$$

Дополнительное время, что связано с обработкой:  
при черновом шлифовании:

$$T_{\text{дл}} = 0,8 \text{ мин.}$$

при чистовом шлифовании:

$$T_{д2} = 1,6 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на операцию:

$$T_{д} = T_{д1} + T_{д2} + T_1 = 0.8 + 1.6 + 2.7 = 5.1 \text{ мин.} \quad (2.17)$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_0 + T_{д} = 34.6 + 5.1 = 39.7 \text{ мин.} \quad (2.18)$$

Дополнительное время:

$$T_{доп} = \frac{T_{оп} \times K_{доп}}{100} = 0$$

где:  $K_{доп} = 0\%$ .

Подготовительно-заключительное время:

$$T_{п.з.} = 13 \text{ мин.}$$

Норма времени на операцию:

$$T_{н} = T_{оп} + T_{доп} + \frac{T_{п.з.}}{Z} = 39.7 + \frac{13}{3} = 44,03 \text{ мин.} \quad (2.19)$$

### 2.5.3 Нормирование технологического процесса восстановления шатунов

При нормировании технологического процесса по восстановлению шатунов в соответствии с принятой схемой ТП восстановления и согласно рассчитанных значений в п. 2.5.1-2.5.2 составим таблицу, где учтем операции технологического процесса и время выполнения каждой операции на одну деталь.

Таблица 2.2. Нормативы времени на технологический процесс по восстановлению шатунов

№ п/п	Технологическая операция	Время выполнения, (часов)
1	Подготовка детали	0,25
2	Шлифование	0,56
3	Химическое обезжиривание	0,33
4	Слесарная	0,08

5	Очистка пескоструйная	0,13
6	Напыление	0,33
7	Шлифование	0,53
8	Зенкование	0,1
9	Слесарная	0,08
10	Контрольная	0,25
<b>Всего</b>		<b>2,64</b>

## **2.6 Технологическое планирование участка по восстановлению шатунов**

Участок по восстановлению шатунов предназначен для восстановления шатунной шейки в номинальный размер методом электродуговой металлизации.

Технологическое оборудование участка позволяет восстановить первоначальные размеры шатуна путем нанесения защитных покрытий с износостойкими, коррозионными, жаростойкими и другими свойствами.

При технологической подготовке участка по восстановлению шатунов необходимо подобрать соответствующее принятому ТП оборудование и оснастку, с помощью которых будет восстанавливаться шатун (табл. 2).

К такому оборудованию относятся:

- Шлифовальный станок.
- Установка для абразивно-струйной обработки.
- Устройство для вращения детали.
- Установка для металлизации.
- Сверлильный станок.

Каждое рабочее место необходимо обеспечить специальным инструментом.

Рабочее место для шлифования детали должно быть обеспечено:

1. измерительных инструментов и приборов, такими как:

- а) штангельциркулем;
- б) индикатор ИК 10,
- в) микрометр 75-100;
- г) конечные меры;

2. Рожковые ключи.

3. Торцевые ключи.

4. Шлифовальные круги.

Рабочее место для проведения слесарных операций необходимо оснастить следующим инструментом:

- молотками;
- метчиками;
- штангельциркулем.

Рабочее место у сверлильного станка должно быть оснащено следующим инструментом:

- сверлами;

- зенкерами;
- конусами для закрепления инструмента;
- выпуклыми шляпками.

Рабочее место вращателя детали обеспечивается:

- рожковыми ключами;
- торцевыми ключами.

Рабочее место выходного контроля обеспечивается:

- скобами;
- микрометрами;
- штангельциркулем;
- индикаторами.

Кроме того, места, где остается стружка необходимо обеспечить щетками для ее уборки.

На данном участке, принимая во внимание, что технологический процесс восстановления шатуна осуществляется двумя рабочими (токарем 5 разряда и метализаторщиком 5 разряда) - количество комплектов постановки инструмента должно быть не более двух.

Шатуны транспортируются на участок на тележке или электрокарах.

Срок службы детали из-заукрепленных покрытиями увеличивается в 1,5-3 раза и более.

Технологическая планировка спроектированного участка показана в графической части ГП.

Итак, нами был разработан технологический процесс и подобранное **ОБОРУДОВАНИЕ** для обеспечения восстановления шатунов в условиях ГП «Автомир».

## **3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ**

### **3.1 Проектирование установки для металлизации шатунов**

#### **3.1.1 Описание прототипа оборудования для восстановления шатунов методом электродуговой металлизации**

В качестве прототипа оборудования, после проведенного патентного поиска, было принято а.с. СССР № 817090 от 30.03.81. Установка для металлизации.

Изобретение относится к нанесению покрытия методом металлизации, в основном к устройствам для восстановления шатунов двигателей внутреннего сгорания. Цель изобретения - создание установки с расширенными технологическими возможностями, которая обеспечивает возможность непрерывной или дискретной реверсивной с регулирующим шагом подачи суппорта с металлизатором.

Данная установка для металлизации состоит из станины 1, камеры 2, траверсы 3, которая горизонтально колеблется и суппорта 5 из Металлизатор 6, который перемещается по направляющим 4. Электродвигатель 7 через шестерни 8 и 9, шарниры 10 и 11 и рычаг 12 связан с траверсой 3. суппорт 5 свободно установлен на направляющие 4, выполненные в виде осей 13 и 14, причем в оси 14 является шпоночные паз и она установлена в подшипниках 15. суппорт имеет упоры 16 и 17 с винтовыми поверхностями, между которыми размещена поворотная втулка 18 с торцевыми винтовыми кулачками 19 и 20. Полная длина втулки 18 равна расстоянию между упорами 16 и 17; втулка 18 кинематически связана с приводом траверсы 3 с помощью оси 14 рычага 25 с упором 36, тяги 27 рычага 28 с пружиной 29 и поводка 30, который вращается. Детали 31 и 32, которые обрабатываются и собирают в обойме 33, которая крепится к траверсе 3.

Предложенная установка для металлизации работает в следующей последовательности: в исходном положении (траверса 3 с обоймой 33 возвращена в нижнее положение, металле пробка 6 - в крайнее правое положение) включают металле пробка 6 и оба двигателя 7 и 24; при этом траверса 3 с деталями 31 и 32 осуществляет поступательно - колебательное движение, а гайка 22 с втулкой 18 перемещается влево со скоростью, устанавливаемой регулировкой электродвигателя 24. если с помощью упора 26 зафиксировать рычаг 25 в крайнем верхнем положении, то втулка 18 находится в двухстороннем контакте с суппортом 5 и, соответственно, металле пробка 6 перемещается вместе с гайкой 22, обеспечивая в результате сложения движений зигзагообразную траекторию напыления поверхности деталей.

При нанесении покрытия в несколько слоев возможна работа металлизатора 6 при обратном ходе суппорта 5, при этом дискретность хода обеспечивается правым винтовым кулачком 20 втулки 18.

Использование установки позволит применить более производительное механизированное напыления посадочных поверхностей шатунов при ремонте двигателей взамен гальванического ожезнения, что существенно экономит время процесса энергоресурсы и производственные площади. Универсальность установки благодаря регулированию шага напыления и использовании различных траекторий позволит ей найти применение с различными по размерам деталям типа разъемных при ремонте и изготовлении.

Установка для металлизации, которая имеет станину, механизм для закрепления и перемещения изделий, суппорт с металлизатором, установленный с возможностью перемещения по направляющим и механизмом для перемещения суппорта с ходовым винтом и гайкой, отличается тем, что, с целью расширения технологических возможностей механизм для перемещения суппорта имеет втулку с торцевыми винтовыми кулачками, которая установлена на оси с возможностью поворота, и винтовыми упорами, причем втулка соединена с гайкой ходового винта и связана через систему рычагов с механизмом перемещения изделий.

### **3.1.2 Обоснование функциональной технологической схемы установки**

Усовершенствованная мной установка для металлизации относится к ремонту машин и может быть использована для металлизации внутренних поверхностей деталей типа подшипников и шатунов двигателей.

Известный станок для металлизации изделий, который состоит из рольганга, тележки с металлизатором, предназначенный для металлизации внутренних поверхностей труб.

Однако такой станок может быть использован только для металлизации изделий большого диаметра, внутри которых может поместиться кронштейн с металлизатором.

Наиболее близкой к изобретению по технической сущности и достигнутому результату является установка для металлизации, которая имеет в своем составе раму, стол для установки деталей, обрабатываемых с приводом вращения и металлизатор.

Однако известная установка не позволяет проводить металлизацию деталей партиями, что приводит к потерям материала покрытия и является малопродуктивным.

Целью моей разработки является увеличение производительности напыления и уменьшения потерь материала покрытия, а также расширение типоразмеров обрабатываемых деталей.

Поставленная цель достигается тем, что в установке для металлизации, которая имеет в своем составе раму, стол для установки изделий, обрабатываемых с приводом вращения и металле затор, стол имеет вертикальные боковые упоры для деталей с приводом вертикального

перемещения, выполненным в виде пары винт-гайка, которая кинематически соединена с приводом вращения стола (рис 3.1.).

