

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и  
комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и  
оборудования (СХ)

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: Разработка технологического процесса восстановления коленчатого  
вала с разработкой установки для электроконтактной приварки

Шифр ВКР 23.03.03.422.21 УДЭП.00.00.00.ПЗ

Студент группы Б272-08у



Фатыхов Р.Р.

подпись

Руководитель к.т.н., доцент



Вагизов Т.Н.

подпись

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № 9 от 9.03 2021 г.)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент



Пикмуллин Г.В.

подпись

**Казань – 2021 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (СХ)

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

*Ликмуллин Г.В.*

«12» января 2021 г.

### **ЗАДАНИЕ**

#### **на выпускную квалификационную работу**

Студенту Фатыхову Р.Р.

Тема ВКР: Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала с разработкой установки для электроконтактной приварки

утверждена приказом по вузу от «24» 02 \_\_\_\_\_ 2021 г. № 52 \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 04.03.2021

3. Исходные данные: Нормативно справочная литература, технологические карты.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ работы сопряжения и обоснование необходимости модернизации сварочной головки; 2. Разработать участок для восстановления коленчатых валов двигателей; 3. Разработать конструкцию установки электроконтактной приварки; 4. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 5. Произвести технико-экономическую оценку конструкции.

5. Перечень графических материалов: Лист 1 – Планировка участка восстановления коленчатых валов. Лист 2 – Технологические карты на восстановление. Лист 3 – Общий вид установки электроконтактной приварки. Лист 4 – Сборочный чертеж сварочной головки. Лист 5 – Рабочие чертежи деталей. Лист 6 – Техничко-экономические показатели.

#### 6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Доц. Гаязиев И.Н.
Конструктивная часть	Ст. преп. Салахов И.М

7. Дата выдачи задания «11» января 2021 г.

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел выпускной работы	15.02.2021	
2	2 раздел выпускной работы	22.02.2021	
3	3 раздел выпускной работы	04.03.2021	

Студент \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Фатыхов Р.Р.)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Вагизов Т.Н.)

## **АННОТАЦИЯ**

Выпускная квалификационная работа Фатыхова Р.Р. на тему «Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала с разработкой установки для электроконтактной приварки» состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Расчетно-пояснительная записка выполнена на листах машинописного текста и приложения. Графическая часть состоит из 6 листов формата А1. Расчетно-пояснительная записка состоит из 3 основных разделов, 5 рисунков и 7 таблиц.

В первом разделе выпускной квалификационной работы произведено обоснование темы проекта и приведен анализ работы сопряжения и обоснование необходимости модернизации сварочной головки.

В технологической части выпускной квалификационной работы установлены годовые программы и объемы работ, произведен расчет численности производственных рабочих участка восстановления коленчатых валов двигателей, а так же выполнена разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала двигателя КАМАЗ.

В конструкторской части выпускной квалификационной работы разработана установка для электроконтактной приварки. Разработаны мероприятия по обеспечению безопасности конструкции, а так же экономическое обоснование разработанной конструкции с расчетом основных технико-экономических показателей.

## **ABSTRACT**

The final qualification work of Fatykhov R. R. on the topic «Development of the technological process of restoring the crankshaft with the development of an installation for electric contact welding» consists of a calculation and explanatory note and a graphic part. The calculation and explanatory note is made on sheets of typewritten text and an appendix. The graphic part consists of 6 sheets of A1 format. The calculation and explanatory note consists of 3 main sections, \_\_\_ figures and \_\_\_ tables.

In the first section of the final qualification work, the justification of the project topic is made and the analysis of the interface operation and the justification for the need to modernize the welding head is given.

In the technological part of the final qualification work, annual programs and volumes of work were established, the number of production workers of the engine crankshaft restoration site was calculated, and the technological process for restoring the crankshaft of the KAMAZ engine was developed.

In the design part of the final qualification work, an installation for electric contact welding was developed. Measures have been developed to ensure the safety of the structure, as well as the economic justification of the developed design with the calculation of the main technical and economic indicators.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ СВАРОЧНОЙ ГОЛОВКИ.....	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности коленчатого вала автомобиля КАМАЗ.....	
1.2 Разработка структурной схемы разборки блока цилиндров автомобиля КАМАЗ.....	
1.3 Обоснование необходимости модернизации сварочной головки базовой установки электроконтактной приварки .....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	
2.1 Обоснование необходимости проектирования .....	
2.2 Расчет годовой программы участка восстановления коленчатых валов ....	
2.3 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени.....	
2.4 Расчет потребности штата участка.....	
2.5 Расчет и выбор технологического оборудования.....	
2.6 Обоснование производственной площади и компоновка участка восстановления .....	
2.7 Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала двигателя КАМАЗ.....	
2.7.1 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления коленчатого вала КАМАЗ .....	
2.7.2 Технология и режимы шлифования .....	
2.7.3 Разработка операционной технологии шлифования шеек коленчатого вала .....	
2.8 Разработка операционной технологии накатки галтелей шатунных шеек коленчатого вала .....	
2.9 Охрана окружающей среды .....	
2.10 Физическая культура на производстве .....	
3 РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ....	

3.1 Устройство и принцип работы.....	
3.2 Конструктивный расчет сварочной головки установки электроконтактной приварки.....	
3.2.1 Расчет на прочность.....	
3.2.2 Расчет пневмоцилиндра.....	
3.3 Обеспечение безопасности в конструкции.....	
3.4 Экономическое обоснование сварочной головки.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время основную долю парка сельскохозяйственной техники

составляют отремонтированные машины, лишь небольшая часть которых состоит из новых машин. Важным фактором обеспечения качественного технического обслуживания оборудования является соблюдение технологии его выполнения. Сегодня на многих предприятиях ремонт проводится с нарушением технического процесса мойки, дефектными деталями и обкаткой. Все это приводит к сокращению срока службы ремонтной техники, а следовательно, и к увеличению затрат сельхозтоваропроизводителей. Кроме того, поскольку техническое обслуживание агрегата в основном сводится к замене его неисправных деталей подходящими запасными частями, то самой высокой стоимостью затрат на техническое обслуживание (до 60% и более) является стоимость использованных запасных частей.

На производительность труда существенно влияют следующие факторы: объем производства, расширение номенклатуры, концентрация технического обслуживания в наиболее хорошо оснащенных цехах, использование нового оборудования и передовых методов технического обслуживания, внедрение новейших методов планирования и управления, научная организация труда, материальное и моральное стимулирование работников, совмещение профессий, увеличение специальной и общеобразовательной подготовки.

Для рациональной организации труда существует технический регламент. Технически обоснованные нормы способствуют росту производительности труда, приводя к стремлению к более высоким результатам.

ВКР особо выделила меры по обеспечению безопасности проекта, а также определение технико-экономических показателей.

## **1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ СВАРОЧНОЙ ГОЛОВКИ**

### **1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности коленчатого вала автомобиля КАМАЗ**

Разновидности коленвалов Камаз.

За последние годы ассортимент коленвалов, которые выпускает **КАМАЗ**, существенно расширился. Сейчас заводом выпускаются дизельные и экологически чистые газовые двигатели, которые отвечают европейским стандартам качества. Для каждого из двигателей есть несколько видов коленвалов.

Коленвалы от разных двигателей иногда являются взаимозаменяемыми, а иногда нет. На сегодняшний день компания КАМАЗ не предоставляет четких инструкций по разновидностям коленвалов, отсюда у владельцев большегрузов обычно возникает путаница по поводу того, какой коленвал нужен именно для его марки КАМАЗа. Для решения этой проблемы ниже представлено описание коленвалов:

- о их особенности;
- о отличия друг от друга;
- о возможности использования с разностандартными моторами.

Коленчатые вал для автотракторных двигателей - один из самых сложных, дорогих и тяжелонагруженных узлов.

При работе колена вал сталкивается с циклическими нагрузками, которые в сочетании с динамическими нагрузками вызывают изгибные и крутильные напряжения, а поверхность основного стержня и шейка шатуна изнашиваются при трении скольжения.

Коленчатый вал предназначен для передачи усилия от шатуна к поршню и преобразования его в крутящий момент, который затем передается на привод маховика. Условия работы вала имеют значительную переменную механическую нагрузку, большое трение в опоре и высокую скорость вращения. Сложные условия нагружения и необходимость равных изменений крутящего момента и равномерности хода двигателя определяют основные требования к конструкции коленчатого вала, коленчатый вал должен обеспечивать равные изменения крутящего момента, хорошую балансировку, высокую изгибную и крутильную жесткость, усталостную прочность,

износостойкость поверхности трения от умеренных напряжений до крутильных колебаний.

Коленчатый вал воспринимает силы, передаваемые каждому звену во время работы такта, хода, преобразования этих сил в механике, как правило, передаются через маховик на трансмиссию автомобиля. Коленчатый вал двигателя КамАЗ–740 выполнен из стали 45. Он состоит из шатунных (рисунок 1.1) и коренных (опорных) шеек, щек, носка (передней части) и хвостовика (задней части). Коренные и шатунные шейки вместе со щеками образуют кривошип.

