

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агросинженерия»

Профиль: Электрооборудование и электротехнологии

Кафедра: Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проект электрификации участка по восстановлению изношенных деталей с разработкой стенда для электроконтактной приварки металлической ленты»

Шифр ВКР 35.03.06.002.18.СЭП.00.00.00 ПЗ

Дипломник _____ студент _____ Гумеров Ф.И.

Руководитель ст. преподаватель _____ Гималтдинов И.Х.
подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № _____ от _____ 2018)

Зав. кафедрой _____ профессор _____ Адигамов Н. Р.
уч. звание подпись Ф.И.О.

Казань, 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Электроснабжение и электротехнологии

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____
«_____» _____ 20____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Гумерову Ф.И.

Тема ВКР «Проект электрификации участка по восстановлению изношенных деталей с разработкой стенда для электроконтактной приварки металлической ленты»

утверждена приказом по вузу от «_____» _____ 20__ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные, нормативно справочная литература, технологические карты, результаты замеров износов деталей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ методов восстановления валов и существующих конструкций устройств для электроконтактной приварки лент
2. Проектирование электрификации участка по восстановлению изношенных деталей и технологического процесса восстановления детали.
3. Конструкторская разработка

5. Перечень графических материалов

1. Анализ существующих конструкций
2. Участок восстановления изношенных деталей
3. Ремонтный чертеж детали
4. Технологические карты на восстановление
5. Сборочный чертеж конструкции
6. Рабочие чертежи деталей

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса		
2	Технологическая часть		
3	Конструктивная часть		

Студент-дипломник _____)

Руководитель ВКР _____)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Гумерову Ф.И., выполненную на тему «Проект электрификации участка по восстановлению изношенных деталей с разработкой конструкции стенда для электроконтактной приварки металлической ленты».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из __ листов печатного текста и графических материалов на __ листах формата A1, содержит __ рисунков, __ таблиц, список использованной литературы содержит __ наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, __ разделов, заключения и списка использованной литературы; приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ методов восстановления деталей типа вал, выполнен анализ основных технологических схем устройств для электроконтактной приварки. Во второй части приводится проектирование электрификации участка по восстановлению изношенных деталей. А так же технологического процесса восстановления детали. В третьей части представлена разработка конструкции устройства для электроконтактной приварки металлической ленты. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции. Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции приспособления для электроконтактной приварки. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения конструкции пневматического съемника. Пояснительная записка завершается выводами и списком использованной литературы.

Abstract

To graduate qualification work Gumerov FI performed on the topic "Project of electrification of the site for the restoration of worn parts with the development of the stand construction for electrocontact welding of metal tape".

The final qualifying work includes an explanatory note from __ sheets of printed text and graphic materials on __ sheets of A1 format, contains __ drawings, __ tables, the list of references contains __ names.

The text documents of the work contain an explanatory note consisting of an introduction, __ sections, conclusion and list of used literature; application and specification.

In the first section, an analysis is made of the methods of restoring the details of the shaft type, an analysis of the basic technological circuits of devices for electrocontact welding is performed. In the second part, we design the electrification of the site to restore worn parts. And also the technological process of repairing the parts. In the third part, the development of a device for electrocontact welding of a metal strip is presented. The work of the device is described, engineering calculations of the design are performed. Measures have been developed for the safe operation of the structure of the device for electrocontact welding. The instruction on safe work with the device is developed. The feasibility study of the feasibility of using a pneumatic puller is given. Explanatory note concludes with conclusions and a list of used literature.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	—
1	АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	—
1.1	Анализ существующих методов восстановления валов автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин.....	—
1.2	Анализ существующих конструкций устройств для электроконтактной приварки металлических лент.....	—
2	ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ, СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	—
2.1	Обоснование производственной программы.....	—
2.2	Расчет трудоемкости ремонтных работ.....	—
2.3	Расчет фондов времени отделения.....	—
2.4	Распределение общей трудоемкости по участкам.....	—
2.5	Расчет численности рабочих.....	—
2.6	Расчет основного производственного оборудования.....	—
2.7	Расчет производственных площадей участков.....	—
2.8	Компоновка участка.....	—
2.9	Расчет электроснабжения.....	—
2.10	Анализ работы устройства и описание причин потерь работоспособности компрессора К-701.....	—
2.11	Выбор рационального способа восстановления дефектов коленчатого вала компрессора трактора К-701.....	—
2.12	Разработка ремонтного чертежа.....	—
2.13	Составление маршрутной карты восстановления вала коленчатого компрессора К-701.....	—
2.14	Расчет режимов и норм времени на токарную операцию.....	—
2.15	Расчет режимов и норм времени на электроконтактную приварку.....	—

2.16	Расчет норм времени на шлифовальную операцию.....	—
3	РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ	—
3.1	Описание установки.....	—
3.2	Технические характеристики.....	—
3.3	Принцип работы стенда	—
3.4	Обоснование необходимости модернизации установки	—
3.5	Конструктивные расчеты.....	—
3.6	Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению	—
3.6.1	Расчет вентиляции на участке по восстановлению деталей приваркой стальных лент.....	—
3.7	Физическая культура на производстве	—
3.8	Экономическое обоснование конструкции.....	—
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	—
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	—
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	—
	СПЕЦИФИКАЦИИ.....	—

ВВЕДЕНИЕ

С ростом машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве неуклонно увеличиваются общие затраты на его ремонт и техническое обслуживание, все актуальнее становится проблема надежного восстановления работоспособности машин. Ежегодно для поддержания сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии выпускается более чем на 3,0 млрд.руб. запасных частей. Нередко затраты на них в 2-3 раза превышают первоначальную стоимость машины. При ремонте техники более 85% деталей выбраковываются из-за износа рабочих поверхностей. Большинство из них изношены только на отдельных участках, причем масса их уменьшена иногда лишь на несколько граммов.

Эффективность работы машин и оборудования базируется на надёжности подвижного состава, которая обеспечивается в процессах его конструирования, производства, технического обслуживания и ремонта, соблюдение требований Госстандартом и правил технической эксплуатации. Основной технической политики определённой действующим положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автотранспорта, является предупредительная система ТО и ремонта автомобилей, которая предусматривает две основные части операций: контрольную и исполнительную. Исполнительная часть операции включает подготовительные, измерительные, регулировочные и другие работы. В соответствии с техническим условием. Технологический прогресс в СХ отрасли идет по пути развития механизации и автоматизации отдельных технологических процессов и производства в целом, разработки и внедрения, новых высоко-производительных машин, развития рациональных форм специализации, кесперирования и концентрации производства. Эффективное использование машин и механизмов, различных по конструкции и назначению, во многом зависит от организации ремонта и технического обслуживания.

Ремонтные операции проводятся для восстановления утраченной работоспособности путём устранения отказов, возникших вследствие изнашивания деталей, нарушение регулировок и поломок.

Ремонтное производство выросло в крупную отрасль народного хозяйства, которое на основе достижений науки и техники призвана обеспечить восстановление и постоянную работоспособность машин и оборудования. Для содержания огромного парка машин в работоспособном состоянии необходимо иметь развитую ремонтно-техническую базу, оснащённую современным оборудованием.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Анализ существующих методов восстановления валов автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин

Практика массовой эксплуатации восстановленных деталей показала, что их ресурс низок и составляет 30...60% от новых. Именно поэтому наряду с развитием производства по восстановлению деталей ставится задача доведения их ресурса до 80% от новых [16]

В зависимости от величины износа и требований к качеству рабочих поверхностей восстанавливаемые детали делятся на три категории.

Детали первой категории имеют износ 2...10 мм и требуют последующей механической обработки наплавленного слоя до невысоких классов точности или не требуют ее вообще (опорные катки, направляющие и ведущие колеса, поддерживающие ролики и т.п.). Детали этой категории занимают 7% общего объема восстановления [13]. Их восстановление ведется наплавкой под флюсом, заливкой жидким металлом, наплавкой открытой дугой порошковой проволокой или лентой, электрошлаковой наплавкой, сваркой покрытыми электродами [21]. Детали второй категории обычно имеют износ 0,5...2 мм; после наплавки их обрабатывают до высоких классов точности и шероховатости (гладкие, ступенчатые и коленчатые валы различных машин). Группа этих деталей более многочисленна и охватывает около 70 наименований (до 45%). При их восстановлении наплавляется около 7,5 тыс. т металла в год. [13].

Детали третьей категории имеют износ до 0,5 мм. Это наиболее массовая по номенклатуре группа (включает около 200 наименований). Объем наплавки при ремонте этих деталей составляет около 4 тыс. т в год.

Статистический анализ, проведенный на предприятиях сельскохозяйственного производства, показывает, что более 60 % восстанавливаемых поверхностей имеют цилиндрическую форму. Около 75 % из них имеют различные концентраторы напряжений (60% составляют галтели). Более 75 % деталей изготавливаются из конструкционных

углеродистых и низколегированных сталей. Наиболее массовой конструктивно-подобной группой деталей являются валы (гладкие, ступенчатые, коленчатые). По величине износа и требованиям к качеству рабочих поверхностей они, согласно классификации [3], относятся к деталям второй и третьей категории. Эти валы работают в условиях динамического нагружения переменным изгибом с кручением и интенсивного изнашивания.

Характерным изделием-представителем этой группы деталей является коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания. В таблице 1.1 приведены статистические данные о геометрических характеристиках 16 марок коленчатых валов основных советских автотракторных двигателей.

Таблица 1.1 - Характеристики шеек коленчатых вал

Диапазон диаметров, мм	Частность, %	Диапазон длин, мм	Частность, %
50...65	21	30...60	78
65...100	62	60...90	17
100...110	13	90...120	5

Сложная конфигурация коленчатых валов, резкое изменение жесткостей элементов колена, а также их малая длина по сравнению с размерами поперечных сечений обуславливают значительную общую неравномерность распределения напряжений при нагружении. Кроме того, галтели сопряжения шеек и щек, наряду с отверстиями для смазки в шейках, служат источниками местной концентрации напряжений. Разрушение коленчатых валов начинается обычно от этих мест и носит явно выраженный усталостный характер [16].

Детали рассматриваемой номенклатуры изготавливаются из стали 45, 50, 50ХФА и близких к ним по химическому составу и механическим свойствам. Они относятся к трудносвариваемым и склонны к образованию трещин и малопластичных хрупких закалочных структур в зоне термического влияния сварки. Углеродный эквивалент изменяется от 0,57 до

0,75 %. Поэтому при восстановлении валов необходима тщательная разработка технологии [21].