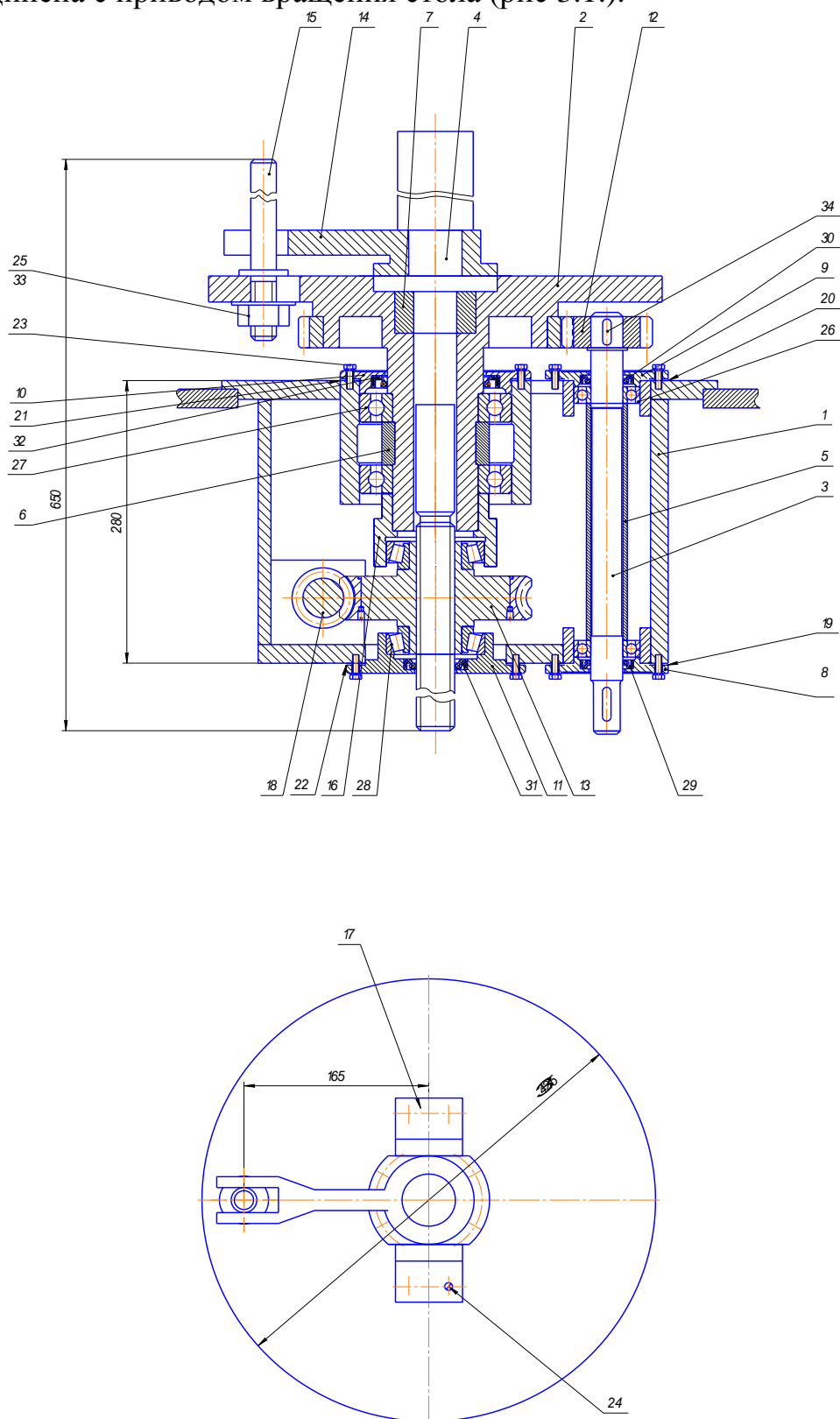


Рис. 3.1-Установка для металлизации



При этом вертикальные боковые упоры и направляющая стойка закреплены на столе в пазах. Установка для металлизации состоит из рамы 1, горизонтального стола 2, который вращается. Стол имеет вертикальные боковые упоры 3 для деталей 4 и направляющую стойку 5, между которыми смонтирован подъемник 6 деталей 4, сопряженный с направляющей стойкой 5 и жестко закреплен с винтом 7. Подъемник перемещается вдоль вертикальной оси стола 2 с помощью гайки 8, которая установлена в корпусе 9. Боковые упоры 3 выполнены с пазами в основе, что позволяет регулировать расстояние между ними.

Гайка 8, которая представляет собой червячное колесо с винтовой нарезкой по посадочной отверстию, сопряженная с червяком 10 который приводится во вращение от регулируемого электропривода через ременную передачу.

Поворотный стол 2 имеет зубчатый венец 11 и кинематически связан с электроприводом через ременную передачу и шестерню 12, закрепленную на валу 13.

На кронштейне 14 установлен наклонно металлизатор 15. Вращение от стола 2 через стойку 5 и подъемник деталей 6 передается винту 7. Винт 7 при вращении относительно гайки 8 может осуществлять вместе с жестко закрепленным на нем подъемником 8 деталей продольное перемещение за один оборот, равное шагу винтовой нарезки при остановленной гайке 8. изменяя скорость вращения гайки 8 по величине и направлению, можно плавно регулировать величину подъема деталей.

Работа по напылению шатунов осуществляется следующим образом. При остановленном столе 2 шатуна 4 из закрепленными на них прокладками 16 устанавливаются в стопу прокладками вверх на подъемник 6 при постепенном его опускании. Опускания подъемника 6 достигается включением педалью червя 10. после этого одновременно включают металлизатор 15 и привод поворотного стола 2. Напыленные шатуны, которые выходят из направляющей стойки 5 и боковых упоров 3, сбрасываются со стопы на поворотный стол 2. В случае напыления подшипников используют боковые упоры 3, выполненные в виде призм.

Использование установки позволит обеспечить напыления деталей типа подшипников или шатунов партиями, уменьшает потери напыленного материала и увеличивает производительность процесса по сравнению с другими установками.

### **3.1.3 Расчет на прочность на прочность шпоночного соединения**

Проверку прочности шпоночных соединений будем проводить для вала 3 (СК) для двух соединений: шкив - вал, вал-зубчатый венец.

В данном случае необходимо проводить проверку только одного шпоночного соединения, который передает момент от вала двигателя через клиноременную передачу к валу установки 3.

Проверочный расчет шпоночных соединений ведут по напряжениям смятия. Напряжения смятия определяются по формуле:

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d_g(h-t_1)(l-b)} \leq [\sigma_{зм}] = 100 \text{ МПа} \quad (3.1)$$

где:  $T$  - момент, который передается от вала двигателя к валу установки,  
 $T = 58 \times 10^3 \text{ Н} \times \text{мм}$ ;

$d_g$  - диаметр вала в сечении, который проверяем,  $d_g = 25 \text{ мм}$ ;

$b \times h \times l$  - ширина, высота и длина шпонки соответственно,

$b \times h \times l = 8 \times 7 \times 28 \text{ мм}$ ;

$t_1$  - глубина паза на валу,  $t_1 = 4,0 \text{ мм}$ .

Подставив соответствующие данные в формулу, получим:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \times 58 \times 10^3}{25(7-4)(28-8)} = 77 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 100 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется, следовательно, данное шпоночное соединение выдержит необходимые нагрузки.

## **3.2 Проектирование приспособления для фрезерования крышек шатунов**

### **3.2.1 Обзор литературных источников по проектированию устройств и машиностроения**

Для повышения качества изготовления деталей, сборка машин и технического контроля важное значение имеет создание высокопроизводительных станочных устройств - элементов технологического снаряжения, которые служат для установки заготовок и инструментов на металлорежущие станки. Их применение снижает трудоемкость и себестоимость изготовления деталей, расширяет технологические возможности оборудования, улучшает условия труда, повышает технику безопасности.

Сложность строения обуславливает большое разнообразие конструкций, поэтому станочные приспособления классифицируют по многим признакам. В частности, по назначению устройства делят на пять групп:

1. Устройство для установки и закрепления заготовок. В зависимости от вида механической обработки их разделяют на устройства для токарных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных и других станков.

2. Устройства для установки и закрепления рабочего инструмента - патроны для сверл, разверток, метчиков; многошпиндельные сверлильные, фрезерные, револьверные головки; инструментальные блоки и др.

3. Сборочные приспособления, используемые для соединения деталей изделия, крепления базовых деталей, обеспечения правильной установки соединяемых элементов изделия, составление упругих элементов (пружин, разрезных колец) и др.

4. Контрольные устройства, применяемые для проверки отклонений размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, а также для контроля других параметров.

5. Устройства для захвата, перемещения и переворачивания заготовок в автоматизированном производстве - рабочие органы промышленных роботов.

Все описанные группы устройств в зависимости от типа производства могут быть ручными, механическими, полуавтоматическими и автоматическими, а в зависимости от степени специализации - универсальными, специализированными и специальными.

В зависимости от степени унификации и стандартизации в машиностроении и приборостроении в соответствии с требованиями Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) есть шесть стандартных систем станочных приспособлений.

Универсально-безналадочные устройства (УБП) предназначены для установки заготовок на постоянные, регулируемые и несъемные установочные элементы. Это центры, поводковые устройства, зажимы, патроны, оправки, магнитные и электромагнитные плиты.

Универсально-наладочные приспособления (УНП) состоят из универсального базового агрегата (машинные тиски, самоцентрирующие патроны с различными предложениями, планшайбы со сменными элементами и т.д.) и переменных наладочных элементов. Налаживание устройства для различных заготовок осуществляют заменой установочных и зажимных элементов, которые монтируются на базовом агрегате. УНП широко применяются в мелкосерийном и среднесерийном производствах. В качестве примера, на рис.3.2 приведена схема УНП на базе машинных тисков с пневматическим приводом. Заготовку устанавливают на установочные элементы, смонтированные на губках тисков, а предварительные отладки на размер осуществляется винтом 1.

Специализированные наладочные устройства (СНП) аналогичны УНП, но базовый агрегат у них не универсальный, а специализированный. СНП применяют в серийном производстве для установки заготовок различных размеров (в определенном диапазоне), сходных по конфигурации и с идентичными схемами базирования.