Смазка подается от основного подшипника в масляную камеру в шейке шатуна через скважинный канал на поверхности вала. Масляная камера представляет собой дополнительный грязеуловитель. Частицы грязи выбрасываются в верхнюю часть полости центробежной силой, масло подается к гильзе шатуна через четыре сквозных отверстия, грязь удаляется через пробку. На переднем конце вала прижмита приводная шестерня привода насоса и передний противовес балансировочной системы. На торце переднего торца коленчатого вала имеется отверстие для крепления муфты отбора мощности, которая крепится болтами к валу. На заднем конце коленчатого вала прижимается задний противовес балансирной системы и зубчатая передача агрегата. Задний конец торцевой части коленчатого вала имеет два отверстия для прижима стопорного штифта маховика, осевое отверстие для подшипника первичного вала коробки передач и резьбовое отверстие для крепежного болта маховика. Осевое усилие коленчатого вала воспринимается четырьмя упорными полукольцами, установленными в пазу блока, и крышкой, поддерживаемой задним корнем. Уплотнение коленчатого вала осуществляется самодвижущимся сальником, который вдавливаются в картер маховика и масляный отражатель.

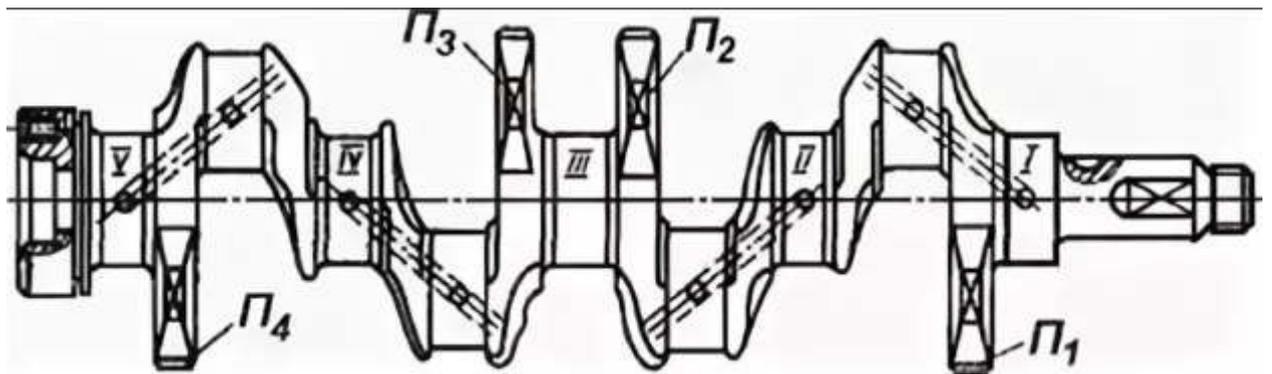


Рисунок 1.1 - Коленчатый вал в КамАЗ – 740.

В процессе работы, из-за действующей силы и нагрузки, коленчатый вал получал множество оттапливающих дефектов. Но практика показывает, что основным параметром отбраковки коленчатого вала предприятия является износ шейки главного шатуна. До капитального ремонта грузовиков семейства КамАЗ и автобусов НефАЗ с установленным двигателем КАМАЗ–740 было относительно небольшое время работы, в результате чего резко возросли затраты на техническое обслуживание двигателя. Так как самая дорогая и самая быстрая часть двигателя изнашивается - это коленчатый вал.

Конструктивными концентраторами напряжений являются галтели шеек, масляные каналы с отверстиями на поверхности шеек, а границы закаленных с нагревом ТВЧ участков поверхности шеек являются структурными концентраторами напряжений. С целью уменьшения отрицательного влияния на усталостную прочность концентраторов напряжений радиусы галтелей коренных и шатунных шеек должны составлять не менее 5% от диаметров шейки, отверстия масляных каналов и границы участков поверхностной закалки и сами галтели должны подвергаться накатке роликами и шариками.

Тяжелые условия работы коленчатого вала (большие нагрузки, инерционные усилия, крутильные колебания и усилия) предъявляют высокие требования при восстановлении. Эти условия работы вызывают и значительные износы, задиры, трещины и деформации.

Неисправности коленчатого вала КамАЗ и способы их устранения:

1. Повреждение коренных или шатунных шеек, деформация посадочных мест. В этом случае рекомендуется отшлифовать детали под ремонтный размер,

нанести покрытие электроду го вой наплавкой, приварить электроконтактную ленту.

2. Износилась резьба на маслоъемном кольце. Необходимо углубить резьбу при помощи резца и отшлифовать шейку.

3. Дефект шпонки, посадочного места и шарикоподшипника. В этом случае следует выполнить фрезерование под увеличенные параметры шпонок, сделать наплавку с последующей фрезеровкой шпонки, запрессовать втулки.

4. Повреждение отверстий, предназначенных для крепежных штифтов маховика. Нужно сделать развертывание деталей под ремонтный размер.

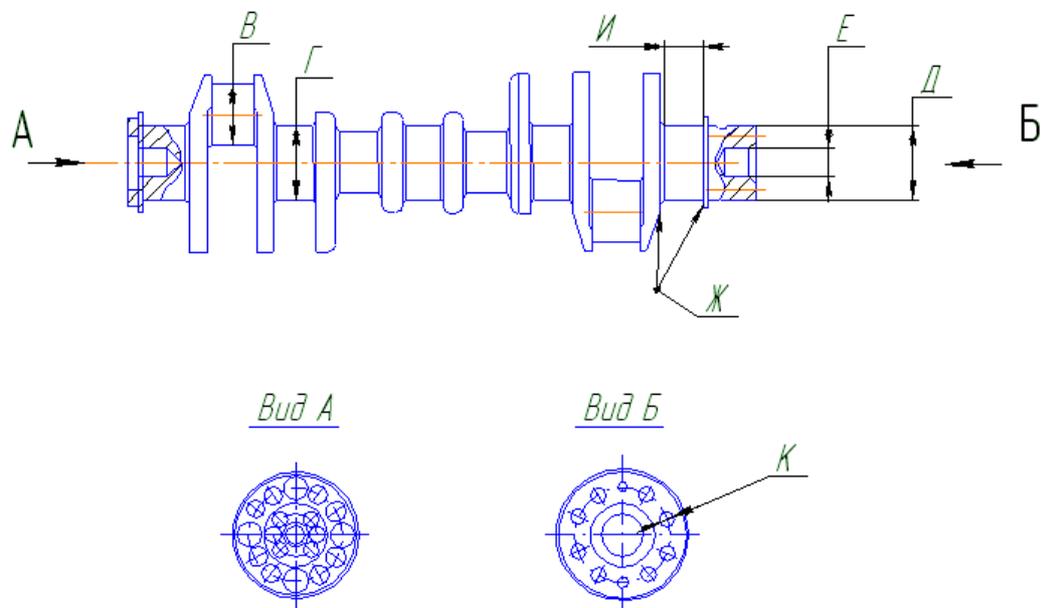


Рисунок 1.2 - Дефекты коленчатого вала автомобиля КамАЗ.

Восстановление коленчатого вала производится после ресурсной эксплуатации с перешлифовкой шеек на 4 ремонтных размера.

Ремонтные размеры коленчатого вала показаны в таблице 1.1, а величины допусковых биений – в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Ремонтные размеры коленчатого вала КамАЗ – 740.

Номинальный размер, мм	Ремонтный размер 1	Ремонтный размер 2	Ремонтный размер 3	Ремонтный размер 4
$\text{Ø}95\pm 0,011$	$94,5^{+0,015}_{-0,010}$	$94^{+0,015}_{-0,010}$	$93,5^{+0,015}_{-0,010}$	$93^{+0,015}_{-0,010}$
$\text{Ø}80\pm 0,0095$	$79,5^{+0,015}_{-0,010}$	$79^{+0,015}_{-0,010}$	$78,5^{+0,015}_{-0,010}$	$78^{+0,015}_{-0,010}$

36,2±0,05	36,2 <sup>+0,08</sup>	или	36,5 <sup>+0,08</sup>
-----------	-----------------------	-----	-----------------------

Таблица 1.2 Величины допустимых для ремонта биений средней коренной шейки относительно крайних в зависимости от ремонтного размера

Ремонтный размер	Величина биения, мм
Номинал	0,90
1	0,65
2	0,40
3	0,15

Из всех двигателей КАМАЗА, проходящих капитальный ремонт, износ и другие повреждения поверхности шейки главного и шатунного валов составляет 100%. Доля других дефектов значительно меньше и зависит от общего времени работы коленчатого вала.

После расчета ресурсов на восстановление вала до 4-го ремонтного размера необходимо принять решение о восстановлении коленчатого вала до номинального ремонтного размера.

Коленчатые валы, которые были повторно отполированы до окончательного ремонтного размера и изношены до размера лома, могут быть восстановлены до номинального размера шейки путем нанесения металлической полосы или порошка на изнашиваемую поверхность путем сварки металлической полосы или порошка.

При наличии трещины в шейке коленчатого вала рекомендуется выбросить деталь.