Спецификой ремонта рассматриваемых валов автотракторной и сельскохозяйственной техники является то, что сперва используется метод ремонтных размеров [16]. Это обуславливает необходимость применения в последующем методов, обеспечивающих восстановление валов до номинальных размеров. Проведенный анализ показывает, что большинство валов работают в тяжелых условиях переменного динамического нагружения и интенсивного изнашивания. Многие из них являются многоопорными.

В практике ремонта нашей страны в настоящее время методы пластической деформации, дуговая и плазменная металлизация используются в небольших объемах (около 1% всех деталей), а электролитическими покрытиями восстанавливаются не более 6% всех валов.

В развитых промышленных странах значительное применение для рассматриваемых целей получили газовая металлизация и газопорошковая наплавка. Для обеспечения прочного сцепления основного металла и напыленного слоя используют пескоструйную обработку электрокорундом. Для газовой металлизации разработаны порошковый материал, самофлюсующийся сплав, содержащий более 14% никеля или кобальта и от одного до шести процентов вольфрама и алюминия, в виде покрытия, нанесенного на частицы сплава с помощью связующего вещества. При нагреве происходит экзотермическая реакция между никелем и алюминием. В результате этого расплавляется поверхность изделия и происходит диффузионное соединение металла с покрытием. В качестве подслоя, дающего прочное схватывание с основным металлом, применяют экзотермический порошок алюминид никеля, наносимый слоем толщиной около 0,1 мм. Рабочий слой, как правило, образуют порошки на основе никеля.

По данным зарубежных фирм срок службы деталей, восстановленных таким методом, на 50% выше новых, а стоимость металлизированных валов составляет 60 % от стоимости новых.

Однако для массового восстановления наплавкой этот метод недостаточно эффективен.

Наиболее широко для восстановления валов автотракторной и сельскохозяйственной техники применяют дуговую наплавку и сварку. Этими процессами ремонтируется 90...95 % всей номенклатуры деталей, составляющей 1200 наименований: ими занято около 50 % всех рабочих сварочного производства. Для восстановления изношенных деталей используются следующие способы наплавки: вибродуговая в различных защитных средах, дуговая в защитных газах, дуговая под флюсом и открытой дугой.

Для восстановления валов малого диаметра в ремонтном производстве большое распространение получила вибродуговая наплавка в струе жидкости, в водяном паре, в струе пены и воздуха. Её достоинствами являются простота процесса, минимальные деформации деталей, высокая производительность, возможность совмещать процесс наплавки с закалкой наплавленного слоя. К числу основных недостатков способа следует отнести образование большого количества пор, горячих и закалочных трещин, неравномерную твердость и структуру наплавленного слоя. Предел выносливости валов после наплавки снижается на 40...60 %. Упрочнение наплавленного металла различными видами термомеханической обработки не обеспечивает необходимого повышения качества восстановления. Всё это накладывает серьезные ограничения на использование вибродуговой наплавки для восстановления валов, работающих в условиях динамического нагружения и интенсивного изнашивания.

Наплавка в среде защитных газов нашла широкое применение при восстановлении деталей за рубежом. Как правило, в качестве защитного газа используется смесь, состоящая из 25 % углекислого газа и 75 % аргона. В

таких случаях применяют электродную проволоку диаметром 0,75 мм. Состав проволоки: углерода - 0,11...0,17 %, марганца - 1,7...2,1 %, кремния - 0,65...0,85 %, молибдена - 0,6...0,9 %, никеля - 0,15. Отсутствие специальных наплавочных материалов затрудняет получение бездефектного слоя и обеспечение требуемых показателей по сопротивлению усталости и износу одновременно. По этой причине этот способ не нашел массового отношения и в этой практике.

Для восстановления посадочных мест под подшипники в блоках двигателей, казавок для колец на поршнях и шеек валов применяется электроконтактная наплавка. Сущность способа заключается в приварке проволоки, ленты или металлического порошка к изделию с помощью контактной сварки. Приварка электродного материала на поверхность изношенной детали осуществляется по кольцу или спирали. Electroдами являются восстанавливаемая деталь и прижимной токопроводящий ролик. Имеет место надежная металлическая связь наплавляемого материала. Этот способ обеспечивает возможность наплавки тонких слоев металла (0,2...1,0 мм) и оказывает слабое термическое влияние на деталь. последнее время процесс электроконтактной наплавки успешно внедряется в практику ремонта и дает существенный экономический эффект.

На ряде ремонтных предприятий используются способы электрической (дуговой или контактной) наплавки, при которых по касательной к поверхности вращающейся детали подают токопроводящую электродную проволоку или ленту и формируют наплавляемый слой прижимным роликом. Наплавляются слои толщиной до 0,7 мм, а глубина зоны термического влияния не превышает 0,5 мм. Отсутствие серийного оборудования затрудняет массовое внедрение этого способа в ремонтном производстве.

Широкое распространение в нашей стране и за рубежом получила электрическая (дуговая и высокочастотная) и газопламенная металлизация. Она используется для восстановления изношенных стальных валов транспортной, строительной и военной техники.

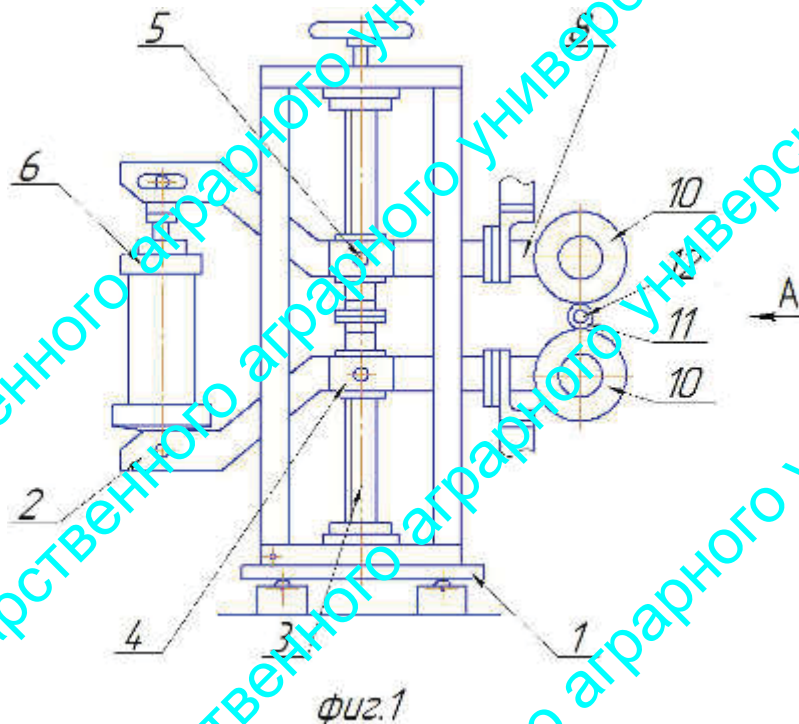
Изношенный слой, как правило, восстанавливался распылением углеродистых и легированных проволок. Для повышения прочности сцепления искусственно увеличивается шероховатость восстанавливаемой поверхности путей её обработки дробью, песком или нанесением "рваной" резьбы. В ряде случаев накладываются специальные подслои из молибдена, циркония и других материалов. Сравнение дуговой и газопламенной металлизации показало, что практически по всем характеристикам: прочности сцепления, плотности покрытий, производительности преимущества за дуговым процессом. Так, при использовании стальной проволоки с 13% хрома были получены следующие значения адгезии, прочности и производительности в указанной последовательности: 320 и 214 кг/см², 15 и 5 кг/ч для дугового и газового процесса соответственно. Производительность при дуговой металлизации в 5...10 раз выше, чем при газовой (13...15 кг/ч), а стоимость электроэнергии в 20...50 раз ниже, чем стоимость газов.

1.2 Анализ существующих конструкций устройств для электроконтактной приварки металлических лент

Существует достаточно большое количество технических решений при реализации электроконтактного метода приварки металлических лент.

Так, в одном из них, технический результат достигается конструкцией устройства (рисунок 1.1) для шовной сварки, содержащего основание, смонтированные на нем две клещевины, соединенные между собой приводом сжатия и шарнирно с винтовым регулятором, связанные со свободными концами клещевин сварочные головки, каждая из которых установлена на оси с возможностью поворота и несет роликовый электрод, и механизм фиксации сварочной головки от проворота. При этом механизм фиксации сварочной головки от проворота выполнен в виде шарнирно соединенных между собой регулируемых по длине тяг, другой конец каждой из которых

закреплен через изоляционную прокладку на сварочной головке со стороны, противоположной роликовому электроду.



1- основание, 2-клевшины, 3-винт, 4-гайка, 5-шарниры,
6-гидравлический цилиндр, 8-ось, 10-роликовый электрод,
11- присадочный материал, 12-заготовка.

Рисунок 1.1 – Общий вид устройства для электроконтактной приварки

№ 1044447

В источниках патентной информации не обнаружено технических решений, содержащих признаки, аналогичные совокупности отличительным признакам заявленного технического решения, следовательно, оно имеет изобретательский уровень.

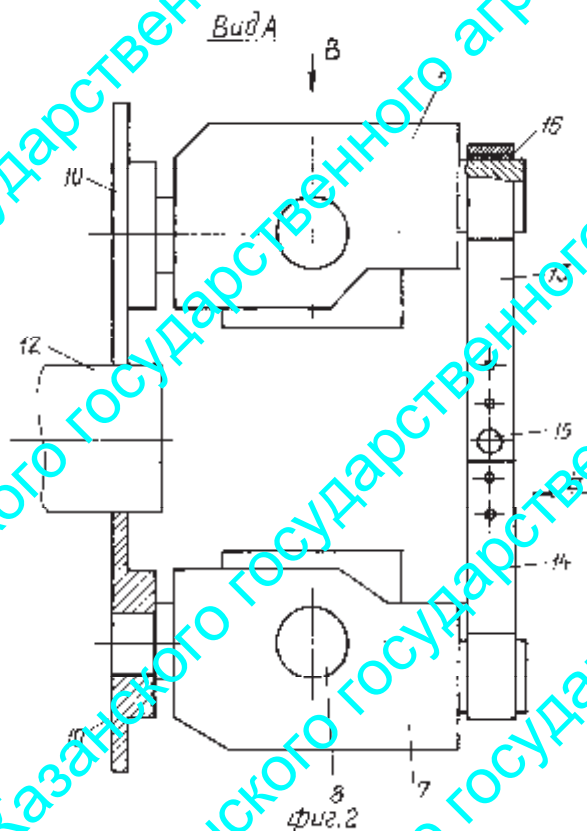
Предложенная конструкция позволяет повысить ее жесткость, а тем самым и обеспечить одинаковое качество сварки и наплавки обрабатываемых деталей.