Универсально-сборочные приспособления (УСП) komponуют на стандартизированных плитах различных размеров. В элементах УСП предусмотрены взаимно перпендикулярные Т-образные пазы. Фиксация элементов и узлов, изготовленных с высокой точностью, фиксируются с помощью шпонки, которая входит в шпоночный паз. Возможность быстро, без дополнительной подгонки, составлять устройства для оснащения

различных операций делает УСП выгодными, при их использовании гораздо сокращается время изготовления устройств.

Сборочно-разборные устройства (СРП) является разновидностью УСП. Оснащение операций сборочно-разборными устройствами состоит из проектирования и изготовления измененных специальных наладок. Компоновку выполняют из стандартных деталей и сборочных единиц. Такие устройства применяют на различных станках в серийном производстве.

Неразборные специальные устройства (НСП) служат для оснащения конкретных операций технологических процессов. Они обеспечивают установление и закрепление однотипных по форме и конфигурации заготовок с идентичными схемами базирования. НСП применяют для обработки штучных заготовок, а также при параллельных, последовательных и параллельно-последовательных схемах обработки в серийном производстве.

Основными элементами устройств являются:

- установочные - служат для определения положения заготовки относительно устройства и положения обрабатываемой поверхности относительно режущего инструмента;
- зажимные - служат для закрепления заготовки;
- направляющие - служат для осуществления нужного направления движения инструмента;
- делительные (поворотные элементы) - служат для точного изменения положения обрабатываемой поверхности заготовки относительно режущего инструмента;
- крепежные элементы - служат для соединения отдельных элементов между собой;
- корпуса устройств - служат для размещения на них всех элементов устройств; механизированные приводы - служат для автоматического закрепления заготовки.

Установка заготовок в устройствах или на станках состоит из их базирования и закрепления. Для точной обработки заготовки необходимо выполнить ее правильное размещение относительно частей оборудования, которые определяют траектории движения инструмента или же заготовки; обеспечить постоянство контакта баз с опорными точками и полную неподвижность заготовки относительно устройства в процессе ее обработки. При закреплении заготовка должна быть лишена всех шести степеней свободы (правило шести точек), а для повышения жесткости и виброустойчивости заготовок в устройствах применяют вспомогательные регулируемые опоры и опоры самоустанавливающиеся.

Зажимные элементы в общем случае состоят из трех основных частей: привода, контактного элемента, силового механизма. Привод, превращая определенный вид энергии, развивает силу  $Q$ , которая с помощью силового механизма преобразуется в силу зажима  $P$  и передается через контактные элементы заготовки.

Сократить вспомогательное время можно применением механизированных приводов - механических, пневматических, электромеханических, магнитных, вакуумных. Область применения механических приводов с ручным управлением ограничена, так как, они требуют значительных затрат времени на установку и снятие заготовок. В качестве пневматического привода используют пневматические цилиндры (двустороннего и одностороннего действия) и пневматические камеры. Пневматические камеры имеют преимущества по сравнению с пневмоцилиндрами: долговечны, выдерживают до 600000 включений (пневмоцилиндры - 10000), компактные - имеют небольшую массу и просты в изготовлении. К недостаткам относят небольшой ход штока и переменную величину усилия. Гидравлические приводы по сравнению с пневматическими:

- развивают большие усилия (15 МПа и выше);
- обеспечивают плавную передачу усилия на силовые механизмы;
- могут обеспечить передачу силы непосредственно на контактные элементы устройства;
- имеют широкую область применения, поскольку их можно использовать для точных перемещений рабочих органов станка и подвижных частей устройств;
- позволяют применять цилиндры небольшого диаметра (от 20 мм и более), обеспечивая их компактность.

Электромеханические приводы широко применяются в станках, агрегатных станках, автоматических линиях. Приводятся в действие от электродвигателя и через механические передачи силы передаются на контактные элементы зажимного устройства. Электромагнитные и магнитные зажимные устройства выполняют преимущественно в виде плит и планшайб для закрепления стальных и чугунных заготовок. Используется энергия магнитного поля от электромагнитных катушек или постоянных магнитов. Вакуумные приводы применяют для крепления заготовок из различных материалов с плоской или криволинейной поверхностью, принятой за основную базу.

Силовые механизмы выполняют роль усилителя, часто - роль элемента, который самофиксируется в случае внезапного выхода из строя привода.

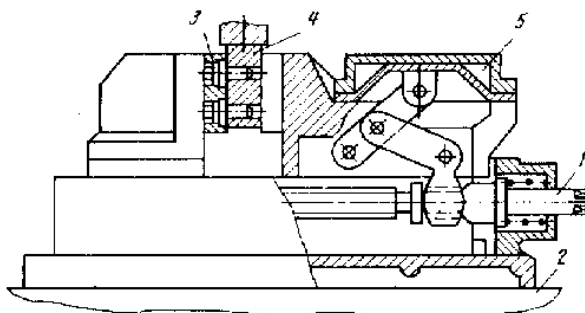


Рис.3.2- УНП на базе машинных тисков

1 - винт, 2 - стол, 3 - сменные губки, 4 - заготовка, 5 - пневмопривод

### 3.2.2 Расчет сил для закрепления заготовок

Силы, необходимые для закрепления заготовки, должны предотвращать возможный отрыв заготовки от установочных элементов устройства, ее смещение или поворот под действием сил резания и обеспечить надежное закрепление в процессе обработки. Силы резания и их моменты определяют по формулам теории резания или по справочникам. Силы закрепления должны быть достаточными с некоторым коэффициентом запаса  $K$ , рассчитывают, как произведение коэффициентов, учитывающих условия обработки.

При конструировании устройств необходимо выполнить расчет сил зажима, которые определяют, исходя из анализа взаимодействия сил резания, закрепления и их моментов. Рассмотрим характерные случаи такого взаимодействия (рис.3.3).

На рис.3.3, а силы закрепления  $P$  и резки  $R$  имеют одинаковое направление и действуют на опору. В этом случае  $P$  будет минимальна, и она не должна превышать  $R$ .

На рис.3.3, б силы имеют противоположное направление, тогда:

$$P = KR, \quad (3.2)$$

где:  $K$  - коэффициент запаса,  
 $R$  - сила резания.

На рис.3.3, в силы направлены взаимно перпендикулярно и силе резки противодействуют силы трения на опорах  $Pf_2$  и в точке закрепления -  $Pf_1$ . тогда:

$$Pf_1 + Pf_2 = KR, \quad (3.3)$$

Откуда:

$$P = KR (f_1 + f_2), \quad (3.4)$$

где  $f_1$  и  $f_2$  - коэффициенты трения.

На рис. 3.3, г показана заготовка, закрепленная в трех кулачковом самоцентрирующемся патроне, которая находится под действием момента резки  $M$  и осевой составляющей сил резания  $R_x$ . Момент  $M$  стремится вернуть заготовку вокруг оси, а осевая сила  $R_x$  - сдвинуть ее вдоль оси.

Силу закрепления  $P$  рассчитывают по формуле:

$$P = KM / (3fr), \quad (3.5)$$

где:  $K$  – коэффициент запаса;  
 $M$  – момент силы резания, Нмм;  
 $f$  – коэффициент трения;  
 $r$  – радиус заготовки, мм.

После определения силы  $P$  проверяют возможность осевого смещения заготовки.

На рис.3.3,д заготовка закреплена на цанговой оправке и  $P = KM / (fr)$ .

На рис.3.3,е заготовка закреплена на кольцевой опоре и отверстие, которое сверлится, имеет диаметр  $d$ .

Сила закрепления:

$$P = K2M_{cr} / (dfL), \quad (3.6)$$

где  $M_{cr}$  – момент сверления, Нмм;

$r$  – радиус, мм (в данном случае  $r = D / 2$ , где  $D$  – диаметр заготовки)

$d$  – диаметр сверла;

$f$  – коэффициент трения;

$L$  – плечо, мм.

При установке заготовки на обработанную поверхность  $f = 0,1 \dots 0,15$ , на необработанную поверхность  $f = 0,2 \dots 0,3$ , а при установке на опору с рифленой поверхностью  $f = 0,5 \dots 0,7$ .

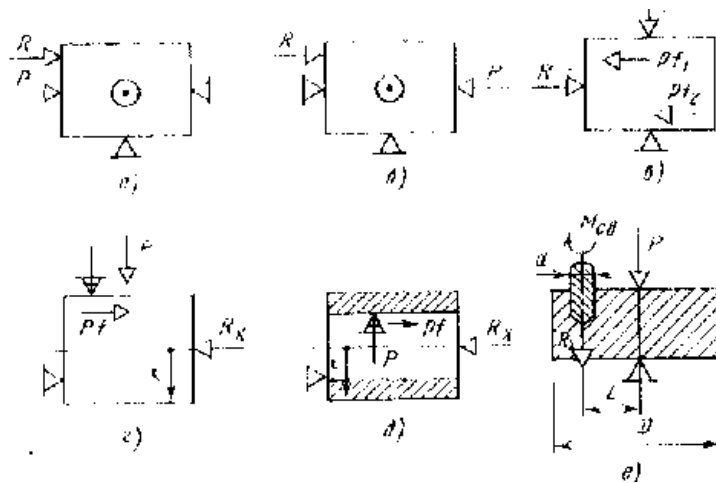


Рис.3.3-Схемы приложения сил

На фрезерных станках широко применяют стандартизированные устройства: машинные тиски с различными зажимами и приводами; делительные головки (для установки и периодического поворота небольших заготовок) и поворотные столы (для непрерывного или позиционного фрезерования плоских поверхностей). Особенностью устройств является их высокая жесткость. Это обусловлено тем, что резки имеет прерывистый процесс, а также тем, что выше жесткость лучше гасит вибрации.