Необходимо выбрать способ восстановления, который будет отвечать таким характеристикам, как высокая производительность, минимальные потери присадочного материала, минимальное тепловое воздействие на деталь и высокий коэффициент долговечности.

## **1.2 Разработка структурной схемы разборки блока цилиндров автомобиля КАМАЗ**

Составление структурной схемы разборки начинают с изделия в сборе, в нашем случае клапана выпускного. Узлы, сборочные единицы и детали заключаются в

прямоугольники, в которых помимо названия указывают номер детали и количество.

От изделия в сборе проводят прямую линию, к которой подводят узлы и детали в порядке их снятия. Заканчивается схема разборки базовым (основным) элементом.

Разборка осуществляется согласно технологических карт и структурных схем разборки агрегата, где указывается строгая последовательность проведения разборочных работ. На разборочных схемах все детали, сборочные единицы представлены в виде прямоугольников, где имеется информация об этих деталях.

1	
2	3

1 – название детали или сборочной единицы;

2 – код детали или сборочной единицы по этому предприятию;

3 - количество использованных деталей.

При разработке структурной схемы разборки, определении основной базовой части, начинается разборка. Правильно спроектированный процесс разборки должен обеспечивать минимальные затраты ручного труда на выполнение монтажных работ и максимальную возможность использования механизированного и автоматизированного инструмента. Организация демонтажных работ во многом зависит от организации производственного процесса предприятия (тупиковый, проточный узел, сквозной). В связи с этим разборка может осуществляться централизованным методом (тупиковый) и дифференциальным методом (поточно-узловой).

Разборка может осуществляться на неподвижных постах и на подвижных конвейерах.

Для разборки применяются оборудования и инструменты: стенд опрессовочный КИ-15742; переносной гидравлический пресс-съемник; гайковерты; универсальный съемник; динамометрический ключ.

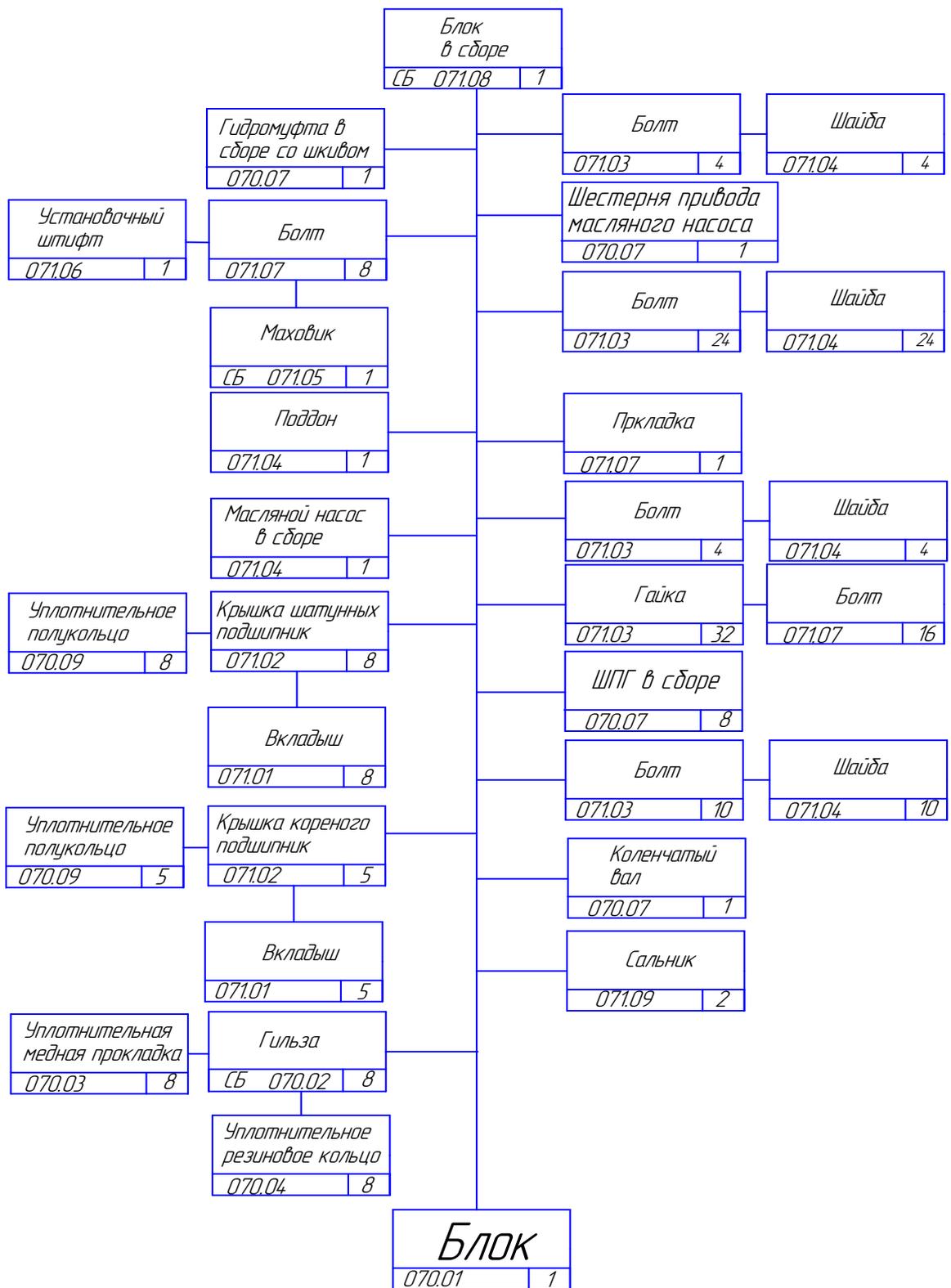


Рисунок 1.3 - Структурная схема разборки блока цилиндров автомобиля КАМАЗ.

### **1.3 Обоснование необходимости модернизации сварочной головки базовой установки электроконтактной приварки**

В целях уменьшения вспомогательного времени на выполнение операций по восстановлению деталей машин, была модернизирована сварочная головка базовой установки электроконтактной приварки 011-01-02.

Как известно, для восстановления коленчатого вала сварочный ролик-электрод необходимо перемещать от одной восстановленной шейки коленчатого вала к следующей восстановленной шейке. Как видно, для восстановления электроконтактной сварки, установленной на коленчатом валу, требуется больше времени и труда для перемешивания восстановленного сварочного ролика с одной поверхности на другую, что непосредственно влияет на производительность труда. Поэтому необходимо внедрять в ремонтное производство новые приборы и приспособления, что способствует увеличению вспомогательного времени и производительности труда.

Мы предлагаем модернизацию сварочной головки. Устройство предназначено для подачи роликовой головки к восстановленной детали перед процессом электроконтактной сварки. В результате расширяются технические возможности установки и значительно сокращается время перемещения сварочной головки на следующую восстановительную поверхность. Устройство также улучшает условия труда рабочих и может быть изготовлено в условиях нашей компании. Модернизированная сварочная головка, имеет ряд преимуществ:

Уменьшение времени для перемещения сварочной головки на следующую поверхность восстановления;

Универсальность технологии, т.е. могут устанавливаться детали различных форм для приварки;

Большая производительность – требуется незначительное время на их переналадку.

Целью разработки конструкции является повышение производительности работ при восстановлении коленчатых валов за счет уменьшения вспомогательного времени и повышения производительности труда.

## **2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **2.1 Обоснование необходимости проектирования**

Коленчатый вал – это одна из основных и ответственных деталей кривошипно-шатунного механизма двигателя. Из конструкторско-технологической характеристики детали следует, что коленчатый вал является сложной с конструктивной стороны деталью, отличающейся металлоемкостью и значительной стоимостью. К коленчатому валу предъявляют требования наиболее полной статической и динамической уравновешенности, высокой прочности, жесткости и отсутствия опасных изгибающих напряжений.

Наиболее часто встречающимися дефектами являются износ коренных и шатунных шеек. Остальные дефекты встречаются реже. Из анализа износного состояния валов, взятых из ремонтного фонда предприятия, выявлено, что требуют восстановления более 60% валов от общего количества валов, поступающих в ремонт. Внедрение технологии восстановления позволит еще более полно использовать остаточный ресурс деталей.

Наибольшее количество двигателей, установленных на грузовой автотранспорт предприятия, имеют марки КАМАЗ. Коленчатые валы двигателей выполнены аналогичной конструкцией, отличаются только количеством коренных и шатунных шеек. В связи с этим выбор способа, разработка технологии и на основании этого проектирование участка восстановления коленчатых валов является актуальным в плане снижения себестоимости ремонта двигателей.