Повышение жесткости конструкции достигается иным выполнением механизма фиксации сварочной головки от проворота благодаря тому, что расположение электродных роликов в требуемом рабочем положении обеспечивается более короткой кинематической цепью, через которую

замыкаются (уравновешиваются) крутящие моменты от реакций усилий прижатия электродных роликов к детали. Эта кинематическая цепь замыкается через сварочную головку, ее механизм фиксации, то есть регулируемые по длине тяги и соединяющий их шарнир, на электродные ролики, минуя при этом клецевины, их шарниры, кронштейны, винтовой привод, как происходит в принятом за прототип устройстве.

Замыкание моментов в более короткой кинематической цепи механизма обеспечивает заданное положение рабочих поверхностей электродных роликов относительно обрабатываемой поверхности детали независимо от колебаний усилия прижатия.

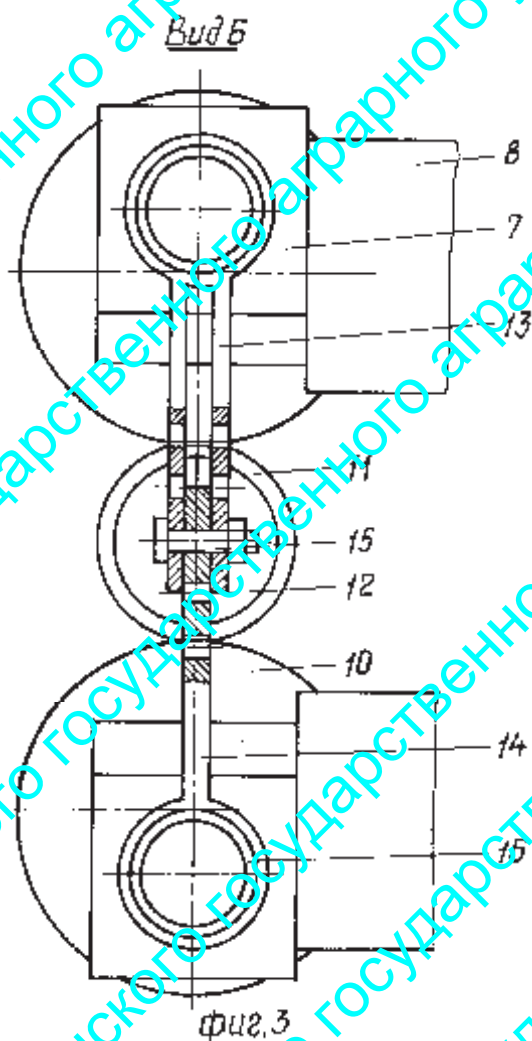
На фиг. 1 представлено устройство для шовной сварки, общий вид; на фиг. 2 вид А на фиг.1; на фиг.3 вид Б на фиг.2; на фиг. 4 вид В на фиг.2.



7-сварочная головка, 8-ось, 10-роликовый электрод, 12-деталь, 13, 14-тяги, 15-шарнир, 16-изоляционные прокладки

Рисунок 1.2 – Вид А

Предлагаемое устройство включает основание 1, на котором смонтированы две клещевины 2 через винтовой регулятор, винт 3 которого закреплен на основании, а гайки 4 посредством шарниров 5 соединены с клещевинами. Клещевины одними своими концами соединены с поршневым приводом 6 сжатия. Устройство имеет также две сварочные головки 7, каждая из которых установлена на оси 8 с возможностью поворота в плоскости перпендикулярной этой оси.



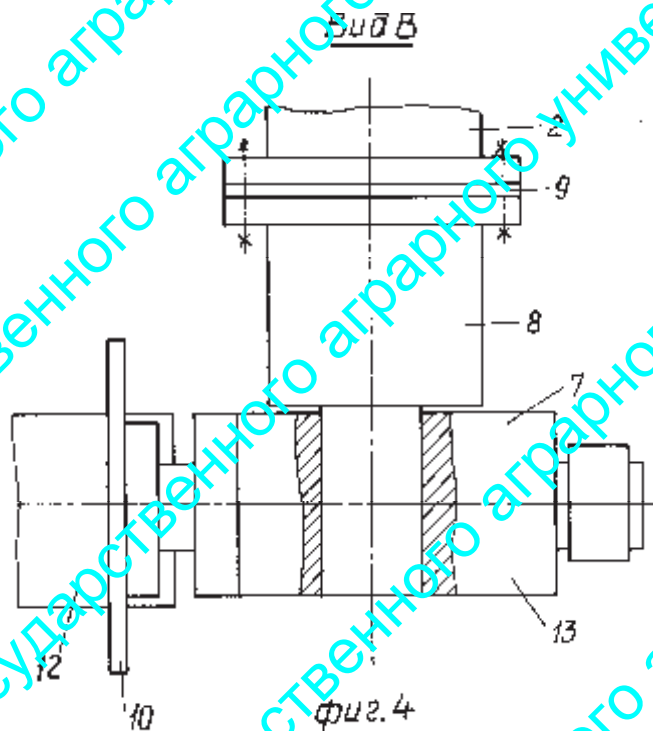
7-сварочная головка, 8-ось, 10-роликовый электрод, 12-деталь, 13, 14-тяги, 15-шарнир, 16-изоляционные прокладки

Рисунок 1.2 – Вид Б

Ось 8 каждой головки соединена через изоляционную прокладку 9 с соответствующим свободным концом клещевины. Каждая сварочная головка выполнена с двумя цапфами, одна из которых несет роликовый электрод 10,

взаимодействующий с присадочным материалом 11, закрепленным на заготовке 12.

Сварочные головки имеют механизм фиксации их от поворота относительно оси 8. Этот механизм выполнен в виде тяг 13 и 14, соединенных одними концами между собой шарниров 15.



2-клевшина, 7-сварочная головка, 8-ось, 9-изоляция, 10-роликовый электрод, 12-деталь, 13, 14-тяги, 15-изоляционные прокладки

Рисунок 1.3 - Вид В

Другие концы тяг закреплены через изоляционные прокладки 16 на вторых цапфах сварочных головок, то есть каждая из тяг размещена на сварочной головке со стороны, противоположной роликовому электроду. Тяги выполнены регулируемые по длине, для чего на них выполнены поперечные отверстия под шарнир 15.

Работа устройства осуществляется следующим образом.

Перед работой устанавливают тяги 13 и 14 перестановкой шарнира 15 на требуемый диаметр обрабатываемой заготовки.

При включении привода 6 сжатия клещевина 2 поворачиваются в шарнирах 5 одновременно сварочные головки 7 поворачиваются вокруг осей 8, а роликовые электроды прижимаются к присадочному материалу 11 заготовки 12. В момент приведения электродных головок в контакт с деталью кинематическая цепь механизма фиксации (тяги 13 и 14, шарнир 15) нагружаются усилием от реакции детали и препятствует дальнейшему повороту роликовых электродов 10 относительно заданного положения.

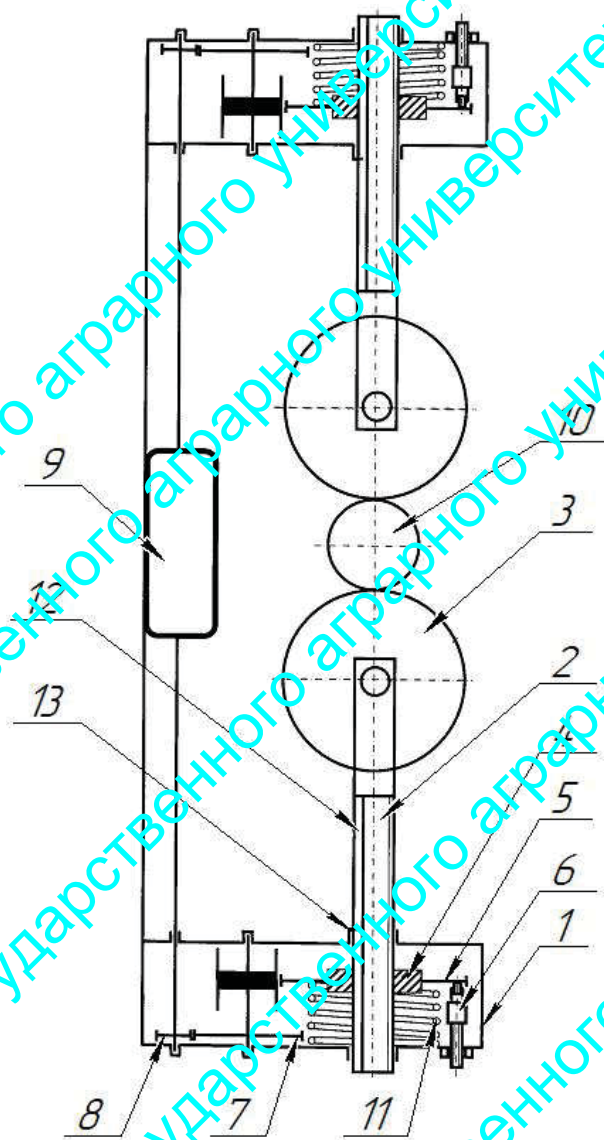
Далее включают вращение детали от не указанного на чертеже привода, включают сварочный ток, и происходит приварка присадочного материала 11 к поверхности цилиндрической заготовки 12.

В состав данной конструкции входит гидроцилиндр, что может привести к усложнению технологического процесса восстановления и конструкции.

Следующим рассматриваемым устройством является конструкция привода сжатия электроконтактной установки для восстановления деталей (рисунок 1.4) включает корпус 1, в котором смонтирован винтовой стержень 2, с одной стороны которого закрепляется сварочная головка 3, а с другой стороны соединен через гайку 4 с подпружиненной шестерней 5, упирающейся в конечный выключатель 6 и соединенной через промежуточный блок шестерен 7 с шестерней 8 на валу электродвигателя 9.

Привод сжатия электроконтактной установки для восстановления деталей работает следующим образом.

Обрабатываемая деталь 10 устанавливается в патроне и приводится во вращение от специального привода (не показано). Включают электродвигатель 9, вращающий шестерню 8, которая передает вращение промежуточному блоку шестерен 7, который передает вращение шестерне 5, подпружиненной пружиной 11. В шестерне 5 закреплена гайка 4, которая, вращаясь, перемещает винтовой стержень 2 вверх или вниз в зависимости от направления вращения электродвигателя. При перемещении винтового стержня 2 он соприкасается с обрабатываемой деталью 10 и дальнейшее его перемещение вызывает сжатие пружины 11, которая обеспечивает



- 1-корпус, 2-винтовой стержень, 3-сварочная головка, 4-гайка,
 5-подпружиненная шестерня, 6-конечный выключатель,
 7- промежуточный блок шестерен, 8-шестерня вала электродвигателя,
 9-электродвигатель, 10-деталь, 11-пружина, 12-цилиндрическая
 заготовка, 13-плита корпуса

Рисунок 1.4 – Устройство для электроконтактной приварки АС №
 2340433

необходимое прижатие электродов к обрабатываемой детали 10. Для предотвращения проворачивания винтового стержня 2 во время вращения гайки 4 на нем по всей длине резьбы предусмотрен паз 12, в который входит

шлиц 13 корпуса 1. Усилие сжатия электродов регулируется конечным выключателем 6.