### 3.2.3 Описание конструкции устройства и его проверка

Для повышения точности и скорости установления, а соответственно и обработки детали нами предложено в качестве зажимного устройства конструкцию с пневматическим приводом, общий вид которой изображен на рисунке 3.4.

Устройство состоит из рамы 1, устанавливаемый на столе фрезерного станка; пневмоцилиндра 8, шток 9 которого приводит в движение рычаг 10, который передает усилие к рычагу-коромысла 6, действующего на штоки 2, что крюками 5 прижимают предварительно установленную в фиксаторы 4 крышку шатуна.

### 3.2.4 Проверка условия надежного закрепления детали устройством

Для выполнения этого расчета необходимо сначала рассчитать значение силы резания при фрезеровании, выбрать схему закрепления за которой действуют сила резания и сила прижима устройства и сравнить эти значения, используя приведенную выше методику.

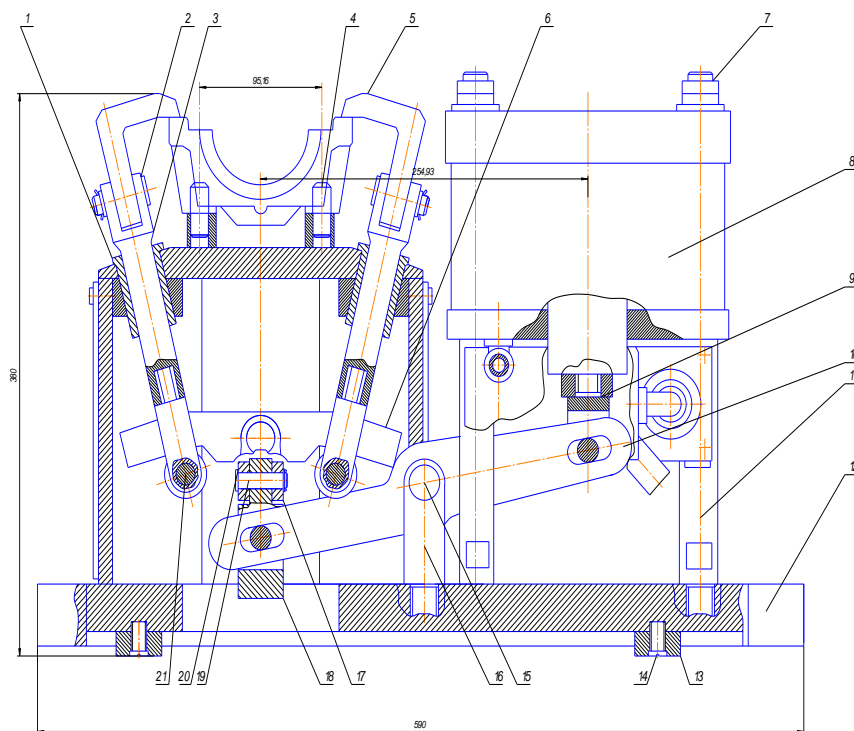


Рис. 3.4- Общий вид устройства устройства для фрезерования крышек шатунов: 1 - рама; 2 - шток; 3 - втулка; 4 - фиксатор; 5 - крюк; 6-рычаг; 7 - гайка; 8 - пневмоцилиндр; 9- шток; 10- рычаг; 11-шпилька; 12-плита; 13 - фиксатор; 14 - винт; 15 - палец; 16 - кронштейн; 17 - втулка; 18 - кронштейн; 19-палец; 20-штифт; 21 - палец.

### 3.3 Расчет силы резания при фрезеровании

Сила резания (круговая) при фрезеровании:



$$P = C_p t^X S^Y Z B D^n, \text{ кг} \quad (3.7)$$

где:  $C_p$  - эмпирический коэффициент [7],  $C_p = 68$ ;

$t$  - глубина резания,  $t = 2$  мм;

$X$  - эмпирический коэффициент,  $X = 0,86$ ;

$S$  - подача,  $= 0,2$  мм / зуб;

$Y$  - эмпирический коэффициент,  $Y = 0,74$ ;

$Z$  - число зубьев фрезы, одновременно выполняют рабочий цикл,  $= 1$ ;

$B$  - ширина фрезерования,  $= 4,5$  мм;

$D$  - диаметр фрезы,  $= 100$  мм;

$n$  - эмпирический коэффициент,  $n = - 0,86$ .

тогда:

$$P = 68 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 1 \cdot 4,5 \cdot 100^{-0,86} = 4 \text{ кг.}$$

Учитывая направления действия захватов устройства и силы резания при фрезеровании, значение необходимой силы  $W$  для зажима детали рассчитаем по формуле:

$$W = 5KP, \quad (3.8)$$

где:  $K$  - коэффициент запаса,  $k = 1,5 \dots 2$ , принимаем  $k = 2$ .

тогда:

$$W = 5 \times 2 \times 4 = 40 \text{ кг}$$

### 3.4 Расчет силы на штоке поршневого привода

Сила  $Q$  на штоке поршневого привода рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{4} \times D^2 p \eta, \text{ Н} \quad (3.9)$$

где:  $D$  - диаметр пневмоцилиндра (см),  $D = 5$  см;

$p$  - давление сжатого воздуха ( $= 3,9 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2 = 4 \text{ кг / см}^2$ )

$\eta$  - к.д.д. ( $\eta = 0,85$ ).

тогда:

$$Q = \frac{3,14}{4} \times 5^2 \times 4 \times 0,85 = 66,8 \text{ кг}$$

Условие надежного закрепления выполняется, ведь  $W = 40 < Q = 66,8$ .

Итак, в данном разделе было разработана конструкция и проверено на прочность оборудование для восстановления шатунов: установку для металлизации шатунов и устройство для фрезерования их крышек.

## **4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **4.1 Характеристика объекта исследования**

Стены цеха изготовлены из кирпича, фундамент цеха из массивного бетона, ворота и технологические проемы цеха оборудованы воздушными и воздушно – тепловыми завесами, которые защищают людей от охлаждения, проникающего в цех холодного воздуха.

В помещении применена естественная вентиляция, которая осуществляется открыванием створок в световых фонарях и окнах, через которые поступает и удаляется воздух.

Помещение участка оборудовано центральным отоплением СНиП 20405 – 91, чтобы обеспечить равномерную температуру и состояние воздушной среды. Средняя температура воздуха на участке находится в пределах 15-18 градусов С. Относительная влажность воздуха на участке, находится в пределах 60 – 40 %. Скорость движения воздуха не менее 0,1 м/с и не более 0,5 м/с. В зимнее время помещение обогревается системой отопления смешанного вида. Основным является воздушное отопление с сосредоточенной подачей воздуха, сущность которого состоит в подаче нагретого калориферами воздуха в нескольких точках здания. При этой системе достигается равномерное распределение температуры в помещении по горизонтали и вертикали.

### **4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте**

Реальные производственные условия характеризуются наличием некоторых вредных и опасных производственных факторов.

Опасные производственные факторы – такие факторы, воздействие которых может привести к травме, несчастным случаям.

По мере усложнения системы “Человек-техника” все более осязаемые становятся экономические и социальные потери от несоответствия условий труда и техники производства возможностям человека. 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:

а) механические факторы, характеризующиеся воздействием на человека кинетической, потенциальной энергий и механическим вращением. К ним относятся кинетическая энергия движущихся и вращающихся тел, шум, вибрация.

б) термические факторы, характеризующиеся тепловой энергией и аномальной температурой. К ним относятся температура нагретых предметов и поверхностей.

в) электрические факторы, характеризующиеся наличием токоведущих частей оборудования.

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

Эти факторы создаются открытыми движущимися частями машин, незащищенными приводами и деталями машин, находящимися под электрическим напряжением, разогретыми деталями, стружкой и др.

Вредные факторы - производственные факторы, воздействие которых может привести к ухудшению состояния здоровья, к профессиональному заболеванию.

Вредные факторы на рабочем месте:

1. Шум – неблагоприятно влияет на человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. При длительном воздействии шума нарушаются функции не только слухового аппарата, но и центральной нервной системы, сердечнососудистой и других физиологических систем организма человека.

Интенсивность шума колеблется в пределах 80 – 90 дБ, что является неблагоприятно для работы.

Предельно- допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Согласно этим нормам уровни звука не должны превышать: в помещениях конструкторских бюро – 50 дБ; в помещениях управления, рабочих комнатах – 60 дБ; в помещениях точной сборки – 65 дБ; на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений – 80 дБ.

Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 60 дБ, шум от работы станков 80 – 90 дБ, шум от движения транспорта 70 – 80 дБ.

2. Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По действию на организм человека вибрацию подразделяют:

а) общая – передается по всему телу;

б) локальная – передается только на руки рабочего.

Систематическое воздействие вибраций может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций

организма, обусловленных воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружений, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия.

Предельно- допустимая норма вибрации:

- общая – 92 дБ;
- локальная – 120 дБ.

Предельно- допустимый уровень вибрации на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Основным видом вибрации на рабочем месте является общая вибрация. В общем, значение вибрации не превышает предельно – допустимого значения, оно колеблется в пределах 80 – 90 дБ.

3. Смазочные, промывочные и смазочно–охлаждающие технологические средства.

В результате механического разбрызгивания и испарения компоненты СОЖ поступают в воздух, вызывая раздражение органов дыхания, легочной ткани, а также неблагоприятно воздействуют на другие системы организма.