### **2.2 Расчет годовой программы участка восстановления коленчатых валов**

Годовой объем работ по восстановлению отдельных деталей определяют исходя из числа капитальных ремонтов машин и их составных частей, т.е. по формуле [ ]:

$$A_B = K_K \cdot n \cdot H_B, \quad (2.1)$$

где  $K_K$  – число капитальных ремонтов машин определенной марки или их составных частей, в которых установлена данная деталь;

$n$  – количество восстанавливаемых деталей определенного наименования на одной машине;

$H_B$  – коэффициент восстановления деталей данного наименования;

Число капитальных ремонтов двигателей для нужд капитального и текущего ремонта определим по формуле [ 1 ]:

$$K_a = N \cdot \Pi_1 \cdot \Pi_2 (O_k + O_T), \quad (2.2)$$

где  $N$  - число машин данной марки;

$\Pi_1$  - поправочный коэффициент к среднегодовому коэффициенту охвата капитальным ремонтом, учитывающий зональные условия эксплуатации;

$\Pi_2$  - поправочный коэффициент, учитывающий средний возраст машин [ 1 ];

$O_k$  - коэффициент охвата капитальным ремонтом машин данной марки;

$O_T$  - коэффициент охвата текущим ремонтом [ 1 ].

Произведем расчеты по вышеуказанной методике для автомобилей и тракторов.

Расчет количества капитальных ремонтов двигателей приведем в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Годовая программа ремонта двигателей

Марки машин	Кол-во машин, шт.	Коэффициент охвата капитальным ремонтом, $O_k + O_T$	Поправочные коэффициенты		Количество ремонтов, $K_a^{об}$
			$\Pi_1$	$\Pi_2$	
МАЗ	80	0,3	0,9	0,7	15
КАМАЗ	220	0,3	0,9	0,7	42
УРАЛ	130	0,3	0,9	0,7	25
Трактора	32	0,27	0,93	0,7	6
Итого:					88

Для определения годовой программы участка восстановления деталей наплавкой в чел.-ч., определим трудоемкость восстановления одной детали, к которой приведем остальные. В качестве детали приведения выбираем коленчатый вал КАМАЗ, для которого разработана технология восстановления. По данным таблицы 2.1 в ремонтной мастерской будет ремонтироваться 88 двигателей. Пользуясь формулой (2.1) определим количество восстанавливаемых коленчатых валов. Коэффициент восстановления коленчатого составляет 0,58...0,7. Принимаем для условий мастерской  $Hв=0,7$ , тогда:

$$A_B = 88 \cdot 1 \cdot 0,7 = 62 \text{ шт.}$$

С учетом того, что восстановление коленчатых валов является востребованным, окончательно годовую программу участка принимаем с коэффициентом дополнительной загрузки за счет сторонних организации в количестве 100 единиц.

Таким образом, на проектируемом участке будет восстанавливаться 100 коленчатых валов приведенных к КАМАЗ.

### 2.3 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени

Проект участка по восстановлению коленчатых валов планируется в течение года при односменном режиме работы и двух выходных днях в неделю.

Годовой номинальный ( $\Phi_{нр}$ ) и действительный ( $\Phi_{до}$ ) фонды времени рабочих в часах рассчитываются по формулам:

$$\Phi_{нр} = (d_k - d_b - d_{п}) \cdot t_{см} - d_{пп}, \text{ ч} \quad (2.4)$$

$$\Phi_{др} = (d_k - d_{п} - d_{п} - d_o) \cdot t_{см} \cdot k - d_{пп} \cdot k, \text{ ч} \quad (2.5)$$

где  $d_k$  – число календарных дней,  $d_k=365$  дней;

$d_b$  – число выходных дней,  $d_b=105$  дней;

$d_{п}$  – число праздничных дней,  $d_{п}=12$  дней;

$d_{пп}$  – число предпраздничных дней,  $d_{пп}=4$  дня;

$t_{см}$  – продолжительность рабочей смены,  $t_{см}=8$  часов.

$d_o$  – продолжительность отпуска в днях,  $d_o = 30$  дней;

$k$  – коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени по болезни и другим уважительным причинам, принимаем  $k = 0,96$ .

Для условий работы на 2007 г. фонд времени рабочего:

$$\Phi_{НР} = (365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4 = 1980 \text{ ч}$$

$$\Phi_{ор} = (365 - 105 - 12 - 30) \cdot 8 \cdot 0,96 - 4 \cdot 0,96 = 1670,5 \text{ ч}$$

Годовой фонд времени участка:

$$\Phi_{уч} = [(d_K - d_B - d_{п}) \cdot t_{см} - d_{пп}] \cdot n, \text{ ч} \quad (2.6)$$

$$\Phi_{уч} = [(365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4] \cdot 1 = 1980 \text{ ч}$$

Годовой фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{до} = [(d_K - d_B - d_{п}) \cdot t_{см} - d_{пп}] \cdot n \cdot k_o, \text{ ч} \quad (2.7)$$

где  $k_o$  – коэффициент, учитывающий простои оборудования при ТО и ремонте,  $k_o = 0,92 \dots 0,96$ .

$$\Phi_{до} = [(365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4] \cdot 1 \cdot 0,94 = 1861 \text{ ч}$$

## 2.4 Расчет потребности штата участка

Явочное ( $P_{яв}$ ) и списочное ( $P_{сп}$ ) количество рабочих определяется по формулам:

$$P_{яв} = \frac{T_z}{\Phi_{нр} \cdot k}, \text{ чел.} \quad (2.8)$$

$$P_{сп} = \frac{T_z}{\Phi_{ор} \cdot k}, \text{ чел.} \quad (2.9)$$

где  $T_z$  – годовой объем работы участка;

$k$  – коэффициент выполнения нормы выработки,  $k=0,9$ .

$$T_z = N \cdot n_{ед}, \text{ час} \quad (2.10)$$

где  $N$  – годовая программа,  $N=100$  шт;

$n_{ед}$  – норма времени на единицу продукции,  $n_{ед}=5,5$  ч.

По формуле (2.7):

$$T_2 = 100 \cdot 5,5 = 550 \text{ часов}$$

По формуле (2.5):

$$P_{яв} = \frac{550}{1980 \cdot 0,9} = 0,31 \text{ чел.}$$

Принимаем  $P_{яв}=1$  чел.

По формуле (2.6):

$$P_{сп} = \frac{550}{1670,5 \cdot 0,9} = 0,37 \text{ чел.}$$

Принимаем  $P_{сп}=2$  чел. – 1 наплавщик и 1 шлифовщик.

Количество вспомогательных рабочих определяется из соотношения:

$$P_{всп} = (0,1 \dots 0,15) \cdot P_{сп}, \text{ чел.} \quad (2.11)$$

$$P_{всп} = 0,15 \cdot 2 = 0,3$$

Принимаем  $P_{всп}=1$  чел. на 0,5 ставки производственного рабочего.

## 2.5 Расчет и выбор технологического оборудования

Расчет и выбор потребного оборудования ведется по данным технологического процесса.

Годовой объем наплавочных работ:

$$T_{Гнап} = N_{нап} \cdot n_{ед.нап}; \quad (2.12)$$

где  $N_{нап}$  – годовая программа восстановления коленчатых валов,  $N_{нап}=100$  шт;  
 $n_{ед.нап}$  – норма времени на наплавку одного коленчатого вала, принимаем  $n_{ед.нап} = 1,13$  ч.

$$T_{Гнап} = 100 \cdot 1,13 = 113 \text{ ч}$$

Количество коленчатых валов, наплавляемых в день одной установкой У-653, определяется по формуле:

$$K_H = 8 / n_{ед.нап}; \quad (2.13)$$

$$K_H = 8 / 1,13 = 7 \text{ шт.}$$

Соответственно в год одной установкой:

$$\Gamma_H = 250 \cdot 7 = 1750 \text{ шт.}$$

Для программы в 100 валов, подлежащих восстановлению достаточно одной установки У-653.

Годовой объем шлифовальных работ.

$$T_{\text{ГШ}} = N_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ед.ш}}; \quad (2.14)$$

где  $T_{\text{ГШ}}$  – годовой объем шлифовальных работ, ч;

$N_{\text{ш}}$  – годовая программа, шт;

$n_{\text{ед.ш}}$  – норма времени на шлифование одного коленчатого вала,  $n_{\text{ед.ш}} = 1,95$  ч.

$$T_{\text{ГШ}} = 100 \cdot 1,95 = 195 \text{ шт.}$$

Количество валов обрабатываемых одним шлифовальным станком в день:

$$K_{\text{Ш}} = 8 / n_{\text{ед.ш}}; \quad (2.15)$$

$$K_{\text{Ш}} = 8 / 1,95 = 4,1 \text{ шт.}$$

Следовательно в год:

$$\Gamma_{\text{Ш}} = 250 \cdot K_{\text{Ш}}; \quad (2.16)$$

$$\Gamma_{\text{Ш}} = 250 \cdot 4,1 = 1025 \text{ шт.}$$

Принимаем один круглошлифовальный станок 3А423.

Годовой объем сверлильных работ:

$$T_{\text{Гс}} = N_{\text{с}} \cdot n_{\text{ед.с}}; \quad (2.17)$$

где  $n_{\text{ед.с}}$  – норма времени на раззенковку отверстий одного коленчатого вала, ч.

$$T_{\text{Гс}} = 100 \cdot 0,31 = 31 \text{ ч.}$$

Количество валов обрабатываемых в день:

$$K_{\text{с}} = 8 / 0,31 = 25,8 \text{ шт.}$$

Соответственно за год одним станком:

$$\Gamma_{\text{с}} = 250 \cdot K_{\text{с}}; \quad (2.18)$$

$$\Gamma_{\text{с}} = 250 \cdot 25,8 = 6450 \text{ шт.}$$

Достаточно одного станка 2А135.