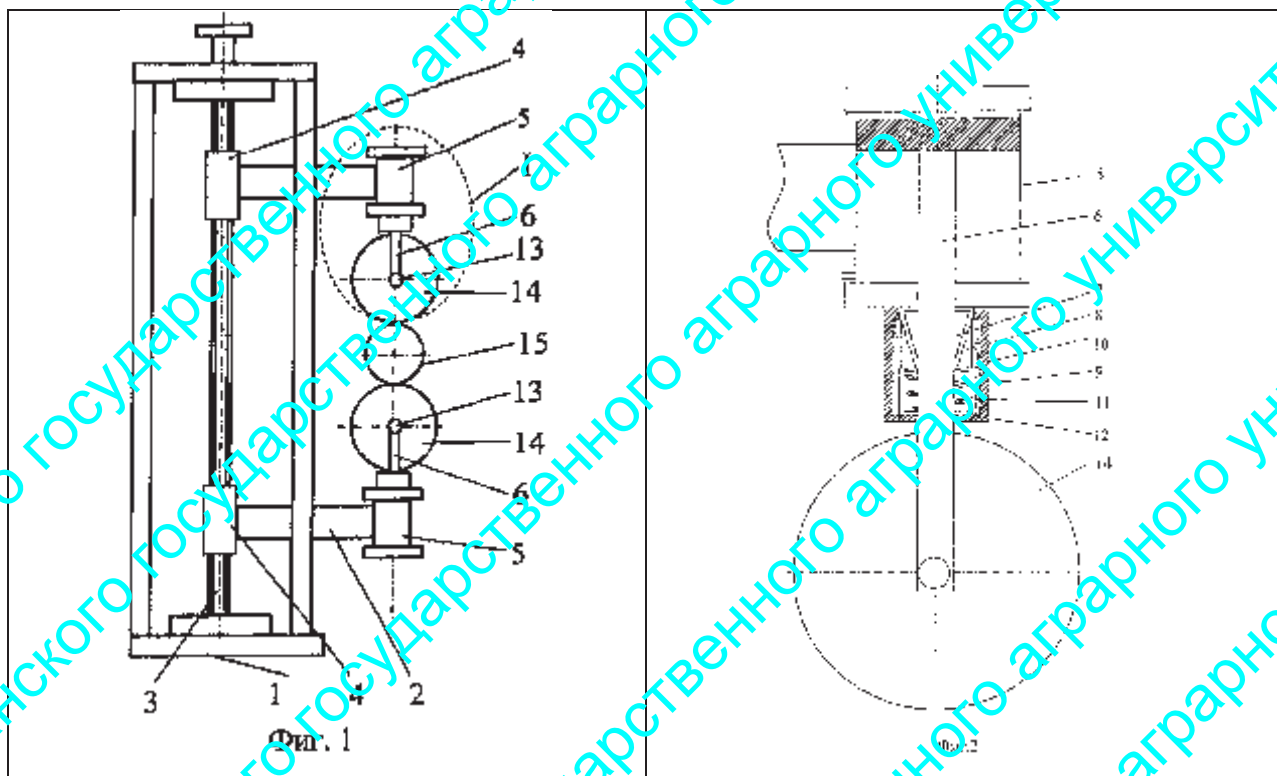
Основным дефектом пружин является потеря упругости, соответственно в зависимости от наработки, после длительной эксплуатации существует вероятность нарушения технологии восстановления из-за не достаточно сильного прижатия сварочных электродов и присадочного материала к детали.

Существует так же устройство для электроконтактной приварки металлических лент АС № 234053 в котором механизм поворота и фиксации роликового электрода выполнен в виде цилиндрической втулки с пазами, пружины и втулки с внутренним конусом и выступами на наружной поверхности, входящими в пазы цилиндрической втулки, жестко закрепленной на пневмоцилиндре, при этом ось роликового электрода жестко закреплена на штоке пневмоцилиндра, на котором имеется конусная часть, взаимодействующая с внутренним конусом втулки, упирающейся в пружину.

На рисунке 1.5 представлено устройство для роликовой электроконтактной сварки.

Устройство для роликовой электроконтактной сварки включает основание 1, на котором смонтированы две клещевины 2 через винтовой регулятор, винт 3 которого закреплен на основании, а гайки 4 жестко соединены с клещевинами 2. Клещевины 2 жестко соединены с пневмоцилиндрами 5, штоки 6 которых имеют конусную часть 7, взаимодействующую с внутренним конусом втулки 8, упирающейся в пружину 9, и имеющую на наружной поверхности выступы 10, входящие в пазы 11 цилиндрической втулки 12, закрепленной на пневмоцилиндре 5. На штоках 6 пневмоцилиндров 5 закреплены через оси 13 роликовые электроды 14, прижимающиеся к детали 15. Устройство для роликовой электроконтактной сварки работает следующим образом. Обрабатываемая деталь 15 устанавливается в патроне и приводится во

вращение от специального привода (на схеме не показано). Включают привод сжатия пневмоцилиндра 5, в результате чего шток 6 перемещается вниз (вверх) и своей конусной частью 7 давит на внутренний конус втулки 8, которая перемещается вниз (вверх), сдвигая пружину 9.



- 1-основание, 2-клеммная, 3-винт, 4-гайка, 5-пневмоцилиндр, 6-шток,
7-конусная часть, 8-втулка, 9-пружина, 10-выступы, 11-пазы,
12-цилиндрическая втулка, 13-оси, 14-роликовые электроды,
15-деталь

Рисунок 1.5 - Устройство для роликовой электроконтактной сварки

Конусная втулка имеет на своей наружной поверхности выступы 10, которые входят в зацепление с пазами 11 цилиндрической втулки 12, жестко закрепленной на пневмоцилиндре 5. При этом роликовый электрод 14 прижимается к детали 15. Для установки роликового электрода 14 на заданный угол относительно плоскости, нормальной к образующей детали 15, необходимо выключить привод сжатия пневмоцилиндра 5, повернуть роликовый электрод 14 на необходимый

угол и включить привод сжатия пневмоцилиндров 5, при этом конусная часть 7 штока 6 войдет во внутренний конус втулки 8 и за счет сил трения обеспечит жесткое положение роликового электрода относительно детали 15. Далее включают сварочный ток и осуществляют процесс приварки присадочного материала или спирального шва.

Угол поворота роликового электрода 14 устанавливается исходя из условия обеспечения необходимой скорости продольной подачи электродной головки, которая осуществляется за счет продольной составляющей силы трения роликового электрода 14 о деталь 15.

Разработка данного устройства направлено на увеличения номенклатуры и типоразмеров восстанавливаемых деталей. Такое расположение может привести к излишней нагрузке на гайку и винты, что негативно скажется на резьбовом соединении.

Данная ВКР направлена на разработку технологического процесса, проекта электрификации и разработку конструкции для электроконтактной приварки металлической ленты.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ, СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1 Обоснование производственной программы

На основании статистических данных планово экономических отделов предприятия по потребности в запасных частях и спроса восстановления по кооперации определяется производственная программа по восстановлению изношенных деталей, которая представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Программа отделения по восстановлению изношенных деталей

Наименование детали	Количество шт.
1. Рабочие органы почвообрабатывающих машин	2240
2. Коленчатые валы	280
3. Распределительные валы	280
4. Тормозные барабаны	1120
5. Колодки	2240
6. Пружины	1000
7. Полуоси	1500
8. Крестовины	600
9. Карданные вилки	800
10. Шатуны	2240
11. Детали типа вал	-
12. Детали типа втулка	-
13. Шкивы	300

2.2 Расчет трудоемкости ремонтных работ

Удельные трудоемкости по восстановлению изношенных деталей были определяют в результате нормирования восстановительных работ методами хронометрирования, методом аналогии и аналитическим методом. Эти значения приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 Удельная трудоемкость восстановления деталей по номенклатуре

Наименование детали	Трудоемкость, час.
1. Рабочие органы почвообрабатывающих машин	0,5
2. Коленчатые валы	1,4
3. Распределительные валы	1
4. Тормозные барабаны	1
5. Колодки	0,6
6. Пружины	0,5
7. Полуоси	0,5
8. Крестовины	0,5
9. Карданные вилки	0,6
10. Шатуны	1
11. Детали типа вал	-
12. Детали типа втулка	-
13. Шкивы	0,3

Далее, имея данные о годовой программе отделения по восстановлению изношенных деталей и удельную трудоемкость находим основную трудоемкость по следующей формуле:

$$T_{осн} = T_{уд} \cdot n \quad (2.1)$$

где $T_{уд}$ – удельная трудоемкость, ч. час

n – количество деталей.

Полученные значения сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 Основная трудоемкость восстановления деталей по номенклатуре

Наименование деталей	Основная трудоемкость
1. Рабочие органы почвообрабатывающих машин	1120
2. Коленчатые валы	392

Продолжение таблицы 2.3

3. Распределительные валы	280
4. Тормозные барабаны	1120
5. Колодки	1344
6. Пружины	300
7. Полуоси	750
8. Крестовины	300
9. Карданные вилки	480
10. Шатуны	2240
11. Детали типа вал	4000
12. Детали типа втулка	3500
13. Шкивы	90
Итого	15916

При расчете общей трудоемкости по восстановлению деталей так же необходимо учитывать трудоемкость дополнительных работ участвующих в процессе.

Исходные данные для расчета дополнительных трудоемкостей по восстановлению деталей приведены в таблице 2.4.

Объем дополнительных работ находится в процентном соотношении от трудоемкости основных работ

Таблица 2.4 Объем дополнительных работ в отделе по восстановлению изношенных деталей.

Наименование	% от трудоемкости восстановления	Трудоемкость дополнительных работ чел·ч
1. Ремонт собственного оборудования	10%	1591,6

Продолжение таблицы 3.4

2. Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	5%	795,8
3. Прочие неучтенные работы.	10%	1591,6
		3979

Далее находим общую трудоемкость по формуле

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}} \quad (2.2)$$

где $T_{\text{осн}}$ – основная трудоемкость

$T_{\text{доп}}$ – дополнительная трудоемкость, учитывающая работы по ремонту собственного оборудования, ремонту и изготовлению инструмента и приспособлений и прочие неучтенные работы.

$$T_{\text{общ}} = 15916 + 3979 = 19895 \text{ чел.ч}$$

2.3 Расчет фондов времени отделения

Ремонтные предприятия обычно планируют работу в одну смену. При пятидневной рабочей неделе с двумя выходными в субботу и воскресенье.