На технические жидкости, применяемые для очистки, смазки, охлаждения, восстановления ремонтируемых деталей, узлов, агрегатов, необходимо иметь соответствующее разрешение Министерства здравоохранения РФ. Состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны содержаться и производиться в строгом соответствии с ГОСТ 12.3.025-80. Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004-79.

В настоящее время насчитывается более 500 вредных примесей, загрязняющих атмосферу. Самые распространенные из них – оксид углерода СО (5,7%), диоксид серы SO<sub>2</sub> (13,3%), оксиды азота NO<sub>x</sub> (6,5%), углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> (3.3%), и пыль (27%). Кроме приведенных выше веществ и пыли в атмосферу выбрасываются и более токсичные вещества (серная, хромовая и минеральная кислоты, органические растворители).

Высокие концентрации примесей стимулируют их взаимодействие с образованием более токсичных соединений (смога, кислот), либо приводят к разрушению озонового слоя.

4. Физические перегрузки.

В данной ремонтной мастерской существуют два вида физических перегрузок:

- статические перегрузки – продолжительная работа в неудобной позе, стоя (работа у станка, верстака, стенда, в частности у автомобилей - снятие рулевых тяг).
- динамические перегрузки – подъем и перенос тяжестей, ручной труд (подъем и перенос узлов, агрегатов и различных частей автомобиля).

На участке выявлены следующие опасные факторы:

1. Электрический ток – проходя через организм человека электрический ток производит термическое (ожог), электролитическое (разложение

жидкости), механическое (разрыв тканей) и биологическое (раздражение, возбуждение живых тканей) действие. Нормирование – по ГОСТ 12.1.038-82.

## **2. Движущиеся изделия и механизмы.**

При работе кран-балки по перемещению узлов, агрегатов и их базовых деталей, при испытании и регулировки двигателей, при прохождении у работающего оборудования остерегаться отлетающих частиц.

## **3. Острые кромки.**

При обработке металла образуется различного вида стружка (стружка надлома, мелкая стружка, абразивные частицы), при резке металла ножовкой появляются заусенцы.

# **4.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем участке**

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, безопасности труда и снижению травматизма на участке.

Освещение рабочего места - важнейший фактор создания нормальных условий труда. В зависимости от источника света производственное освещение может быть двух видов естественное и искусственное.

Естественное освещение подразделяется на□ боковое, осуществимое через световые проемы в наружных стенах; верхнее, осуществимое через аэрационные и зенитные фонари, проемы в перекрытиях; комбинированное, когда к верхнему освещению добавляется боковое. Искусственное освещение может быть двух систем - общее и комбинированное, когда к общему освещению добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах.

К промышленному освещению предъявляются следующие требования:

1. Освещение на рабочем месте должно соответствовать зрительным условиям труда согласно строительным нормам СНиП 23-05-95.

2. Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства.

3. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени.

4. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.

5. Величина освещенности должна быть постоянной во времени.

6. Осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей.

7. Установка должна быть удобной, надежной и простой в эксплуатации.

Существует три вида освещения:

- общее;
- местное;
- комбинированное.

В производственном помещении должно быть обеспечено естественное освещение. Световые проемы не допускается загромождать оборудованием и следует очищать от пыли по мере загрязнения.

На данном участке используется комбинированное освещение, которое соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Норма освещённости 300лк.

Проектируемый участок имеет общее искусственное освещение с равномерным расположением светильников т.е. с одинаковыми расстояниями между ними. Источниками света являются дуговые ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ (дуговые ртутные), они представляют собой ртутные лампы высокого давления с исправной цветностью. Лампа состоит из кварцевой колбы (пропускающей ультрафиолетовые лучи), которая заполнена парами ртути при давлении  $0.2 \div 0.4$  Мпа, с двумя электродами и внешней стеклянной колбы, покрытой люминофором.

Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [ ].

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}; \quad (4.1)$$

- где  $\Phi$ - световой поток каждой из ламп, лм;  
E- минимальная освещенность, лк;  
K- коэффициент запаса;  
S- площадь помещения, м<sup>2</sup>;  
z- коэффициент неравномерности освещения;  
n- число ламп в помещении;  
 $\eta$ - коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности E выбирается исходя из следующих величин:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| - Характеристика зрительной работы:     | наивысшей точности |
| - Наименьший размер объекта различения: | менее 0,15 мм      |
| - Разряд зрительной работы:             | 1                  |
| - Подразряд зрительной работы:          | Б                  |
| - Контраст объекта с фоном:             | малый              |
| - Характеристика фона:                  | средний            |

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 Лк, из которых 400 лк – общего освещения.

По таблице 4.8 для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса  $K = 1,5$ .

Наименьшая высота подвеса светильников над полом находится по таблице 4.7 для светильников СЗ—4ДРЛ равна  $3,5 \div 4,5$  м.

Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 6 м., следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:

$$h = 6 - 1 = 5 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda h, \text{ отсюда } \lambda = \frac{L}{h}; \quad (4.2)$$

Из таблицы 4.9,  $\lambda = 1$

Отсюда,  $L = 1 \cdot 5 = 5 \text{ м.}$

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно  $1/3 L = 1/3 \cdot 5 = 1,7 \text{ м.}$

$$36 - 3,4 = 32,6 \text{ м.}$$

$$18 - 3,4 = 14,6 \text{ м.}$$

$$\lambda_1 = \frac{32,6}{5} = 6,52 \text{ (принимаем 7)}$$

$$\lambda_2 = \frac{14,6}{5} = 2,92 \text{ (принимаем 3)}$$

Количество светильников:  $n = 21$ .

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}; \quad (4.3)$$

где  $A, B$  - стороны помещения, м.

По таблице 4.14. коэффициент использования светового потока  $\eta = 65\%$ .

Коэффициент неравномерности освещения  $z = 0,9$ .

$$i = \frac{648}{5(36 + 18)} = 2,4$$

Принимаем: 21 светильников СЗ-4ДРЛ 750 Вт ( $\Phi = 33000 \text{ лм}$ ).

#### **4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на рабочем месте. Вентиляция и кондиционирование**

Одно из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда – обеспечить нормальные условия и чистоту воздуха в рабочем помещении. Требуемое состояние воздуха рабочей зоны может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий к основным из которых относятся:

1) Применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадания их в рабочую зону. Это можно достичь, например, заменой токсичных веществ нетоксичными.

2) Надежная герметизация оборудования.

3) Установка на проектируемом участке устройства вентиляции и отопления, что имеет большое значение для оздоровления воздушной среды.

4) Применение средств индивидуальной защиты, а именно: спецодежда, защищающее тело человека; защитные очки и фильтрующие средства защиты (при продувке от пыли и мелких отходов сжатым воздухом); защитные мази, защищающее кожу рук от нефтепродуктов и масел (при смазке подшипников и деталей двигателя); защитные рукавицы (при выполнении транспортировочных работ).

5) Двери, ворота и технологические проемы механических цехов оборудуют воздушными и воздушно-тепловыми завесами, которые защищают людей от охлаждения, проникающего в цех холодного воздуха.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоне – по ГОСТ 12.1.005-88.

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений – САНПИН 2.2.4.548-96.

Для определенных условий труда оптимальными являются условия, которые занесены в таблицу 4.1

Таблица 4.1 Оптимальные условия труда.

Период	холодный	и теплый
	переходный	
температура $t$ , °C	18÷20	21÷23
Относительная влажность, %	60÷40	60÷40
скорость движения воздуха $u$ , м/с	0.2	0.3

Допустимыми являются:

температура 17÷23°C,

влажность – 60%,

скорость движения воздуха =0.3 м/с.

температура (вне постоянных рабочих мест) 13÷24°C.

Период года: холодный и переходный

Температура:

допустимая – 17-23 °C

Относительная влажность:

допустимая – 50 %.

Скорость движения воздуха:

допустимая – 0,3 м/сек.

Период года: теплый



Температура:	допустимая – 25 °С.
Относительная влажность:	допустимая – 50 %.
Скорость движения воздуха:	допустимая – 0,5 м/сек.

В помещении применена естественная вентиляция, которая осуществляется открыванием створок в световых фонарях и окнах, через которые поступает и удаляется воздух под действием внутренних и внешних факторов. Средняя температура воздуха на участке находится в пределах 15-18 градусов С. Относительная влажность воздуха на участке, находится в пределах 60 – 40 %. Скорость движения воздуха не менее 0,1 м/с и не более 0,5 м/с, что соответствует ГОСТ 12.1.005-88.

В зимнее время помещение обогревается системой отопления смешанного вида. Основным является воздушное отопление с сосредоточенной подачей воздуха, сущность которого состоит в подаче нагретого калориферами воздуха в нескольких точках здания. При этой системе достигается равномерное распределение температуры в помещении по горизонтали и вертикали.

Защита от перегрузок:

Для улучшения работы рабочего предусмотрены периодические перерывы, обеспечение удобной позы и свобода трудовых движений, использование механизированных приспособлений, которые облегчают закрепление заготовок на стендах и оборудовании, которые сокращают время ручного труда рабочего.

Методы защиты от опасных факторов:

1. Защита от электрического тока:

Эксплуатация большинства машин и оборудования связана с применением электрической энергии. Электрический ток проходя через организм, оказывает термическое, электролитическое, и биологическое воздействие, вызывая местные и общие электротравмы. Основными причинами воздействия тока на человека являются:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям;

- появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала;

- шаговое напряжение в результате замыкания провода на землю.

Основные меры защиты от поражения током: изоляция, недоступность токоведущих частей, применение малого напряжения (не выше 42 В, а в особо опасных помещениях - 12 В), защитное отключение, применение специальных электрозащитных средств, защитное заземление и зануление. Одно из наиболее часто применяемой мерой защиты от поражения током является защитное заземление.

Заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетокковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Разделяют заземлители искусственные, предназначенные для целей заземления, и естественные - находящиеся в земле металлические предметы для иных целей. Для искусственных заземлителей применяют

обычно вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром  $3 \div 5$  см и стальные уголки размером от  $40 \times 40$  до  $60 \times 60$  мм длиной  $3 \div 5$  м. Также применяют стальные прутки диаметром  $10 \div 20$  мм и длиной 10 м. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода используют сталь сечением не менее  $4 \div 12$  мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.

В качестве заземляющих проводников применяют полосовую или круглую сталь, прокладку которых производят открыто по конструкции здания на специальных опорах. Заземлительное оборудование присоединяется к магистрали заземления параллельно отдельными проводниками

Также применение предупредительных плакатов и знаков.

## 2. Движущие изделия и механизмы.

Для исключения прикосновения механика с инструментом и средствами технологического оснащения используют устройства, исключающие возможность случайного проникновения человека в опасную зону. Все открытые части станков и механизмов закрываются глухими кожухами, плотно прикрепленными к станине или неподвижной части станка. Контроль размеров обрабатываемых на станках заготовок и снятие деталей производится при отключенных механизмах вращения или перемещения деталей, инструментов, средств технологического оснащения.

## 3. Защита от стружки и пыли.

От стружки - экраны и щитки, предохраняющие рабочего; от пыли – пылезащитные очки, хлопчатобумажный костюм.

## 4.5 Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды

Правила установления допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу – в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78.

Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение имеет поступление их через органы дыхания, потому что загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность. Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Так же, как и на человека, загрязненный атмосферный воздух отрицательно воздействует на животных, птиц, насекомых, и может существенно повлиять на элементы жизненно важные для растений.

Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют

метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе.

В соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий, запылённый или загрязнённый ядовитыми газами воздух удаляется местными вентиляционными устройствами и очищается перед выбросом в атмосферу, с учётом местных природных условий. Для очистки воздуха, удаляемого из помещений, используются инерционные и центробежные пылеотделители и фильтры различных конструкций.

К инерционным пылеотделителям относятся осадительные камеры простого действия, лабиринтовые и центробежные.

Простые пылеосадочные камеры применяются для осаждения тяжёлой пыли, размером более 0,001 мм. Отделение пыли в таких основано на резком уменьшении скорости движения загрязнённого воздуха, при входе в камеру (до 0,5 м/сек), где пылинки, теряя скорость, осаждаются на дно. Если пыль взрывоопасна, её предварительно необходимо увлажнить.

Лабиринтовые пылеосадочные камеры осаждают пыль за счёт внезапного резкого изменения направления движения запылённого воздуха. При этом взвешенные частички пыли, имеющие силу инерции больше, чем частицы воздуха, продолжают двигаться в заданном направлении, ударяясь о стенки лабиринтного пылеотделителя, теряют скорость и падают в пылесборник или бункер. Степень очистки воздуха в лабиринтовом пылеотделителе зависит от состава и концентрации загрязнённого воздуха.

Центробежные пылеотделители предназначены для осаждения крупной пыли и опилок. Принцип действия основан на центробежной силе, под влиянием которой взвешенные частицы, прижимаясь к внешним цилиндрическим или коническим стенкам пылеотделителя, теряют скорость и опускаются через нижнюю коническую часть к выпускному отверстию пылеотделителя. Очищенный воздух с мелкой пылью выбрасывается вверх через выпускной трубопровод. При неправильной эксплуатации, пыль в циклоне может взорваться, поэтому устанавливать их в производственных зданиях запрещено.

Мультициклоны – циклоны малых размеров. Величина центробежной силы обратно пропорциональна расстоянию частицы от оси циклона, поэтому в циклонах малого диаметра величина этой силы возрастает. Кроме этого, вместе с уменьшением размеров циклона уменьшается расстояние от внутренней цилиндрической поверхности до внешней стенки циклона, то есть уменьшается путь частицы до её осаждения. Циклоны меньшего диаметра имеют большой коэффициент очистки, поэтому их рекомендуется применять для улавливания мелкой, сухой и лёгкой пыли из воздуха и газов. Производительность циклонов ограничена, поэтому несколько циклонов объединяют в группы или батареи. Такие циклоны получили название – батарейные.

Для очистки воздуха от пыли в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха, промышленность изготавливает большой

ассортимент фильтров. Кроме того, изготавливаются фильтры для очистки воздуха от микроорганизмов. В зависимости от фильтрующего элемента фильтры подразделяются на матерчатые, бумажные, волокнистые и с фильтрующим материалом ФП, гидравлические, электрические и акустические или ультразвуковые.

В гаражах и ремонтных мастерских производственные сточные воды загрязняются нефтепродуктами, лакокрасочными материалами, ядовитыми электролитами, древесными волокнами и т.п. Загрязнённые сточные воды при сборе в водоём предварительно необходимо очищать и обезвреживать, так как они могут представлять собой серьёзную экологическую опасность для водоёмов и почв.

Способ очистки сточных вод зависит от степени их загрязнения, самоочищающейся способности водоемов, в которые спускаются сточные воды, и от использования этих водоёмов населением.

Существуют несколько способов очистки сточных вод: механический, биологический, физико-химический и комбинированный.

Температура сточных вод, поступающих в канализацию не должна превышать 40<sup>0</sup>С. Содержание вредных веществ, перед спуском в канализацию, при механической очистке должно быть снижено на 50-60%, после механической очистки с биофильтрацией на 90-95%.

Механическая очистка грязеотстойников сточных вод обязательна для автотранспортных предприятий с количеством автомобилей более 50 единиц, а на базах централизованного обслуживания – при наличии десяти постов.

Грязеотстойники с ручным удалением осадка очищают еженедельно, а с механическими средствами удаления осадков - ежедневно. Выпуск сточных вод в водоёмы допускается после проверки концентрации вредных веществ в соответствии с СН 245-73.4 органами санитарного надзора.

Содержание окиси углерода в отработавших газах более установленной нормы способствует загрязнению окружающей воздушной среды. Поэтому количество окиси в отработавших газах не должно превышать 20 мг/м<sup>3</sup>. Внутри салона и кабины транспортных средств, перевозящих людей, концентрация этих газов не должна превышать установленной нормы.

На территории предприятия отработанные нефтепродукты и спец жидкости сливаются и хранятся в специальных ёмкостях. Периодически, по мере заполнения ёмкостей, нефтепродукты и спец жидкости вывозятся на территорию нефтеперерабатывающего завода, где в последствие перерабатываются.

Не подлежащие ремонту узлы, агрегаты и детали автомобилей, складируются в специально отведённом месте. По мере накопления сдаются в пункт приёма лома цветных и чёрных металлов, и далее поступают на переплавку.

Шины автомобилей, не подлежащие восстановлению, используются для облагораживания территории предприятия.

#### **4.6 Заключение**

В автотранспортном цехе ООО «АвтоСпецКар» г. Новосибирск в процессе эксплуатации и ремонта машинотракторного парка образуется большое количество отходов.

Твердые отходы: отходы металлов, пластмасс, пыль, промышленный мусор (резина, бумага, ткани, и другое).

Жидкие отходы: осадки сточных вод из очистных сооружений, масла, различные виды нефтепродуктов, пыль из систем мокрой очистки воздуха и газов.

Большое количество отходов должно быть использовано в качестве вторичного сырья. В частности, лом и отходы металлов, которые классифицируют по физическим признакам – на группы и марки, по показателям качества – на сорта.

Целесообразность обработки отходов определяется их качеством и степенью использования в производстве. Отходы, не пригодные для переработки и использования в качестве вторичного сырья либо сжигаются, либо вывозятся, и производится их захоронение на полигонах.

Общие требования к определению загрязняющих веществ почвы – по ГОСТ 17.4.3.03-85.

## **5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ**

Технико-экономические показатели ремонтного предприятия - система измерений, применяемые для анализа и планирования ремонта техники и организации производства, использования основных фондов, оборотных средств и трудовых ресурсов.

Окупаемость капитальных вложений - синтезированный показатель, характеризующий период времени, в течение которого авансированные капитальные затраты обеспечивают в сравнительных размерах прирост дополнительной прибыли.

Удельные капиталовложения - капитальные затраты на создание или прирост единицы производственной мощности или единицы выпуска продукции.

Капиталовложения - совокупность затрат на создание новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих и смену изношенных основных фондов предприятия.

Оборотные средства ремонтного предприятия - совокупность средств, авансированных для создания запасов оборотных производственных фондов и фондов обращения предприятия.

Оборотные средства представляют собой совокупность денежных средств, вложенных в предметы труда и учитываются в составе средств в обороте.

В состав оборотных средств входят:

а) предметы со сроком полезного использования менее 12 месяцев независимо от их стоимости;

б) предметы стоимостью не более 100-кратного минимального размера месячной оплаты труда (исходя из стоимости предусмотренной договором), независимо от срока полезного использования;

в) специальные инструменты и специальные устройства независимо от стоимости;

г) спецодежда и спецобувь;

д) материалы и запасные части;

е) запасы топлива;

ж) незавершенное производство.

Расходы ремонтных предприятий осуществляются в соответствии с их финансовым планом.

К важнейшим расходам относят:

1. Обеспечение производства продукции, то есть выполнение ремонтных работ. Для определения размера этих затрат разрабатывается смета расходов на выполнении работы, а также определяется потребность в оборотных средствах.