Годовой объем термомеханических работ:

$$T_{ГТ} = N_T \cdot n_{ед.т}; \quad (2.19)$$

где  $n_{ед.т}$  – норма времени на термомеханическую обработку одного коленчатого вала, ч.

$$T_{ГТ} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ ч.}$$

Количество валов обрабатываемых в день:

$$K_T = 8 / 1 = 8 \text{ шт.}$$

Следовательно в год одной установкой:

$$Г_T = 250 \cdot K_T; \quad (2.20)$$

$$Г_T = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ шт.}$$

Необходимое количество установок:

$$K_{ус} = T_{ГТ} / Г_T; \quad (2.21)$$

$$K_{ус} = 100 / 2000 = 0,02 \text{ шт.}$$

Достаточно одной установки.

Годовой объем моечных работ:

$$T_{ГМ} = N_M \cdot n_{ед.м}; \quad (2.22)$$

где  $n_{ед.м}$  – норма времени на мойку одного коленчатого вала, ч.

$$T_M = 100 \cdot 0,13 = 13 \text{ ч.}$$

Количество валов обрабатываемых в день:

$$K_M = 8 / 0,13 = 61 \text{ шт.}$$

Следовательно в год одной моечной машиной:

Достаточно одной моечной машины ОМ-3600.

Годовой объем балансировочных работ:

$$T_{Гб} = N_б \cdot n_{ед.б}; \quad (2.23)$$

где  $n_{ед.б}$  – норма времени на балансировку одного коленчатого вала, ч.

$$T_{Гб} = 100 \cdot 0,17 = 17 \text{ ч.}$$

Количество валов подлежащих балансировке в день:

$$K_б = 8 / 0,17 = 47 \text{ шт.}$$

Соответственно в год одной балансировочной машиной:

$$Г_б = 250 \cdot K_б; \quad (2.24)$$

$$Гб = 250 \cdot 47 = 11797 \text{ шт.}$$

Достаточно одной балансировочной машины.

С учетом проведенных расчетов принятое оборудование заносим в ведомость (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Ведомость оборудования участка

Наименование, тип или модель оборудования	Количество, шт	Характеристика и габариты, мм	Номинальная мощность, кВт		Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>
			на единицу	всего	
1	2	3	4	5	6
Стол контролера ОРГ-1468-01-090А	1	2400x800x800	-	-	1,92

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060	1	1200x800x805	-	-	0,96
Наплавочный станок У-653М	1	2720x1300x3010	6,4	6,4	3,54
Выпрямитель ВДУ-506	1	800x610x1040	40	40	0,49
Шкаф управления	1	650x450x1650	-	-	0,30
Специализированный круглошлифовальный станок 3А423	1	4600x2100x1580	10,22	10,22	9,66
Наплавочная установка 011-1-02Н	1	2970x1210x1320	6,72	6,72	3,60
Компрессор ГСВ-0,6/8	1	1900x462x1280	4,5	4,5	0,88
Пресс гидравлический Оп-12600	1	1250x830x2200	3,0	3,0	1,04

Вертикально-сверлильный станок 2А135	1	1240x810x2500	4,0	4,0	1,00
Балансировочная машина КИ-4274	1	2580x730x1200	2,0	2,0	1,88
Шкаф для инструмента ОРГ-5126	1	1600x430x1900	-	-	0,69
Стеллаж для коленчатых валов ОРГ-1468-05-280	2	1400x500x2365	-	-	0,70
Ящик для песка ОРГ-1468-03-320	1	500x400x1000	-	-	0,20
Кран-балка подвесная	1	Q = 0,5 т	1,8	1,8	-
<b>Итого:</b>				<b>78,64</b>	<b>26,86</b>

## 2.6 Обоснование производственной площади и компоновка участка восстановления

Производственная площадь участка по восстановлению коленчатых валов находится по формуле:

$$F = F_0 \cdot k; \quad (2.25)$$

где  $F_0$  – площадь, занимаемая оборудованием,  $m^2$ ;

$k$  – переходный коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проезды и проходы, для проектируемого участка  $k = 3,5 \dots 4,5$ .

$$F = 26,86 \cdot (3,5 \dots 4,5) = 94 \dots 121 \text{ м}^2.$$

Окончательное проектное решение данного участка представлено на листе А1 в графической части проекта. Площадь участка составила  $108 \text{ м}^2$ .

## 2.7 Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала двигателя КАМАЗ

### 2.7.1 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления коленчатого вала КАМАЗ

После выбора рационального способа восстановления детали - шлифование до ремонтного размера, определяем порядок выполнения шлифования с использованием токарно-винторезного станка -1 К 62 Б.

Контрольная операция записывается в конце технологического процесса.

В маршрутной карте обязательно нужно указать номер по каталогу, наименование, материал (СТ 42 ХМФА ТУ 14-1-5083-91), также указываем размер и массу восстанавливаемой детали (69,5 кг).

Карта шлифования содержит следующие данные: наименование детали и номер детали по каталогу, перечень оборудования по шлифовке, приспособления и инструменты (см. МК).

Технологический процесс восстановления не включает в себя операции по устранению трещин, так как такие детали выбраковываются при наличии дефекта.

При восстановлении коленчатого вала восстановительные операции идут первыми, а окончательными идут обработка шлифованием.

Оценка необходимости количества времени и требуемой квалификации рабочего для выполнения заданной работы нужно для правильной оплаты труда рабочего. Данные технического нормирования служат основой для определения трудоемкости процесса, среднего разряда и соответственно восстановления.

Первая операция технологического процесса моечная. Промываем деталь моечным раствором МС – 18, концентрации 15 г/л в моечной ванне ОМ-14251Г при помощи щетки и ветоши. При этом температура моечного раствора  $80 \pm 5^\circ\text{C}$ . Нужно следить за тем, чтобы на детали не было остатков масла и грязи.

Следующая операция дефектовочная. Производится визуальный осмотр. С помощью Гладкий микрометр МК-100 замеряем диаметры  $D$  коренных и шатунных шеек. С помощью установок ДУК – 66П или ПМД – 70 производится проверка на наличие дефектов в виде трещин, в том числе – скрытых. Все измерения проводятся на дефектовочном столе.

Операция шлифовальная. Производится шлифование шеек коленчатого вала для выведения следов задиров, неравномерного износа, а также для исправления

нарушенной геометрии шеек(конусность, овальность, корсетность и т.д). Шлифование производится на кругло шлифовальном станке 3А423, обработка ведется кругами ПП900х36,8х305.

Операция контрольная. Производится проверка размеров и шероховатости шатунных и коренных шеек, радиусов галтелей, проверяется биение коленчатого вала, а при шлифовании на 3 и 4-ый ремонтные размеры проверяют твердость поверхности шеек.

Таблица 2.3 – Последовательность операций по восстановлению.

Операции	Оборудование	Приспособления инструмент
005 Моечная	Моечная машина ОМ-14251Г.	
010 Шлифование	Токарно-винторезный станок -1 К 62 Б	ПТ-1468-11-710
015 Контрольная	Контрольный стол	Гладкий микрометр МК-100

### 2.7.2 Технология и режимы шлифования

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей при шлифовании могут быть применены следующие растворы:

-1,2% эмульсола или специальной пасты и 0,5-0,8% кальцинированной соды (или тринатрийфосфат);

-2% эмульсола или специальной пасты и 0,25% нитрат натрия;

2-3% кальцинированной соды и незначительное количество мыла.

Шейки коленчатого вала шлифуют при следующих режимах (таблица 3.2).

Таблица 2.4 - Режимы шлифования коленчатого вала

Вид обработки	Черновое шлифование	Чистовое шлифование
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	25-30	25-30
Окружная скорость обрабатываемого изделия,		

м/мин	12-15	15-25
Поперечная подача (глубина резания), мм/об	0,025-0,03	0,005-0,010
Поперечная подача при врезном шлифовании, мм/об	0,02-0,07	-
Продольная подача в долях ширины круга на один оборот изделия	0,3-0,7	0,2-0,3

### 2.7.3 Разработка операционной технологии шлифования шеек коленчатого вала

1. После электроконтактной приварки порошково-полимерной ленты определяем припуск на окончательное шлифование.

Размеры шеек после приварки:

- коренных шеек  $\varnothing 94,95 \dots 94,90$  мм;
- шатунных шеек  $\varnothing 79,95 \dots 79,90$  мм.

Припуск на шлифование равен:

$$Z = (94,95 \dots 94,90) - 94,95 / 2 = 0,22 \dots 0,20 \text{ мм.} \quad (3.3)$$

2. Определяем глубину резания  $t$  (поперечную подачу) или толщину слоя металла снимаемого за один проход шлифовального круга. Принимаем  $t=0,010$  мм/об.

3. Определяем продольную подачу  $S_{пр}$  в долях ширины шлифовального круга  $B_k$ :

$$S_{пр} = (0,2 \dots 0,4) B_k = (0,2 \dots 0,4) 32 = 6,4 \dots 12,8 \text{ мм/об.} \quad (3.4)$$

Принимаем  $S_{пр} = 10$  мм/об.