Различают фонды времени ремонтной мастерской, рабочего и оборудования. Когда речь идет о номинальном фонде времени, то они все три совпадают и определяются по формуле:

$$\Phi_{\text{ном.}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) * n_{\text{см}} * t_{\text{см}} \quad (2.3)$$

где $D_{\text{к}}$ - количество календарных дней в году;

$D_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$D_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году;

$n_{\text{см}}$ - количество смен в сутки;

$t_{\text{см}}$ - продолжительность смены (8ч.)

$$\Phi_{\text{ном}} = (366 - 104 - 14) * 8 * 1 = 1984 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (\Phi_{\text{н}} - K_o * t_{\text{см}}) * \eta_{\text{р}}, \quad (2.4)$$

где K_o - общее количество дней для отпуска (28 дней)

$\eta_{\text{р}}$ – коэффициент потерь рабочего времени.

Результат расчетов действительного фонда времени сведены в таблицу 2.2

Таблица 2.2 Действительные фонды времени

Категория специальности	Специальность рабочего	$\eta_{\text{р}}$	$\Phi_{\text{д.р.}}, \text{ч.}$
I	Кузнец, медник, сварщик, маляр	0,88	1549
II	Мойщик, вулканизаторщик, гальваник, испытатель	0,89	1567
III	Слесарь, токарь, плотник	0,9	1584

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н}} * \eta_o * n_c, \quad (2.5)$$

где n_c – число смен;

η_o – коэффициент использования оборудования ($\eta_o = 0,97; 0,98 [1]$)

$$\Phi_{\text{д.о.}} = 1984 * 0,97 * 1 = 1925 \text{ ч}$$

2.4 Распределение общей трудоемкости по участкам

Трудоемкость работ распределяют по участкам определения по восстановлению изношенных деталей и заносят в таблицу 2.4

Таблица 2.4 Распределение трудоемкости по участкам.

Общая трудоемкость работ чел.ч.	Трудоемкости работ по участкам											
	Участок очистки		Участок измеритель-но дефектовый		Участок ремонт электрооборудования		Слесарно—механический участок		Участок сварочно нап-лавочный		Склад хранения гото-вой продукции и ремо-нтного фонда.	
19893	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.
15		2984,25	15	2984,25	20	3979	35	6963,25	12	2387,4	3	596,85

2.5 Расчет численности рабочих

Все работающие на ремонтном предприятии в зависимости от выполняемой ими работы условно подразделяются на следующие группы: производственные рабочие, вспомогательные рабочие, младший обслуживающий персонал, инженерно-технические работники и аппарат управления.

Производственные рабочие – люди, непосредственно выполняющие технологические операции ремонта объектов или изготовления новых изделий, выпускаемых предприятием: рабочие-мойщики машин, сборочных единиц и деталей; слесари-сборщики и др.

Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют по формуле:

$$P_{уч}^{сп} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{ц} \cdot K}, \quad (2.6)$$

где $P_{уч}^{сп}$ - списочное число основных производственных рабочих

$T_{уч}$ - трудоемкость работ по участку или рабочему месту, чел.ч.

$\Phi_{др}$ - действительный фонд времени рабочего, ч.

κ - коэффициент перевыполнения норм выработки

$\kappa = 1,05 \dots 1,15$

Численность вспомогательных рабочих принимается в размере 10...15% численности основных производственных рабочих.

1. Участок очистки

$$P_{сп} = \frac{2984,25}{1566 \cdot 1,1} = 2 \text{ чел}$$

2. Участок измерительно дефектовочный

$$P_{сп} = \frac{2984,25}{1584 \cdot 1,1} = 2 \text{ чел}$$

3. Участок ремонта генераторов.

$$P_{сп} = \frac{3979}{1584 \cdot 1,1} = 2 \text{ чел}$$

4. Слесарно-механический участок

$$P_{сп} = \frac{6963}{1584 \cdot 1,1} = 4 \text{ чел}$$

5. Участок сварочно-наплавочный

$$P_{сп} = \frac{2287}{1548 \cdot 1,1} = 1 \text{ чел}$$

Всего 11 человек.

Принятое число основных производственных и вспомогательных рабочих распределяется по разрядам: I, II, III, IV, V, VI соответственно в процентом соотношении: 4, 9, 36, 41, 7 и 3.

Численность инженерно-технических работников (ИТР), служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП) принимается соответственно 8...10%, 2...3%, 2...4% суммы чисел производственных и вспомогательных рабочих.

В таблице 2.5. приведено распределение рабочих по разрядам.

Таблица 2.5 Распределение рабочих по разрядам

Специальность рабочего	Число рабочих	Численность рабочих по разрядам					
		I	II	III	IV	V	VI
Мойщик	2			1	1		
Дефектовщик	2				1	1	
Слесарь	4	1	1	2			
Токарь	2			1	1		
Сварщик	1		1				
Служащие	1						
ИТР	1						
МОП	1						
Итого	14						

2.6 Расчет основного производственного оборудования

Исходные данные для определения состава оборудования – это рабочий технологический процесс и трудоемкость выполнения отдельных видов работ или операций.

Количество металлорежущих станков определяют по формуле:

$$S_{ст} = \frac{T_{ст} \cdot K_H}{\Phi_{до} \cdot \eta_3}, \quad (2.7)$$

где $T_{ст}$ - годовая трудоемкость станочных работ, ч;

K_H - коэффициенты неравномерности загрузки предприятия, равный 1,0...1,3

$\Phi_{до}$ - действительный фонд времени станка, ч.

η_3 - коэффициенты загрузки станка, равный 0,85...0,90

$$S_{ст} = \frac{6963 \cdot 1}{1925 \cdot 0,85} = 6$$

Рассчитанное число станков распределяют по видам, ориентируясь на следующее соотношение: токарные – 3...50%, расточные – 8...10%,

строгальные – 8...10%, фрезерные – 10...12%, сверлильные – 10...15%, шлифовальные – 12...20% от общего количества.

Исходя из процентных соотношений количество токарных станков будет равно 2, расточных 1, сверлильных 1, шлифовальных 1, фрезерных 1.

Полученное число станков распределяют по маркам с учетом массы и размеров обрабатываемых деталей.

Число моечных машин определяют по формуле:

$$S_M = \frac{Q}{\Phi_{до} \cdot q \cdot \eta_M \cdot \eta_i}; \quad (2.8)$$

где Q – общая масса деталей, подлежащих мойке за планируемый период, т;

q – производительность моечной машины, т/ч;

η_M – коэффициент загрузки моечной машины по массе равный 0,6...0,8;

η_i – коэффициент использования моечной машины, по времени равный 0,8...0,9;

$$S_M = \frac{11,2}{1925 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,9} \approx 1$$

Остальное ремонтно-технологическое оборудование подбирается согласно технологическому процессу, пользуясь технической литературой.

2.7 Расчет производственных площадей участков

Площадь отделения по восстановлению изношенных деталей подразделяются на производственные и вспомогательные. К производственным площадям относятся площади, занятые технологическим оборудованием, рабочими местами, наземными транспортными устройствами, объектами ремонта, заготовками деталями, находящимися возле рабочих мест, а также рабочими зонами, проходами и проездами между оборудованием (кроме магистральных проездов).

Расчет производственных площадей участков рассчитываем по формуле:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot \sigma, \quad (2.9)$$

где $F_{об}$ – площади занимаемые оборудованием, m^2 ;

σ – коэффициент учитывающий рабочие зоны и проходы;

Расчет производственных площадей участков сводятся в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 Расчет производственных площадей участков

№ п/п	Наименование участка	$F_{об}$ м ²	σ	Площадь участка м ²	
				Расчетная	Принятая после планировки
1	Участок очистки	17,6	3,5	61,6	64
2	Участок измерительно - дефектовочный	6,24	3,0	18,72	24
3	Участок по ремонту электрооборудования	23,1	3,5	71	72
4	Слесарно механический участок	18,58	3,5	65	68
5	Участок сварочно-наплавочный	20,0	5,0	100	100
6	Участок хранения готовой продукции и ремонтного фонда	-	-	-	59

К вспомогательным помещениям относятся склад. Площадь склада принимаем по типовому проекту.

2.8 Компоновка участка

Определив площадь участка для сварки и зная трудоемкость работ, производится общая компоновка участка, т.е. рациональное размещение оборудования с учетом требований технологического процесса сварочно-наплавочных работ.

За основу компоновки участков принимают соответствие между схемой технологического процесса ремонта объекта и транспортированием внутрипроизводственных грузов. Направление грузопотока должно совпадать с ходом технологического процесса.

Технологическую планировку оборудования на каждом участке проводят на основе компоновочного плана. На ней указываются строительные элементы здания, от которых зависит расстановка технологического и подъемно-транспортного оборудования, местонахождение рабочих при выполнении работ, а также расположение мест подвода электроэнергии, сжатого воздуха, воды, пара, газа и т.д., площадки для хранения деталей и сборочных единиц, проходы и т.п.

На планировке каждый вид оборудования имеет условное обозначение которое соответствует его контурам на плане, а размеры – габаритным размерам в соответствующем масштабе. Контуры изображают упрощенно. Все оборудование нумеруют по порядку обычно слева на право или сверху вниз. Вне контура дают условные обозначения мест подвода масла, воздуха и т.д.

Подъемно-транспортное устройство выбирают, исходя из массы, частоты подъема и направления перемещения деталей, габаритных размеров грузов и расстояния перевозок. В процессе компоновки и планировки окончательно уточняются площади участков и заносятся в таблицу 2.7

2.9 Расчет электроснабжения

Для предотвращения возникновения стробоскопического эффекта в качестве источника света выбираем лампы накаливания, систему освещения общую.

Световой поток, который должна излучать каждая лампа определяем по формуле [10]:

$$FЛ = k \cdot SH \cdot \frac{E}{\eta_E} \cdot Z, \quad (2.10)$$

где k – коэффициент запаса;

SH – площадь помещения, m^2 ;

E – освещенность по нормам, $лн$;

n_L – количество устанавливаемых ламп;

η_E – коэффициент использования светового потока;

Z – коэффициент неравномерности освещения.

Для определения η_E необходимо найти показатель формы помещения

$$\phi = a \cdot b / H_{\text{п}}(a+b), \quad (2.11)$$

где a и b – соответственно длина ширина помещения, м;

$H_{\text{п}}$ – высота подвеса светильника, м;

Высоту подвеса светильника над рабочим местом находим по формуле

$$H_{\text{п}} = H - (h_1 + h_2), \quad (2.12)$$

где H – высота помещения, м;

h_1 – расстояние от пола до освещаемой поверхности, м;

h_2 – расстояние от потолка до светильника, м.