2. Финансирование капитальных вложений, которое определяется, исходя из его объемов. На финансирование этих расходов направляются

собственные средства предприятия (прибыль от основной деятельности, амортизационные отчисления, внутренние ресурсы и др.), Кредиты банка.

3. Проведение капитального ремонта основных фондов производства, выполняется за счет амортизационных отчислений, предназначенных для этой цели.

4. Обеспечение прироста норматива собственных оборотных средств.

5. Отчисления в фонды экономического стимулирования, которое осуществляется в порядке, установленном для образования этих фондов.

6. Специальные расходы предприятия, состоящие из покрытия убытков жилищно-коммунального хозяйства, расходы на хозяйственное содержание зданий, стадионов, лагерей детского отдыха, а также другие расходы (благотворительные фонды, налоговые сборы и т.п.).

Себестоимость продукции ремонтного предприятия - это денежное выражение затрат предприятия, связанных с производством и реализацией продукции.

Себестоимость складывается из расходов, связанных с использованием при ремонте объекта материалов, энергии, основных средств, труда и других расходов на ремонт и сбыт продукции.

Учет и отчетность, это количественное отражение и качественная характеристика всех сторон производства, процессов, которые выполняются в любом подразделении ремонтного предприятия.

Основной задачей учета и отчетности являются:

а) контроль за сохранностью и правильным использованием средств производства, оборудования, производственных запасов;

б) содействие более эффективному использованию трудовых, материальных и денежных ресурсов;

в) улучшение организации производства;

г) распространение достижений и внедрения новинок науки, техники и технологии в производство.

Учет и отчетность дает возможность своевременно выявить экономические последствия, достижения и недостатки, их причины, принять своевременные меры по их устранению.

Учет и отчетность должны обеспечить:

а) полное сравнение фактических показателей деятельности подразделений ремонтного предприятия с прогнозируемыми;

б) денежную оценку производимой и реализуемой продукции каждым подразделением, производственных затрат и услуг;

в) контроль за экономичным и эффективным расходованием средств производства продукции, выполнением работ и услуг;

г) правильную оценку последствий деятельности производственных подразделений, выполнения расчетов оценочных показателей;

д) отражение вклада в производство каждого члена коллектива и правильное начисление оплаты труда.

Основные средства производства - часть имущества, используемого в качестве средств труда при производстве продукции, выполнении работ или

оказании услуг либо для управления ремонтным предприятием в течение одного года.

К основным средствам производства относят строения, сооружения, рабочие и силовые машины; передающие устройства, оборудование, измеряющие и регулирующие приборы и устройства, вычислительную технику, транспортные средства, инструмент, производственный и хозяйственный инвентарь и прочие основные средства.

Основные средства в бухгалтерском учете и отчетности показывают по начальной стоимости, то есть по фактическим затратам на их приобретение, установление и подключения. Стоимость этих средств погашается путем начисления износа (амортизационных отчислений) и списания на издержки производства в течение нормативного срока их полезного использования по нормам, утвержденным в установленном законодательством порядке.

### **5.1. Расчет экономического эффекта повнедрению участка по восстановлению шатунов**

Годовой экономический эффект восстановления и использования изделий укрепляющими покрытиями со сроком службы год и меньше определяется по формуле:

$$E = (Z_1 \times \frac{T_1}{T_2} - Z_2 + E_{\text{доп}}) \times K_{\text{пр}} \times A_2 \quad (5.1)$$

где:  $Z_1$  и  $Z_2$  - приведенные затраты и использования изделия соответственно по базовой и новой технологии, руб.;

$T_2 / T_1$  - коэффициент, учитывающий изменение срока службы изделия, изготовленного с использованием новой технологии по сравнению с базовой;

$T_1$  и  $T_2$  - срок службы в соответствии базового изделия и изделия из укрепляющим покрытием - до полного износа, в натуральных единицах;

$E_{\text{доп}}$  - дополнительная экономия, полученная в области, где используется изделие с укрепляющим покрытием в результате снижения простоев оборудования в узел которых входит данная деталь, руб.;

$K_{\text{пр}}$  - коэффициент учета роста производительности шатуна с укрепляющим покрытием по сравнению с базовым.

$$K_{\text{пр}} = B_2 / B_1, \quad (5.2)$$

где  $B_1$  и  $B_2$  - объемы продукции (работы), выполняемые при использовании соответственно базовой и новой детали, натуральных единицах, в единицах времени;



$A_2$  - годовой объем производства на восстановление изделий (шатун) в расчетном году, штук.

Деталь, восстанавливается - шатун 7511.1004045-20, стоимость 6260 руб. / шт.

При электродуговой металлизации (напыления покрытий на установке КДМ - 2 из электрометализатором ЭМ - 14) используются материалы:

- проволока порошковая ФМИ - 3 для напыления диаметром 1.5 ... 2,5 мм;
- сжатый воздух;
- электроэнергия.

Стоимость 1 кг порошковой проволоки E71T-GS составляет 730 ... 1010 руб. (Принимаем 850 руб.); 1 м<sup>3</sup> сжатого воздуха - 78 руб., 1 кВт / ч электроэнергии = 3.7 руб.

Данные по расходам сведем в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Стоимость материалов		
№ п/п	Наименование материала	Стоимость
1	Порошковая проволока E71T-GS	850 руб./кг
2	Сжатый воздух	78 руб./ м <sup>3</sup>
3	Электроэнергия	3.7 руб./кВтч

Исходя из таблицы стоимости материалов составим плановую калькуляцию цеховой себестоимости восстанавливаемой детали.

Определим стоимость основных материалов в расчете на один шатун:

а) Стоимость проволоки, напыляется.

Сначала находим объем проволоки, которая напыляется по формуле:

$$V = \frac{\pi L}{4} [D^2 - (D - 2S)^2], \text{мм}^3 \quad (5.3)$$

где L = 41 мм - длина участка, напыления;

D = 92,3 мм - диаметр детали, восстанавливаемой (шейки шатуна) на участке напыления;

S = 1,7 - толщина слоя напыления.

$$V = \frac{3.14 \times 41}{4} \times [92.3^2 - (92.3 - 2 \times 1.7)^2] = 19828 \text{ мм}^3 = 19,828 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

Масса проволоки определяется по формуле:

$$M = \rho \times V \quad (5.4)$$

где  $p$  – плотность проволоки

$$M = 7500 \times 19,828 \times 10^{-6} = 0,15 \text{ кг.}$$

Стоимость проволоки напыления составит:

$$C_{\text{пр}} = M \times C_{\text{пр}} \quad (5.5)$$

где  $M$  – масса проволоки, кг.

$C_{\text{пр}}$  – цена проволоки, руб./кг.

$$C_{\text{пр}} = 0,15 \times 850 = 127,5 \text{ руб.}$$

б) Стоимость затрат на энергоресурсы (расходы):

Согласно технологическим операциям затраты электроэнергии на восстановление одного шатуна составят 20,4 кВт.

Тогда стоимость электроэнергии будет:

$$C_э = 20,4 \times 3,7 = 75,5 \text{ руб.}$$

в) Стоимость сжатого воздуха

Определим объемы сжатого воздуха, затрачиваемых на одну технологическую продукцию.

Расходы сжатого воздуха в установке КДМ-2 при давлении 5-6 атм. составляют 84 м<sup>3</sup>/час., А при дробеструйной обработки - 60 м<sup>3</sup>/час.

Время дробеструйной обработки одной детали равна 5 мин. (0,13 ч.) электродуговой установки КДМ-2 = 0,37 ч.

Таким образом, на дробеструйной обработку расход воздуха:

$$0,13 \times 60 = 7,8 \text{ м}^3;$$

а расходы на операцию напыления составляют:

$$0,37 \times 84 = 31,1 \text{ м}^3;$$

Суммируя эти значения получим:

$$7,8 + 31,1 = 38,9 \text{ м}^3$$

Так, для восстановления одного шатуна необходимо 38,9 м<sup>3</sup> сжатого воздуха. Стоимость одного м<sup>3</sup> сжатого воздуха = 78 руб/м<sup>3</sup>.

Получаем стоимость на деталь:

$$C_{с.в.} = 38,9 \times 78 = 3034,2 \text{ руб.}$$

Полученные данные сводим в табл.5.2.

Таблица 5.2.

Стоимость основных материалов в расчете на один шатун				
№ п/п	Наименование материала	Количество потребления на единицу продукции	Стоимость	Стоимость на единицу продукции
1	Порошковая проволока E71T-GS	0,15 кг.	850 руб./кг	127,5 руб.
2	Сжатый воздух	38,9 м <sup>3</sup>	78 руб./ м <sup>3</sup>	3034,2 руб.
3	Электроэнергия	20,4 кВт	3.7 руб./кВтч	75,5 руб.
ИТОГО				3237,2 руб.

## 5.2 Определение затрат труда и себестоимости восстановления шатунов

Теперь составим таблицу, куда внесем необходимые данные по трудозатратам согласно технологическим процессам. Данные взяты по проведенному хронометражу на участке шлифовки и напыления шатунов.

Данные сводим в табл. 5.3.

После этого сведем в табл.5.4. все данные по затратам, то есть стоимость основных материалов, основную заработную плату производственных рабочих, дополнительную заработную плату производственных рабочих (15% от заработной платы основных производственных рабочих). Отчисления на подоходный налог (13% от дополнительной и основной зарплаты), расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (120% от основной зарплаты), общехозяйственные расходы (100% от заработной платы основных производственных рабочих) общезаводскую себестоимость (100% от основной зарплаты).