4. Определяем число проходов, необходимых для снятия припуска

$$i = z/t = 0,22/0,010 = 22 \text{ прохода}$$

5. Окружную скорость шлифовального круга принимаем по выбранному кругу равную  $V = 35$  м/с. Принимаем марку шлифовального круга 14А40ПС26К5 2кл., ПП900х36,8х305 /9/.

6. Окружная скорость шлифуемой поверхности шеек рекомендуется – коренных – 18...25 м/мин., шатунных – 7...12 м/мин. Принимаем  $V_{кор} = 20$  м/мин.,  $V_{шат} = 10$  м/мин.

Определяем частоту вращения коленчатого вала по формуле:

$$n_{кв} = 1000 V_{кв}/\pi D, (\text{мин}^{-1}) \quad (3.5)$$

для коренных шеек  $n_{кв} = 1000 \cdot 20 / 3,14 \cdot 95 = 67 \text{ мин}^{-1}$ ;

для шатунных шеек  $n_{шат} = 1000 \cdot 10 / 3,14 \cdot 80 = 40 \text{ мин}^{-1}$ .

Принимаем по паспорту станка 3А423 ближайшие значения:

для коренных шеек  $n_{кор} = 65 \text{ мин}^{-1}$ ;

для шатунных шеек  $n_{шат} = 40 \text{ мин}^{-1}$ .

8. Определяем норму штучного времени для шлифования шеек коленчатого вала:

$$T_{шт} = T_0 + T_{вс} + T_{об} + T_{от}, (\text{мин}), \quad (3.6)$$

где  $T_{шт}$  – основное время на шлифование, мин.;

$T_{вс}$  – вспомогательное время, мин.;

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

$T_{от}$  – время на отдых и личные потребности, мин.

Основное время шлифования определяем по формуле:

$$T_0 = (L \cdot i \cdot K) / n \cdot S_{пр}, (\text{мин}), \quad (3.7)$$

где  $L$  – длина шлифуемой поверхности, мм;

$i$  – число проходов;

$K$  – коэффициент зачистных проходов ( $K = 1,2 \dots 1,3$ );

$n$  – частота вращения детали,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$S_{пр}$  – продольная подача, мм/об.

Для шлифования коренных шеек:

$$T_0 = (70 \cdot 22 \cdot 1,2) / (65 \cdot 10) = 2,84 \text{ мин.}$$

Для шлифования шатунных шеек:

$$T_0 = (70 \cdot 22 \cdot 1,2) / (42 \cdot 10) = 4,4 \text{ мин.}$$

В соответствии с рекомендациями, принимаем  $T_{вс} = 3,6 \text{ мин.}$

Сумма  $T_{об}$  и  $T_{от}$  называется дополнительным временем. Дополнительное время определяется по формуле:

$$T_{доп} = 0,09 T_{оп}, (\text{мин}) \quad (3.8)$$

где  $T_{оп} = T_0 + T_{вс} = 2,84 + 3,6 = 6,44 \text{ мин.}$ ,

тогда:  $T_{доп} = 0,58 \text{ мин.}$  – коренных шеек;

$T_{доп} = 0,72 \text{ мин.}$  – шатунных шеек.

Штучное время для коренных шеек  $T_{шт} = 2,84 + 3,6 + 2 \cdot 0,58 = 7,6$  мин.

Штучное время для шатунных шеек  $T_{шт} = 4,4 + 3,6 + 2 \cdot 0,72 = 9,44$  мин.

Подготовительно – заключительное время принимаем  $T_{п.з.} = 16$  мин.

## 2.8 Разработка операционной технологии накатки галтелей шатунных шеек коленчатого вала

Режим сглаживающе- упрочняющей обработки

- Марка токарного станка - 163
- Скорость обработки - 100 м/мин.
- Продольная подача - 0,18 мм/ об.
- Число проходов - 1
- Усилие деформирования - 200.. 300 кгс
- Толщина снимаемого слоя - 0,005 мм (на диаметр)

Определяем норму штучного времени для накатки шатунных шеек коленчатого вала

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{доп}, \text{ (мин.)} \quad (3.9)$$

где  $T_o$ - основное время на накатку, мин.;

$T_{вс}$ - вспомогательное время, мин.;

$T_{доп}$  - дополнительное время состоит из  $T_{об}$  и  $T_{ст}$ , мин.

По следующей формуле определяем основное время накатки:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot L \cdot i}{1000 \cdot V \cdot S}, \text{ (мин.)} \quad (3.10)$$

где  $d$ - диаметр обрабатываемой детали, мм;

$L$ - длина обрабатываемой поверхности детали, мм;

$i$  - число проходов;

$V$  - скорость обработки м/мин.;

$S$ - продольная подача, мм/ об.

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 70 \cdot 1}{1000 \cdot 100 \cdot 0,18} = 0,98 \text{ мин.}$$

Для всех галтелей  $T_o = 7,84$  мин.

$T_{всн} = 1,9$  мин.

$$T_{доп} = 0,09 \cdot T_{он}, \text{ (мин)} \quad (3.11)$$

где  $T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{вс}} = 7,84 + 1,9 \text{ мин.}^{-1}$ ,

Тогда:  $T_{\text{доп}} = 0,88 \text{ мин.}$

$T_{\text{шл}} = 7,84 + 1,9 + 0,88 = 10,62 \text{ мин.}$

## **2.9 Охрана окружающей среды**

Многие виды загрязнения, такие как загрязнение воды, шумовое загрязнение, тепловое загрязнение и загрязнение воздуха. Загрязнение воздуха можно считать одной из главных опасностей для здоровья человека. Загрязнение воздуха вызвано увеличением количества транспортных средств, используемых людьми. Когда количество транспортных средств увеличивается, соответственно увеличивается и расход топлива. Отсутствие источника бензина приводит к тому, что цены время от времени растут. Выбросы транспортных средств приводят к тому, что окружающая среда сталкивается с серьезными уровнями загрязнения воздуха.

## **2.10 Физическая культура на производстве**

Физическая культура на рабочем месте является важным фактором ускорения научно-технического прогресса и повышения производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование важных сторон личности, способствующие развитию у нее спортивных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. Для этого используются следующие методы и приемы развития физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;

- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Спорт на работе должен включать в себя разнообразные упражнения для поддержания здоровья человека, психического здоровья и улучшения физических способностей. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение важных и профессиональных целей личности.

### **3 РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ**

#### **3.1 Устройство и принцип работы**

Общее устройство.

Сварочный узел установки - головка модернизированная установки электроконтактной приварки 011-1-10 состоит из следующих основных систем, узлов и деталей: роликовой головки 1; стойки 2; корректора роликового 5; водила 4; тележки роликовой 6; плиты подвижной 16; плиты неподвижной 17; системы пневмообеспечения, энергоснабжения и охлаждения.

Головка модернизированная устанавливается на суппорт серийной установки 011-1-10 и крепится винтами 20.

Роликовая головка предназначена для прижатия присадочного материала и подвода сварочного тока через сварочный контур к восстанавливаемой поверхности, а также передачи усилия прижатия от пневмоцилиндров к роликам-электродам. Состоит из двух роликов -электрода, двух кронштейнов, пластин, оси, втулки.

Трубка вворачивается в ось и выводится на поверхность ролика-электрода. По трубке поступает охлаждающая вода.

В качестве материалов для роликов-электродов используют специальные медные сплавы. Наилучшим материалом является бронза Бр.НБТ, а наиболее универсальный - бронза Бр.ХКд -0,5...0,3. Можно использовать также бронзы Бр.Х и Вр.ХЦр -0,6...0,05.

Стойка 2, соединенная с кронштейнами 7 и шарнирно с пневмоцилиндрами 35 и замыкающаяся двумя роликовыми головками 1 на детали, образует рычажную систему и осуществляет передачу усилия на сварочные ролики.

Кронштейны 7 могут одновременно перемещаться и регулировать расхождение роликовых головок параллельно друг другу в диапазоне от 0 до

70 мм при помощи передачи винт-гайки при вращении диска и при использовании рычажной системы охватывать детали диаметром до 100 мм.

Конструкция кронштейнов и оси позволяют фиксировать сварочные ролики с интервалом 90°.

Пневмоцилиндр 34 предназначен для подвода роликовой головки к наплавляемой детали в процессе наплавки. После окончания наплавки пневмоцилиндр отводит роликовую головку от детали.

Пневмоцилиндр крепится неподвижно к неподвижной плите 17. На шток цилиндра насаживается водило 4, которое через поводок крепится к подвижной плите 16.

Управление пневмоцилиндром производится трёхходовым краном, который устанавливается дополнительно на пневмопанели установки 011-1-10.

На подвижную плиту устанавливается кронштейн 10 с роликовыми головками 1 и крепится стойка 2.

Тележка роликовая 6 предназначена для перемещения подвижной плиты 16 по неподвижной 17. Тележка состоит из корпуса, который крепится винтами к подвижной плите. В корпус устанавливаются две оси с роликами. Ролики обеспечивают легкое перемещение подвижной плиты, с установленными на ней сборочными единицами.