При $H = 5$ м, $h_1 = 1,5$ м, $h_2 = 0,6$ м получим

$$H_{\text{п}} = 5 - (1,5 + 0,6) = 2,9 \text{ м.}$$

При $a = 18$ м и $b = 6$ м; $\phi = 18 \cdot 6 / 2,9(18 + 6) = 1,24$

При $\phi = 1,24$ $\eta_E = 0,478$ (таблица 27 /10/) для светильника «Универсал» без затенения при коэффициенте отражения потолка 0,7% и стен 0,5%.

Примем $k = 1,4$ (таблица 26 /10/) для производственного помещения с воздушной средой, содержащий пыль, дым и копоть от 5 до 10 мг/м³ при светлой пыли.

Для работы высокой точности, при которой размер объекта различения от 0,3 до 0,5 мм $E = 200$ лк (таблица 25 /10/).

С учетом размеров участка и рационального размещения светильника выбираем 8 светильников расположенных в 2 ряда по 4 в ряду, тогда при $Z = 0.630$ (таблица 28 /10/)

$$F_{\text{Л}} = 1,4 \cdot 54 \cdot 200 / 8 \cdot 0,478 \cdot 0,630 = 5020 \text{ лм.}$$

Выберем лампы накаливания общего назначения типа НГ мощностью 100 Вт со световым потоком 4350 лм (таблица 29 /10/). При этом разница между расчетным и фактическим световым потоком составляет 15%, что входит в допустимые пределы до 20%.

Схема размещения светильников

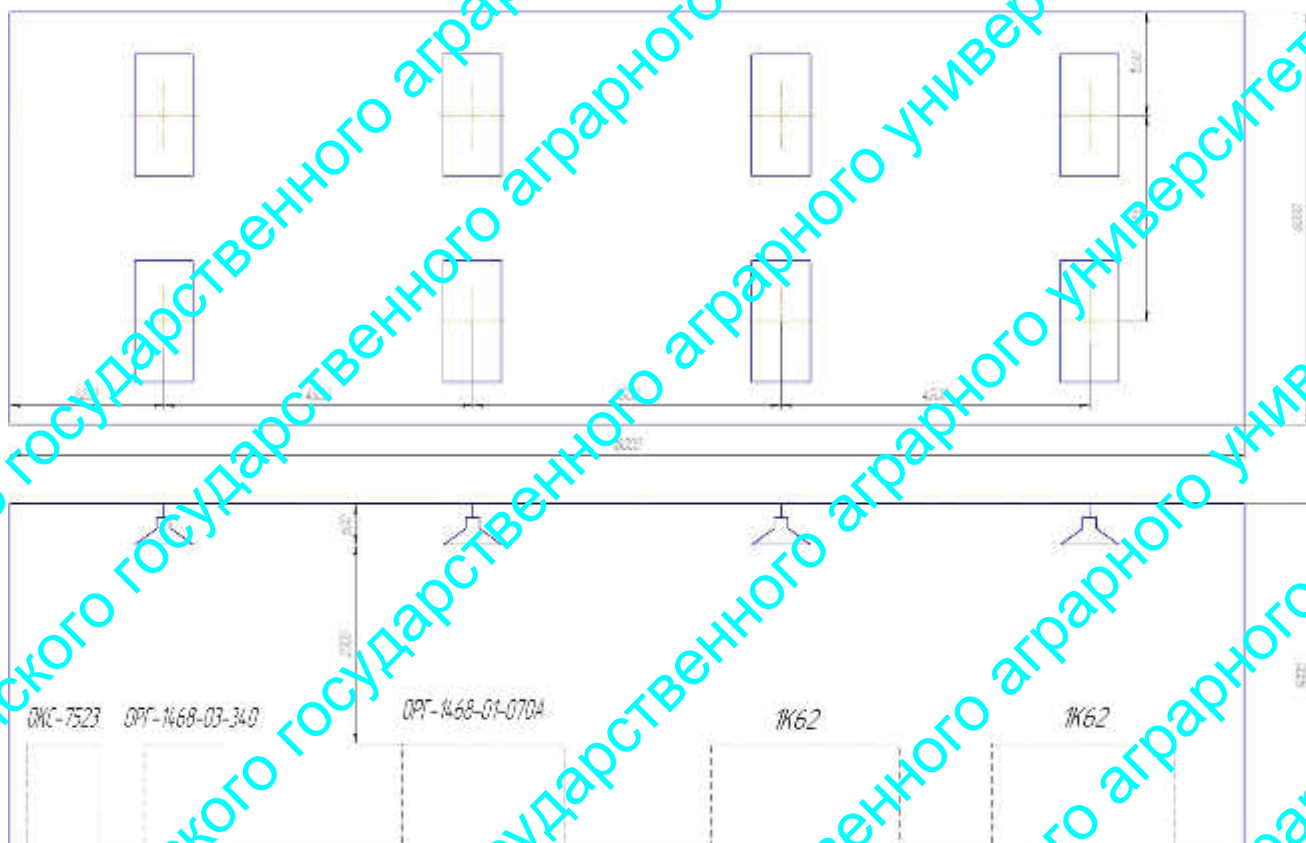
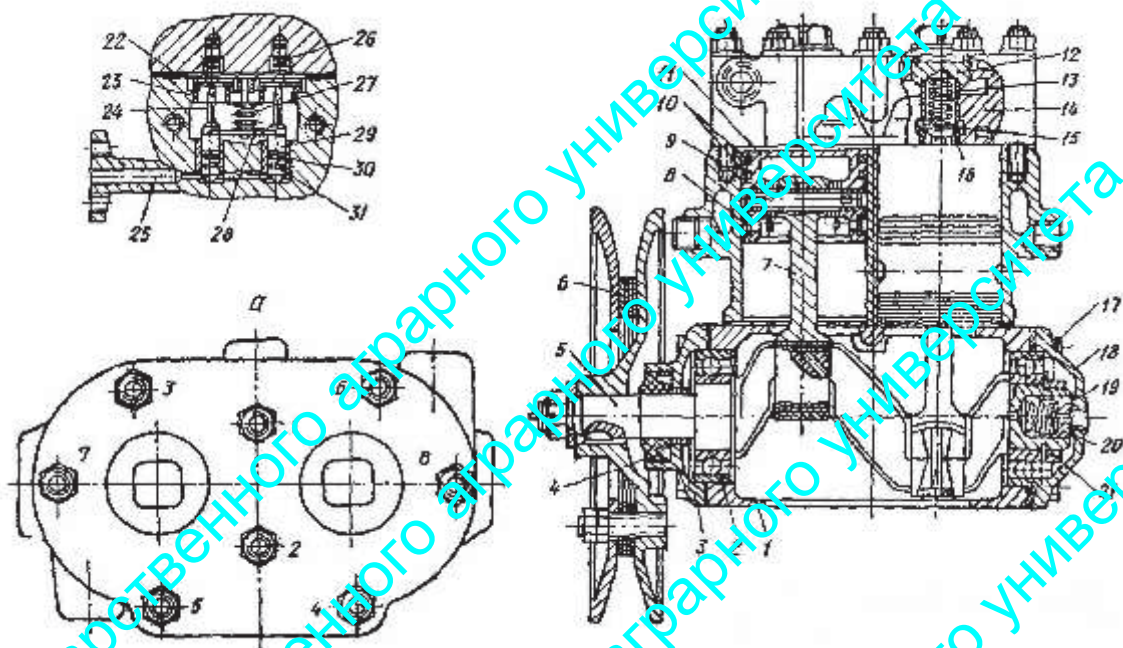


Рисунок 2.1- Схема освещения участка.

2.10 Анализ работы устройства и описание причин потерь работоспособности компрессора К-701

Компрессор трактора К-701 двухсекционный, поршневого типа предназначен для нагнетания воздуха в пневмосистему трактора. Привод осуществляется от коленчатого вала через клиноременную передачу. Воздух в цилиндры компрессора поступает из воздушного фильтра двигателя через впускные пластинчатые клапаны.

На рисунке 2.2 показан общий вид компрессора трактора К-701



1-картер, 2-передний подшипник, 3- крышка, 4-манжета, 5-коленчатый вал, 6- шкив, 7- шатун, 8-маслосъемное кольцо, 9-поршневой палец, 10-компрессионные кольца, 11-поршень, 12-пробка, 13-пружина, 14-головка блока, 15-нагнетательный клапан, 16-седло нагнетательного клапана, 17-задний подшипник коленчатого вала, 18-крышка задняя, 19-пружина уплотнителя, 20-уплотнитель, 21-гайка кольцевая, 22-впускной клапан, 23-седло впускного клапана, 24-шток, 25-разгрузочный канал, 26-пружина впускного клапана, 27-пружина коромысла, 28-коромысло плунжеров, 29-гнездо штока впускного клапана, 30-кольцо уплотнительное, 31- плунжер впускного клапана, а- схема затяжки.

Рисунок 2.2 – Компрессор пневматической системы трактора К-701

По мере работы в компрессоре изнашивается цилиндро-поршневая группа, нарушается герметичность клапанов. При этих неисправностях время заполнения пневмосистемы (до гашения контрольных ламп) при частоте вращения коленчатого вала двигателя 2200 об/мин превышает установленное техническими условиями, т. е. 8 мин, или компрессор вообще не развивает заданное давление $7 \pm 0,5$ кгс/см². Кроме того, износ цилиндропоршневой

группы приводит к всасыванию масляного тумана из картера компрессора в цилиндры, а затем масло вместе с воздухом идет в пневмосистему.

После заполнения пневмосистемы воздухом в регуляторе давления открывается разгрузочный клапан, масло вместе с воздухом выбрасывается наружу и оседает на регуляторе и раме. Здесь следует отметить, что расход масла через компрессор увеличивается из-за загрязнения воздушного фильтра двигателя. Дело в том, что компрессор всасывает профильтрованный воздух из впускного коллектора двигателя. По мере загрязнения фильтра увеличивается разрежение во впускном коллекторе, и компрессор даже при исправной поршневой группе всасывает масляный туман из картера, а затем на такте выпуска выбрасывает его в пневмопривод.