Таблица 5.3

## Основная заработная плата производственных рабочих

№ п/п	Технологическая операция	Специальность и разряд рабочего	Время на операцию, Т, час.	Часовая тарифная ставка, руб.	Заработная плата, руб.
1	Подготовка детали	Токарь 5-ого разряда	0,25	205,15	51,28
2	Шлифование	Токарь 5-ого разряда	0,56	205,15	114,88
3	Обезжиривание	Токарь 5-ого разряда	0,33	205,15	67,7
4	Слесарная	Токарь 5-ого разряда	0,08	205,15	16,4
5	Очистка дробеструйная	Метализатор	0,13	200,95	26,12
6	Напыление	Метализатор	0,33	200,95	66,31
7	Шлифование	Токарь 5-ого разряда	0,53	205,15	108,73
8	Зенкование	Токарь 5-ого разряда	0,1	205,15	20,51
9	Слесарная	Токарь 5-ого разряда	0,08	205,15	16,4
10	Контрольная	Токарь 5-ого разряда	0,25	205,15	51,29
ИТОГО:			2,64		539,62

Таблица 5.4

## Калькуляция цеховой себестоимости восстановления одной детали

№ п/п	Статья калькуляции	Затраты, руб.
1	Стоимость основных материалов	3237,2
2	Основная заработная плата	539,62
3	Дополнительная заработная плата	80,94
4	Отчисления на подоходный налог	80,67
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	647,54
6	Общеховые расходы	539,62
7	Общезаводская себестоимость	539,62
8	Цеховая себестоимость	5665,21

Определяем ожидаемый годовой экономический эффект по формуле (5.1):

$$E = (Z_1 \times \frac{T_1}{T_2} - Z_2 + E_{\text{доп}}) \times K_{\text{пр}} \times A_2$$

$$\text{где:} \quad Z_2 = C + E_H \times K' \quad (5.6)$$

где  $E_H = 0,15$  - нормативный коэффициент капиталовложений;  
 $K'$  - удельные капиталовложения на одну деталь:

$$K' = K / N, \quad (5.7)$$

$K = 3126230,89$  руб. - капиталовложения на создание участка по восстановлению шатунов;

$N$  - годовая программа восстановления деталей,  $N = 4000$  шатунов в год.

Тогда из формулы (5.7):

$$K' = 3126230,89 / 4000 = 781,6 \text{ руб./шт.}$$

$$K_{\text{пр}} = 1.$$

$T_2 / T_1 = 1,5$  - отношение срока службы изделия после укрепления и срока службы базового изделия соответственно.

$$Z_2 = 5665,21 + 781,6 \times 0,15 = 5782,44 \text{ руб.}$$

Тогда подставив данные в формулу (5.1):

$$E = (6260 \times (1,5) - 5782,44 + 0) \times 1 \times 4000 = 14\,430\,240 \text{ руб.}$$

### **5.3 Определение основных показателей эффективности восстановления**

Себестоимость детали к проекту равна цене новой детали, то есть деталь не восстанавливалась после полного износа, а списывалась, а на восстановление деталей кривошипно-шатунного механизма покупалась новая деталь - шатун.

Цену восстановленной детали примем меньше стоимости новой для завоевания рынка заказчиков:  $C_B = 6000,00$  руб.

Прибыль предприятия согласно проекту, за год:

$$\Pi = (C_B - C_d) \times N \quad (5.8)$$

где:  $C_B = 6000,00$  руб. - цена восстановленной детали;

$C_d = 5665,21$  руб. - себестоимость восстановления;

$N = 4000$  - количество восстанавливаемых деталей за 1 год.

$$\Pi = (6260 - 5665,21) \times 4000 = 2\,379\,160 \text{ руб.}$$

Рентабельность участка считаем по формуле:

$$P = \Pi / C_H \times 100\% \quad (5.9)$$

$$P = 2379160 / (5665,21 \times 4000) \times 100 = 10,5\%$$

Рассчитываем срок окупаемости капиталовложений:

$$T_{ок} = K / \Pi \quad (5.10.)$$

$$T_{ок} = 3126230,89 / 2379160 = 1,31 \text{ год.}$$

Полученные данные сводим в таблицу 5.5.

Таблица 5.5.

Технико-экономические показатели участка по восстановлению шатунов				
№ п/п	Показатели	Единицы измерения	До проекта	После проекта
1	Трудоемкость на восстановление одной детали	чел.-час	-	2,64
2	Программа восстановления	шт.	-	4000
3	Себестоимость одной детали	руб.	-	5665,21
4	Цена одной детали	руб.	6260,00	6000,00
5	Себестоимость восстановления деталей за 1 год	тыс.руб.	-	22660,84
6	Капитальные вложения на техническое перевооружение	тыс.руб.	-	3126,23
7	Годовая прибыль	тыс.руб.	-	2379,16
8	Численность рабочих	чел.	-	6
9	Заработная плата рабочих	тыс.руб.	-	2482,24
10	Годовой экономический эффект	тыс.руб.	-	14430,24
11	Рентабельность	%	-	10,5
12	Ожидаемый срок окупаемости капиталовложений	год	-	1,31

На основе выполненных расчетов можно сделать следующий вывод, что участок по восстановлению шатунов является рентабельной, экономически выгодной и продуктивной. Воплощение этого проекта может обеспечить большую экономию расходов на приобретение новых деталей. Благодаря этому проекту срок службы шатуна в условиях эксплуатации увеличивается в

1,5 раза, что способствует также экономии затрат на восстановление и закупку нового шатуна по сравнению с затратами на реконструкцию участка.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Одним из эффективных направлений борьбы с износом является использование защитно-упрочняющих технологий с нанесением износостойких, антикоррозионных и других покрытий. К числу таких технологий выносятся электродуговая металлизация (ЭДМ), основанный на получении покрытий путем расплавления электродов - проводов электрической дугой, образуется между ними, распылением расплавленного металла скоростным потоком газа на мелкие частицы и нанесения их на поверхность детали.

2. Для повышения эффективности деятельности АТП, предприятию необходимо внедрять новые технологии и высокоэффективное автоматизированное оборудование для восстановления деталей, что позволит поддерживать технику в исправном состоянии.

3. Наиболее слабым звеном в ДВС является кривошипно - шатунный механизм, который подвергается большим нагрузкам.

4. Для восстановления одного шатуна согласно предложенной технологии необходимо 3.41 часа.

5. В конструктивной разработке было обеспечено увеличение производительности напыления и уменьшения потерь материала покрытия, а также расширение типоразмеров обрабатываемых деталей. Использование установки позволит обеспечить напыления деталей типа подшипников или шатунов партиями, уменьшает потери напыленного материала и увеличивает производительность процесса по сравнению с другими установками.

6. Также нами был разработан конструкцию и проверено на прочность устройство для фрезерования их крышек, позволяет быстро и точно производить установку и закрепление крышек шатунов при их фрезеровании.

7. Проанализированы потенциально опасные и вредные производственные факторы и предложены меры по улучшению состояния охраны труда на предприятии. Проведен расчет освещения и местного отсоса на рабочем месте метализаторщика.

8. На основе выполненных расчетов можно сделать следующий вывод, что участок по восстановлению шатунов является рентабельной, экономически выгодной и продуктивной. Воплощение этого проекта может обеспечить большую экономию расходов на приобретение новых деталей. Благодаря этому проекту срок службы шатуна в условиях эксплуатации увеличивается в 1,5 раза, что способствует также экономии затрат на восстановление и закупку нового шатуна по сравнению с затратами на реконструкцию участка.

9. Программа восстановления шатунов составляет - 4000 шт./год. Себестоимость восстановления одной детали - 5665,21 руб. Капитальные вложения на техническое перевооружение составят 3126,23тыс.руб. Годовой доход составит 2379,16 тыс.руб., при рентабельности 10,5% и сроке окупаемости капитальных вложений - 1,31 года.

Годовой экономический эффект составит 14430,24тыс.руб.



## Список используемых источников

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1.- 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982. 736с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.2.- 6-е., изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982. 584с.
3. Афанасьев Л.Л. Гаражи и станции технического обслуживания. – М.: Транспорт, 1969. 192 с. Колясинский Б.С.
4. Долин П.А. Справочник по технике безопасности — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 824с.
5. Домке Э. Р. Курсовое и дипломное проектирование: методика и общие требования: Учебное пособие. - Пенза: ПГУАС, 2003. - 227с. Артемов И. И., Балакшин А. Б., Грабовский А. А., Пшеничный О. Ф., Шаронов Г. И.
6. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. техн. спец вузов. - 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. 496с. Леликов О.П.
7. Крамаренко Г. В. Техническое обслуживание автомобилей – М.: Транспорт, 1983. – 368 с. Барашков И.В.
8. Кузнецов Е. С Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с. Воронов В. П., Болдин А. П. и др.
9. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств; Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1989 г. – 240 с. Фаробин Я.Е.
10. Напольский Г.М. Обоснование спроса на услуги автосервиса и технический расчет станций технического обслуживания легковых автомобилей. Уч. Пособие. МАДИ (ТУ)- М. 2000- 82 с. Зенченко В.А.
11. Напольский Г. М. Техническое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов. – 2-е изд. переработанное и дополненное. М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

12. Основы безопасности жизнедеятельности I-XI классы. Программы для общеобразовательных учреждений. — М.: Просвещение, 1994. — 110с.
13. Основы безопасности жизнедеятельности. Справочник школьника /В.П. Ситников. — М.: Филол. об-во "Слово", 1997. — 448с.
14. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01-91 Росавтотранс. — М.: Гипроавтотранс, 1991. — 184 с.
15. Российская автотранспортная энциклопедия: Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Том 3—М.: РООИП, 2000-456с.
16. Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей. - Москва, «Экономика», 1989 - 307 с.