Для исключения опрокидывания подвижной плиты с установленными на ней узлами и задания ей направленного движения на неподвижную плиту 7 крепится корректор роликовый 5.

Корпус корректора винтами крепится к неподвижной плите. В корпусе устанавливается ось с роликом. Для регулирования зазора между подвижной и неподвижной плитами и легкости хода подвижной плиты служат регулировочные пластины, которые устанавливаются между корпусом и неподвижной плитой.

При работе головки универсальной используется система пневмообеспечения установки 011-1-10.

Дополнительно в пневмосистему установки подключают кран трёхходовой для управления цилиндром перемещения подвижной плиты, редуктор низкого давления, пневмоцилиндр 2011-100-300, пневмодроссель с обратным клапаном, которые образуют функциональную линию подвижной плиты головки 1. Для функционирования роликовой головки (обжатие и отжатие роликов) дополнительно к стойке устанавливается второй пневмоцилиндр 2011-10x75. Два пневмоцилиндра линии роликовой головки соединяются с обратным клапаном.

Давление воздуха в функциональной линии подвижной плиты регулируется редуктором низкого давления, подключенным к общей системе пневмообеспечения после маслораспылителя.

Пневмоцилиндры роликовой головки 1 подключаются к общей системе пневмообеспечения и их работа функционируется пневмоклапаном редукционным и пневмораспределителем. Управление пневмоцилиндрами роликовой головки выведено на пульте управления установки.

Пульт управления установлен на тележке и служит для размещения органов управления установки.

На лицевую панель пульта выведены:

- кнопка УСТАНОВКИ откл. - для аварийного отключения установки;
- кнопка БЫСТРО - для ускоренного перемещения тележки;
- кнопка ВЛЕВО - для левого перемещения тележки;
- кнопка ВПРАВО - для правого перемещения тележки;
- кнопка СТОП - для остановки тележки;
- переключатель ММ/МИН - для регулирования скорости перемещения тележки;
- кнопка КЛЕЩИ - для включения прижима клещей;
- кнопка СТОП - для отключения прерывателя и прижима клещей;
- кнопка ПРЕРЫВАТЕЛЬ - для включения сварки;
- переключатель ОБ/МИН - для регулирования частоты вращения шпинделя;

- кнопка СТОП - для отключения вращения;
- кнопка НАЗАД - для включения вращения шпинделя назад;
- кнопка ВПЕРЕД - для включения вращения шпинделя вперед;
- лампа СЕТЬ - для сигнализации подачи напряжения.

Работа пневмосистемы установки с модернизированной роликовой головкой производится следующим образом;

- переключателем трёхходового крана, установленного на пневмопанели установки отводится в "заднее" нерабочее положение подвижная плита с роликовой головкой;

- на центросместители» установленные в патроне и в заднем вращающемся центре, установки устанавливается коленчатый вал и закрепляется винтами;

- проверяется биение наплавленной поверхности вала;

- переключение трехходового крана роликовая головка подводится "вперед" в рабочее положение;

- в наладочном режиме устанавливается режим приварки (давление воздуха в пневмосистеме, и, соответственно на роликовые головки - "усилие прижима клещей", частота вращения шпинделя, скорость перемещения тележки);

- устанавливаются электрические параметры приварки на прерывателе ПЕЛ-200;

- установив на восстанавливаемую поверхность детали привариваемый материал включают кнопку КЛЕЩЕЙ;

- роликовые головки при заданном усилии прижима обжимают наплавленную деталь;

- включают кнопку ВЛЕВО или ВПРАВО (для заданного направления перемещения тележки);

- включают кнопку ВПЕРЕД или НАЗАД (для заданного направления вращения шпинделя);

- включают кнопку ПЕРЕРЫВАТЕЛЬ для включения сварки. При включении кнопки ПЕРЕРЫВАТЕЛЬ блокируются все выше названные кнопки и начинается автоматический режим сварки.

- по окончании процесса сварки включается кнопка СТОП -для отключения прерывателя и прижима клещей, далее включается кнопка СТОП - для отключения вращения;

- переключением трёхходового крана на пневмопанели роликовая головка отводится в заднее положение.

При включении цепи электрического тока (включение кнопки ПЕРЕРЫВАТЕЛЬ) напряжение на сварочный ролик головки передаётся через электрод от токоподводящей оси в резьбовое отверстие которого, ввертывается токоподводящая шина, соединенная со вторичной обмотки трансформатора.

Внутри осей сварочная роликов, а также электрода, токоподводящей оси имеются каналы для циркуляции охлаждающей воды. Приварка ленты на поверхность детали производится методом электроконтактной приварки.

Приварка осуществляется импульсами тока определенной длительности и силы. Регулирование времени прохождения электрического тока, и паузы, изменение величины сварочного тока производится с помощью прерывателя типа ПСЛ-200.

При продольной подаче сварочной головки и вращении шпинделя сварочные ролики клещей под давлением обкатывают поверхность шейки вала и производят электроконтактную приварку порошково-полимерной ленты.

При расположении роликов в одной плоскости кольцевой шов нужно формировать за 1/2 оборота шпинделя. При включенной продольной подаче сварочной головки каждый электрод производит свой шов по винтовой линии за каждый оборот шпинделя.

Система охлаждения предназначена для охлаждения токоведущих частей сварочного контура, зоны сварки, сварочного трансформатора и прерывателя ПСЛ-200.

Охлаждающая вода собирается в поддоне, установленном на тележке, и сливается через ниппель в канализационную сеть.

### 3.2 Конструктивный расчет сварочной головки установки электроконтактной приварки

#### 3.2.1 Расчет на прочность

Проверочный расчет плит на изгиб. Материал плит СтЗ имеет допустимое напряжение изгиба  $[\sigma_u] = 140 \text{ МПа}$  [ ] при переменной нагрузке, действующей от нуля до максимума и от максимума до нуля. Сравним его с максимальным напряжением возникающим в сечении плит. Должно выполняться условие  $[\sigma_u] < \sigma_{\max}$ .

Найдем максимальное напряжение, для этого найдем наиболее опасное сечение.

Построим эпюру моментов.

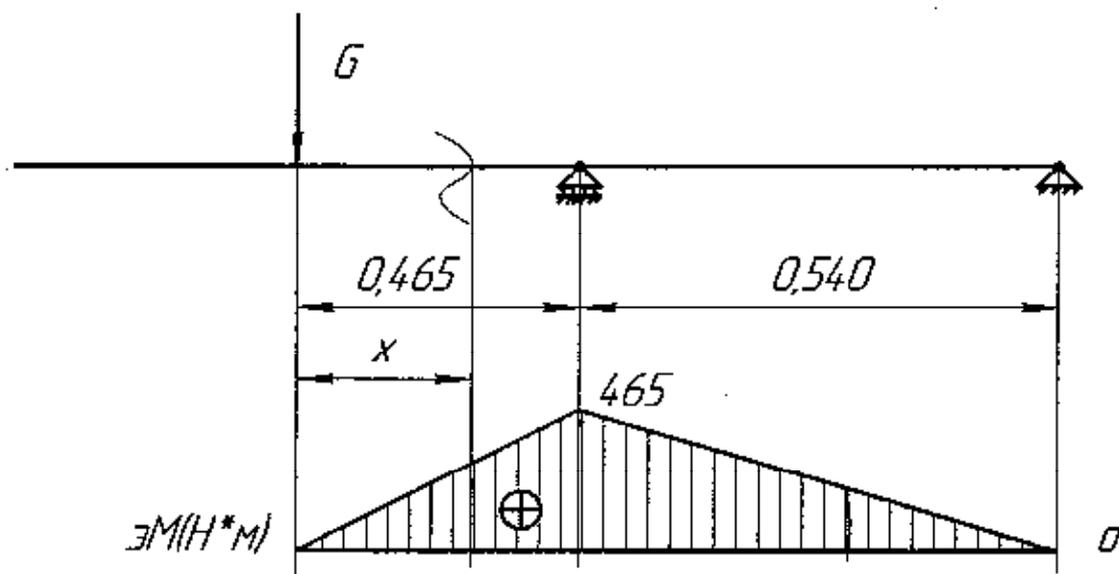


Рисунок 3.1 - Эпюра моментов.

$$M(A) = G \cdot x,$$

(3.1)

$$M_{\max} = G \cdot x_{\max} = 1000 \cdot 0,465 = 465 \text{ Н/м};$$

где  $G$  – эквивалентная поперечная сила, Н;

$x$  – плечо, м.

Находим максимальное сечение и сравниваем его с допустимым.