Негерметичность прокладки 18 головки блока цилиндров, внутренние трещины в головке или блоке приводят к тому, что жидкость из системы охлаждения всасывается в цилиндры, а затем вместе с воздухом идет в пневмопривод. Уровень охлаждающей жидкости в расширительном бачке падает, а жидкость в нем бурлит. Это происходит потому, что поршень на такте сжатия продавливают воздух в рубашку охлаждения компрессора, а далее воздух с жидкостью сливается в расширительный бачок. Есть еще одно опасное следствие рассмотренных неисправностей. Жидкость, попавшая в цилиндр компрессора, через зазоры между цилиндром, поршнем и кольцами просачивается в картер компрессора, а из него стекает в масляный поддон двигателя. В случае попадания жидкости в масло при поиске места утечки необходимо иметь в виду и компрессор. В противном случае из-за неисправного компрессора ремонт может быть ошибочно направлен на исправный двигатель, а неисправный компрессор вновь установлен на другой исправный двигатель.

Масло для смазки компрессора подводится из центрального масляного канала двигателя к торцовому уплотнителю, установленному в коленчатом валу. Уплотнитель поджат к картеру маховика пружиной. При значительном износе торцевого уплотнителя, а также поломке пружины масло, минуя

компрессор, напрямую стекает на блок распределительных клапанов и далее в поддон двигателя. Эта неисправность может быть причиной выхода из строя не только компрессора (заклинивание из-за недостатка смазки), но и двигателя (проворот вкладышей коленчатого вала из-за масляного голодания).

Неполное открытие выпускных клапанов приводит к перетраву воздуха на выходе компрессора.

Наиболее сильно нагруженной деталью в компрессорах является коленчатый вал. Коленчатый вал компрессора подвергается изнашиванию, скручиванию, изгибу. При работе коленчатый вал приобретает следующие дефекты: изломы и трещины, прогиб вала, износ шпоночного паза, повреждение резьбы, износ коренных шеек, износ шатунных шеек.

Силы, приложенные к коленвалу, вызывают трение и износ его коренных и шатунных шеек, вкладышей, усталостные повреждения в области перехода шеек в щеки и в месте выходов масляных каналов. Кроме того, присутствуют крутильные, осевые, поперечные и другие колебания.

Естественные износы шеек обычно составляют 30-90 мкм, а максимальные, обычно, не превосходят 150 мкм. В капитальный ремонт могут приходить ДВС, износ коленвалов у которых, не ощущается (от до 20 % вале) и им как правило назначают лишь полировку коренных шеек.

Кроме естественных, у коленвалов часто приходится наблюдать износы коренных и шатунных шеек с четко выраженным аварийным характером. На таких шейках как правило присутствуют визуально определяемые следы задиров, заклиниваний (часто цвета побежалости) или большие односторонние износы. Под аварийными износами шеек коленвалов автомобильных и тракторных ДВС понимают износы в пределах 200-300 мкм, причем с выраженными признаками повреждения шеек.

Аварийные износы являются результатом схватывания (заедания, задиров) поверхностей. Схватывание является самым опасным видом износа и сопровождается не только аварийным характером поверхностей трения, но

может быть причиной и приводит к заклиниванию и излому деталей. При схватывании твердых поверхностей (например, закаленная сталь по закаленной стали) происходит приблизительно одинаковое их повреждение. В случае если трущиеся пары изготовлены из различных металлов, то как правило быстрее изнашивается та деталь, которая изготовлена из материала с меньшей твердостью, поскольку ее металл налипает (переносится) на деталь с большей твердостью. Схватывание обычно происходит по причинам масляного голодания трущихся пар; высоких удельных нагрузок и скоростей скольжения; перекосах и деформациях деталей и др.

Существует большое количество методов восстановления и упрочнения шеек коленчатых валов, целью применения которых является восстановление геометрии вала и получение прочных, износостойких покрытий.

2.11 Выбор рационального способа восстановления дефектов коленчатого вала компрессора трактора К-701.

Выбирают способ восстановления деталей с учетом характера, величины и места расположения дефектов, материала деталей, нагрузочных и температурных условий работы восстанавливаемых поверхностей, класса чистоты их обработки, производственных возможностей предприятий, для которых разрабатывается технология.

Основные оценочные критерии эффективности выбранного способа — полное восстановление физико-механических свойств, геометрических форм и размеров детали, обеспечивающих ее срок службы не менее чем до следующего капитального ремонта, стоимость восстановления детали должна быть меньше стоимости новой детали.

В настоящее время при восстановлении деталей в зависимости от характера и производственной программы ремонтного предприятия применяют методы: ручной, механизированный, виброконтактный и автоматический под слоем флюса электродуговых наплавов, гальванических

покрытий (хромирование, осталивание), газовой сварки и наплавки, пластической деформации, обработки поверхностей под ремонтные размеры.

Из этих способов такие, как вибродуговая и автоматическая наплавки под слоем флюса и др. гальванические покрытия, которые обеспечивают высокое качество восстанавливаемых деталей можно более эффективно применять при сравнительно большой программе восстановления деталей. В условиях специализированных ремонтных предприятий применению этих способов должно быть отдано предпочтение.

Во всех случаях для выбора наиболее целесообразного способа восстановления из нескольких вариантов, обеспечивающих требуемое качество детали, необходимо сопоставление цеховой себестоимости при разных способах восстановления. Рассчитывать себестоимость восстановления детали можно с различной точностью, которая будет определяться главным образом степенью точности в исчислении накладных расходов.

Известно, что цеховая себестоимость восстановления детали складывается из прямых и косвенных расходов. К прямым относятся заработная плата производственных рабочих и стоимость материалов, энергии и других средств, израсходованных на восстановление детали. Производственная заработная плата определяется расчетом прямой заработной платы путем умножения тарифной почасовой ставки соответствующего разряда работы на техническую норму времени по отдельным операциям и расчетом дополнительной заработной платы и начисления на заработную плату по соцстрахованию.

Стоимость расхода материалов определяют произведением прейскурантной цены на норму расхода соответствующих материалов по каждому маршруту. Нормы затрат труда и материалов устанавливают после разработки технологического процесса режимов работы.

К цеховым накладным расходам относятся: отчисления на амортизацию оборудования, приспособлений и инструмента, зданий и сооружений, на содержание и ремонт оборудования, ремонт зданий и

сооружений, силовую и осветительную электроэнергию и топливо, на содержание административно-технического персонала, служащих, вспомогательных рабочих и младшего обслуживающего персонала.

Часть этих расходов находится в прямой зависимости от способа восстановления и обработки детали, например отчисления на амортизацию применяемого оборудования, приспособлений и инструмента; расходы на силовую электроэнергию и топливо и т.п. Часть же накладных расходов — в малой зависимости от способа восстановления и применяемого оборудования (расходы, связанные с эксплуатацией цеховых зданий и сооружений, содержанием административно-технического персонала; расходы на осветительную электроэнергию и на топливо для отопления).

Точный расчет стоимости восстановления той или иной детали различными способами обычно весьма затруднителен. Поэтому для исчисления стоимости восстановления детали рекомендуется пользоваться приближенными значениями накладных расходов, учитывая лишь те из них, которые в значительной степени зависят от методов восстановления и обработки. Большей частью для таких расчетов могут быть использованы средние данные за прошлые годы.

Процент накладных расходов по отношению к производственным затратам не определяет характера организации производственного процесса, а зависит от ряда существенных факторов, в том числе и от степени механизации производственных процессов, соотношения числа административно-технических работников и производственных рабочих, состояния производственного оборудования и помещений. Механизация производственных процессов приведет к уменьшению числа рабочих, что при сохранении общецеховых расходов обусловит относительное увеличение накладных расходов.

В основе расчета стоимости восстановления детали — цеховые затраты — прямые, технологические и накладные. Все цеховые затраты, связанные с

восстановлением детали различными способами, можно разделить на две категории.

Затраты (А), величина которых существенно зависит от способа восстановления детали; это — заработная плата производственных рабочих, стоимость материалов (электродов, металла и т. п.) и следующие накладные расходы: амортизация технологического оборудования, инструмента и приспособлений, применяемых при данном способе восстановления, а также расходы, связанные с эксплуатацией оборудования, приспособлений и инструмента (стоимости их ремонта, электроэнергии, мелкого инструмента и т. п.). Величины этих затрат могут быть определены более точно

Затраты (В), не зависящие или зависящие в весьма малой степени от способа восстановления детали, например амортизации зданий и других сооружений, стоимость их содержания, стоимость осветительной электроэнергии, заработная плата цехового инженерно-технического персонала и другие общецеховые расходы.

Выбор рационального способа необходим для обеспечения требуемых характеристик поверхности, формы и точности после восстановления при условии минимально возможных трудоемкости и себестоимости.

Рациональный способ выбирают, исходя из следующих критериев:

- технологический (иначе говоря, критерий, учитывающий возможность применения способа);
- технический (учитывает долговечность после восстановления);
- технико-экономический (является обобщающим и решающим, поскольку учитывает в себе предыдущие критерии).

По технологическому критерию, исходя из конструктивно-технических особенностей детали, можно выбрать следующие:

- электроконтактную приварку стальной ленты;
- наплавку в среде углекислого газа;
- вибродуговую наплавку;

По техническому критерию оцениваем каждый способ (выбранный по технологическому критерию):

Определяем коэффициент долговечности:

$$K_d = K_i K_v K_s K_p, \quad (2.13)$$

где K_i , K_v , K_s – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий (таблица 53 [2]);

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_p = 0,8 \dots 0,9$.

- электроконтактная приварка стальной ленты:

$$K_d = 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,589;$$

- наплавка в среде углекислого газа:

$$K_d = 0,72 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,551;$$

- вибродуговая наплавка:

$$K_d = 1 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,527.$$

Так как у электроконтактной приварки стальной ленты $K_d \rightarrow \max$, то этот способ по техническому критерию рациональный.

Окончательно рациональный способ восстановления выбираем на основе технико-экономического критерия, с помощью коэффициента технико-экономической эффективности:

$$K_t = C_v / K_d, \quad (2.14)$$

где C_v – себестоимость восстановления 1 м^2 изношенной поверхности детали, руб.;

$$K_t = 24 / 0,589 = 40,7.$$

Так как $K_t \rightarrow \min$, то электроконтактная приварка стальной ленты считается эффективной.

2.12 Разработка ремонтного чертежа

Ремонтный чертеж разрабатывают на первом этапе технологического процесса восстановления детали.

Ремонтный чертеж разрабатывается согласно ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные». Ремонтный чертеж содержит информацию о всех дефектах детали, которые обозначаются утолщенной линией толщиной 2s, а также подписываются на полках линий выноса (например, «Деф. I»). В таблице на ремонтном чертеже сведены дефекты деталей, указаны коэффициенты их повторяемости, а также назначенные допустимый и основной способы восстановления. Кроме того, на ремонтном чертеже могут указываться дополнительные сведения, имеющие отношение к восстановлению, например, могут быть приведена информация по ремонтным размерам, приведены их значения и количество.