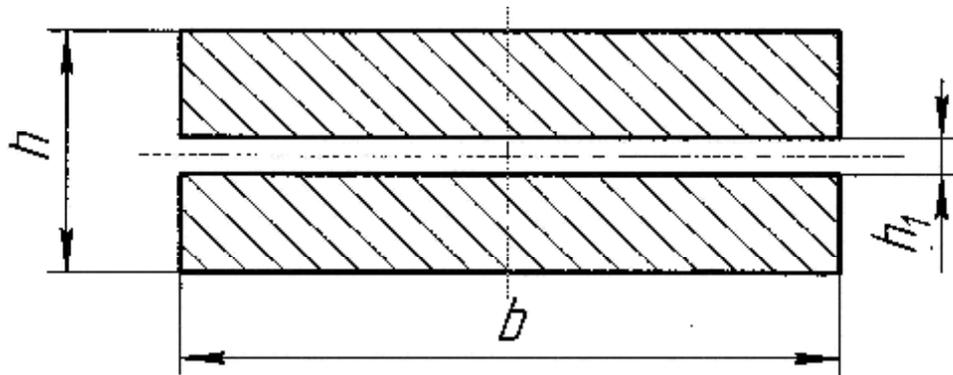


Рисунок 3.2 - Максимальное сечение.

$$I_x = \frac{b \cdot (h^3 - h_1^3)}{12} = \frac{0.514 \cdot (0.027^3 - 0.004^3)}{12} = 0.84 \cdot 10^{-6}; \quad (3.2)$$

где  $I_x$  – осевой момент инерции, м<sup>4</sup>;

$b$  – ширина плит, м;

$h, h_1$  – высота соответственно поперечного сечения и зазора между плитами.

$$W_x = \frac{I_x}{Y_{\max}} = \frac{0.84 \cdot 10^{-6}}{0.0135} = 62.2 \cdot 10^{-6}; \quad (3.3)$$

где  $W_x$  – осевой момент сопротивления сечения, м<sup>3</sup>;

$Y_{\max}$  – максимальное расстояние от оси, м.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{465}{62.2 \cdot 10^{-6}} = 7.5 \text{ МПа}, \quad (3.4)$$

где  $\sigma_{\max}$  – максимальное напряжение, МПа;

$M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент, Н·м.

$7.5 < 140$ , -  $\sigma_{\max} < [\sigma_u]$  выполняется.

### 3.2.2 Расчет пневмоцилиндра

Требуемый диаметр пневмоцилиндра двустороннего действия определяется из следующего выражения: [ ]

$$F_{ц} = \pi/4 \cdot (D_{ц}^2 - d_{ц}^2) \cdot P_{ц} \cdot \eta_{ц}, \quad (3.5)$$

где  $F_{ц}$  - осевое усилие на штоке;

$d_{ц}$  - диаметр штока цилиндра;

$P_{ц}$  - давление в рабочей полости цилиндра;

$\eta_{ц}$  - КПД цилиндра, учитывающий трение,  $\eta_{ц} = 0.8...0.9$ . Давление в рабочей полости цилиндра берется несколько меньше давления в питающей привод сети, для пневмоцилиндра  $P_{ц} = 0.4...0.5$  МПа при давлении в сети 0.63 МПа.

$$F_{ц} = N \cdot k; \quad (3.6)$$

где  $N$  - нормальная нагрузка,  $N = 1000$ Н;

$k$  - коэффициент трения, при скольжении сталь - бронза без смазки  $k = 0.1$ .

$$F_{ц} = 1000 \cdot 0.1 = 100 \text{ Н}$$

$$D_{ц} - d_{ц} = \sqrt{\frac{F_{ц} \cdot 4}{\pi \cdot P_{ц} \cdot \eta_{ц}}} = \sqrt{\frac{100 \cdot 4}{3.14 \cdot 0.45 \cdot 10^6 \cdot 0.85}} = 0.0547 \text{ м} \quad (3.7)$$

Выбираем по ГОСТ 15608 - 70 пневмоцилиндр 2011 - 100x300 ГОСТ 15608 -70 [ ].

### 3.3 Обеспечение безопасности в конструкции

На рабочем месте оператора участка поверхностного упрочнения необходимо иметь стеллаж для приема восстановленных деталей, тумбочку для хранения инструментов и подставку для ног. Контактный электросварочный агрегат предназначен для обслуживания крупногабаритных деталей типа " вал " с наружным диаметром от 10 до 350 мм. Вес обрабатываемых деталей превышает 20 кг, так что на участке для восстановления деталей машин в соответствии с требованиями стандартов по монтажу электроустановок необходимо установить подъемно - транспортное устройство или подвесной кран.

К работе на установке допускаются лица, достигшие возраста 18 лет и начальной подготовки, а также лица, получившие раннюю подготовку на

рабочем месте. Перед началом работ оператор установки должен надеть стандартные средства индивидуальной защиты (спецодежду, ботинки, защитные очки), проверить состояние работы, отдохнуть, встать и подготовиться к работе. Во время работы винтовое соединение верхней и нижней втулок должно быть затянуто с усилием пружины 60 Н. После завершения работ необходимо поставить на монтаж поворот в конце крана в сторону от производственной линии. После деформирования, во избежание ожогов, запрещается снимать нагревательную часть машины, не убедившись, что она остыла.

Сварочная головка электроустановки контактирует со сварочной лентой, предназначенной для восстановления коленчатых валов. Предлагаемая конструкция сварочной головки предназначена для обеспечения возможности восстановления детали непосредственно в процессе контактной электросварки. Поэтому технические возможности установки расширяются. Устройство также улучшает условия труда рабочего и может быть установлено в условиях наших организаций.

Отличительной особенностью этого инструмента является его универсальность, с его помощью можно восстановить не только коленчатые валы автомобиля, любые автомобильные детали можно восстановить электрическим контактом со сваркой стали или порошково-полимерными лентами.

Данная методика выгодно отличается от качественной, технология восстановления на вибрацию носовой части заключается в том, что нет необходимости использовать расходные материалы (различные текучие и шлакообразующие вещества), кроме того, процесс является экологически чистым, так как не выделяет вредных веществ. Технология предусматривает подачу воды и последующее охлаждение сварочного ролика.

Монтаж данной установки планируется в здании ремонтной мастерской. При этом предусматривается заземление установки к имеющемуся контуру на участке восстановления. Присоединение защитного PE-проводника

осуществляется болтом с защитной площадкой, расположенной в доступном месте, с надписью „Земля” (или условным знаком заземления по ГОСТ 2.721-74).

Изоляцию силовой электропроводки считается достаточной, если ее сопротивление между проводом каждой фазы и землей, или между разными фазами на участке, ограниченном последовательно включенными

установочными автоматами или плавкими предохранителями составляет не менее 0,5 МОм. Измерение сопротивления при монтаже установки будет проводиться с помощью мегаомметра М110/М, рассчитанным на напряжение 1000 В.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок сопротивление заземляющего устройства в электроустановках до 1000 В. (установка 01-1-02 рассчитана на напряжение питающей сети 380 В.), должно составлять не более 10 Ом при мощности трансформатора 100кВА и менее (мощность трансформатора ТВК – 75УХЛ4 составляет 75кВА). Сопротивление заземляющих проводников (между корпусом электрооборудования и магистралью заземления) при монтаже установки следует измерять омметром М-372, при этом норма на сопротивление цепи составляет не более 0,1 Ом.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Согласно анализу, производственный план участка ремонта деталей машин является разумным.

2. Выбран режим работы участка, выполнены расчеты персонала, подобран необходимое оборудование и его компоновка, учтена производственная площадь участка и нормы охраны труда.

3. Расчеты показывают, что организация участка по восстановлению изношенных деталей машин экономически целесообразна, поэтому имеет смысл восстанавливать детали других автотранспортных предприятий, эти детали не имеют возможности восстанавливать детали на месте восстановления.

4. Разработана технология восстановления коленчатых валов автомобилей КамАЗ на основании необходимости восстановления, разработаны маршруты и рабочие схемы восстановления коленчатых валов, выбраны режимы электроконтактной сварки порошковых полимерных полос и последующего шлифования.

5. В целях сокращения времени технической эксплуатации и повышения производительности установки была модернизирована конструкция сварочной головки на коленчатом валу для электроконтактной сварки порошковых материалов.

6. Приняты меры по обеспечению безопасности труда и охраны окружающей среды, защите населения и имущества в чрезвычайных ситуациях.

7. Рассчитаны себестоимость и технико-экономические показатели разработки проекта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
2. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
3. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4938](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938).
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа,2009. - С 616.
5. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. - С 392.
6. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков.// М.: Колос, 2000. - С 256.
7. Власов В.М. и другие. Учебник. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.; издательский центр «Академия»; 2013.-321с.
8. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // .2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.
9. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов -4-е издание перераб. и доп.// – М.: Форум, 2009. - С 496.
10. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.

11. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: ФОРУМ: ИНФРА - М, 2009. - С 280.
12. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2007. – С 335.
13. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. - С 216.
14. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. - С 232.
15. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. - С 309.
16. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ»., 2015.- С 44.
17. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004.
18. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
19. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
20. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

21. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
22. Паспорт универсального обкаточного стенда ОР-6877-ГОСНИТИ - М.: ГОСНИТИ, 1993.
23. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
24. Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олдфильд В.Д., Устройство и эксплуатация автотранспортных средств, Учебник. - М.: “Транспорт” 2011. - С 430.
25. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. - С 227.
26. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
27. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.
28. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005. - С 472.
29. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
30. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.