Также на ремонтном чертеже указывают маршрут движения детали при восстановлении, технические требования на восстановление. В поле материал основной надписи приводят материал восстанавливаемой детали, без указания вида заготовки.

Размеры на ремонтном чертеже указываются те, которые необходимы для дефектации и контроля восстановления дефектов, то есть номинальные размеры с их отклонениями.

2.13 Составление маршрутной карты восстановления вала коленчатого компрессора К-701

Маршрутная карта восстановления детали составляем с учетом возможных дефектов. Исходными данными для разработки маршрутной карты служит ремонтный чертеж детали, схема выбранного рационального способа восстановления детали, сведения для выбора оборудования, приспособлений и инструментов, разряд работы и нормы времени.

В процессе работы напильника возникают следующие дефекты:

- обломы и трещины;
- износ поверхности под втулки балансира;
- износ поверхности под кронштейн каретки.

Технологический процесс восстановления не включает операции по устранению трещин и обломов, так как такие цапфы бракуются при дефектовке.

При восстановлении цапфы рамы восстановительные операции идут первыми, а окончательными шлифование и термическая обработка.

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.

Устанавливаем следующую последовательность операций маршрутной технологии восстановления вала компрессора.

Операция 005. Моечная. Промываем деталь моечным раствором МС - 18, концентрации 15 г/л в моечной ванне ОМ - 1316 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. Принимаем $T_{ПЗ} = 2$ мин и $T_{ШТ} = 3$ мин. Работу выполняет мойщик 2 разряда.

Операция 010. Дефектовочная. С помощью микрометра МК - 25 измеряем диаметры посадочного места под подшипник. Все измерения проводятся на дефектовочном столе. При этом подготовительно-заключительное время $T_{ПЗ} = 5$ мин, штучное $T_{ШТ} = 5$ мин. Работу выполняет дефектовщик 5 разряда.

Операция 015. Токарная. После дефектации следует токарная операция. Для закрепления детали в центрах исправляем центровые отверстия. Вал закрепляем в патроне 3 - 06/28 на токарно-винторезном станке. Оправкой 3х2в определяем центры и при помощи сверла сверлим центровые отверстия и зенкуем. Подготовительно-заключительное время $T_{ПЗ} = 5$ мин, штучное $T_{ШТ} = 3,2$ мин. Работу выполняет токарь 3 разряда.

Операция 020. Слесарная. Подготовка ленты. $T_{п.з.} = 5$ мин., штучное время $T_{шт} = 3$ мин. Работу выполняет слесарь 2 разряда.

Операция 025. Сварочная. Производится приварка стальной ленты к цилиндрической поверхности с помощью установки для электроконтактной приварки 01-11-02. Тп.з.= 26 мин., Тшт.= 0,3 мин. Работу выполняет сварщик 3 разряда.

Операция 030. Термическая. Подвергаем поверхности под подшипники поверхностной закалке пламенем газовой горелки. По таблице 114 выбираем следующие режимы пламенной поверхностной закалки для стали 55:

- Температура закалки после Нп – 30ХГСА + АН – 348 А - 900...930°C;

- Охлаждающая среда – вода;

- Твердость после закалки HRC 62;

- Глубина закалки – 4 мм.

Кислород к месту закалки доставляем в стальных цилиндрических баллонах в сжатом состоянии под давлением 15 МПа. Ацетилен получаем от ацетиленового генератора АСП – 10 «Карбид в воду». Принимаем тип горелки СУ, номер наконечника № 0. Расход ацетилена 75 л/ч, кислорода 82 л/ч. Коэффициент смеси $\beta = O_2:C_2H_2 \sim 1:1,2$ – нормальное пламя. При этом подготовительно-заключительное время 5 мин, штучное 3 мин.

Операция 035. Шлифовальная. Производится шлифование вала заднего хода до нормального размера. Тп.з. = 16 мин., Тшт = 10,24 мин.

Операция 040. Контрольная. Производится проверка размеров и шероховатости, проверяют твердость поверхности. Тп.з. = 5 мин., Тшт. = 5 мин. Работу проводит контролер 5 разряда.

2.14 Расчет режимов и норм времени на токарную операцию

Для обработки посадочных поверхностей заготовки и восстанавливаемой детали выбираем универсальный токарно-винторезный станок 1К62.

Технические характеристики универсального токарно-винторезного станка 1К62:

Наибольший диаметр устанавливаемой детали:

- над станиной 400мм;
- над суппортом 200мм.

Расстояние между центрами:

- наименьшее 710мм;
- наибольшее 1400мм.

Частота вращения шпинделя в минуту:

- наименьшая 12,5;
- наибольшая 1600.

Подача в мм/об:

- наименьшая 0,05;
- наибольшая 2,8.

Мощность электродвигателя главного движения, кВт 10.

Габаритные размеры:

- длина 2522-3820 мм;
- ширина 1166 мм;
- высота 1324 мм..

Масса станка 2400 кг.

Материалы резцов

Применение твердых сплавов при обработке резанием позволили повысить в среднем скорости резания в 2-4 раза. Поэтому там, где это целесообразно, следует у инструментов рабочую часть выделять твердосплавной или с твердосплавным режущим элементом.

В инструментальном производстве применяют вольфрамовые, титановольфрамовые и титанотанталовольфрамовые твердые сплавы. Твердые сплавы получают путем прессования и спекания при высокой температуре (1500-2000°С) карбидов вольфрама, титана, тантала и кобальта (связки).

К титансвольфрамовым твердым сплавам относятся следующие марки: Т30К4, Т15К6, Т5К10, Т5К12, состоящие из карбидов титана и вольфрама и кобальта (связки).

Выберем марки твердых сплавов металлорежущих пластин:

- для чистовой обработки Т30К4.

Выберем резцы токарные проходные с пластинками из твердого сплава: чистовые широкие по ГОСТ 18881-73.

Следующая операция токарная. Обрабатываем резанием на станке 16К20 резцом 1-20×12-45° Т5К10 ГОСТ 6743 – 61 наплавленную поверхность.

Определяем режим резания.

Глубина резания $t = 1,5$ мм,

Подача $S = 0,20$ мм/об.

Скорость резания v выбираем из таблицы 11 [3] по глубине резания и подаче (резец из стали Т5К10) $V = 179$ м/мин. Выбранная скорость резания дана из условия обработки углеродистой стали с временным сопротивлением $\sigma = 650$ МПа. Для стали 55 соответствует предел прочности (временное сопротивление) $\sigma = 640$ МПа. Следовательно, можно не вносить поправку на изменение условия резания.

Определяем число оборотов:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot d}, \quad (2.15)$$

где V – скорость резания, м/мин;

d – диаметр обрабатываемой детали, мм.

$$n = \frac{179 \cdot 1000}{3.14 \cdot 63.6} = 896 \text{ об/мин.}$$

Принимаем максимальное паспортное число оборотов $n = 960$ об/мин без изменения глубины резания и подачи.

Расчет основного времени. Определяем расчетную длину обрабатываемой поверхности

$$L_x = l + y, \quad (2.16)$$

где y – величина врезания и перебега, мм. По таблице 38 [3] находим $y = 3.5$ мм при глубине резания не более 2 мм;

l – длина обрабатываемой поверхности детали, мм.

Длину обрабатываемой поверхности L в направлении подачи определяем по чертежу.

$$\text{Тогда } L = 213 + 3,5 = 216,5 \text{ мм.}$$

Основное время резания определяем по формуле

$$T_0 = L \cdot i / n \cdot S, \quad (2.17)$$

где i – число проходов ($i = 1$);

n – число оборотов шпинделя, об/мин ($n = 960$ об/мин);

S – подача, мм/об ($S = 0,20$ мм/об).

$$T_0 = 216,5 \cdot 1 / 960 \cdot 0,20 = 1,13 \text{ мин.}$$

По таблице 45 [3] определяем вспомогательное время на установку и снятие детали при тчении в самоцентрирующемся патроне с поджатием задним центром при массе детали до 10 кг $T_B = 1,75$ мин.

По таблице 40 основное время на снятие фаски на диаметре 60 мм и ширине фаски 3 мм составляет $T_0 = 0,20$ мин.

Вспомогательное время на снятие фасок 0,08 мин.

Определяем полное основное время на операцию:

$$T_0 = 1,13 + 0,20 = 1,23 \text{ мин,}$$

Вспомогательное время на всю операцию:

$$T_B = 1,75 + 0,08 = 1,83 \text{ мин,}$$

Оперативное время по формуле

$$T_{\text{оп}} = 1,23 + 1,83 = 3,06 \text{ мин,}$$

Дополнительное время, мин

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{оп}} \cdot k / 100, \quad (2.18)$$

где k – процентное отношение дополнительного времени к оперативному. По таблице 7 [3] определяем $k = 8\%$.

$$\text{Тогда } T_{\text{доп}} = 3,06 \cdot 8 / 100 = 0,24 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время определяем по таблице 45 [14].

Для станка с высотой центров 300 мм и средней подготовки к работе $T_{\text{пз}} = 12$ мин.

Тогда норма времени

$$T_{шт} = 1,83 + 1,23 + 0,24 + 12/73 = 3,5 \text{ мин.}$$

2.15 Расчет режимов и норм времени на электроконтактную приварку

Операционную карту разрабатываем на основную операцию. В операционную карту включаем все сведения, необходимые рабочему для выполнения: данные об оборудовании и приспособлении, содержание переходов.

Норму времени на электроконтактную приварку стальных лент рассчитываем по формуле:

$$T_n = T_o + T_v + T_{доп} + (T_{пз}/n), \quad (2.19)$$

где T_o – основное время приварки, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Принимаем $n = 22$ шт.

$T_v = 2 \dots 4$ мин.

Основное время:

$$T_o = \pi d l / V_n S, \quad (2.20)$$

где d – диаметр детали, м;

V_n – скорость приварки, м/мин;

l – ширина поверхности приварки, м;

S – шаг приварки, м, $S = 0,004$ м;

Скорость приварки вычисляем по формуле:

$$V_n = \pi d n / 1000, \quad (2.21)$$

где n – обороты шпинделя станка, $n = 5$ об/мин.

Скорость приварки:

$$V_n = 3,14 \cdot 5 \cdot 5 / 1000 = 0,35 \text{ м/мин}$$

$$T_o = 3,14 \cdot 0,063 \cdot 0,213 / 0,35 \cdot 0,004 = 3,5 \text{ мин}$$

Дополнительное время:

$$T_{доп} = (T_o + T_v) K / 100 \quad (2.22)$$

где $K = 8 \dots 10\%$

$$T_{\text{доп}} = (3,5 + 4) 10 / 100 = 0,75 \text{ мин}$$

Для работ средней сложности: $T_{\text{пз}} = 20 \text{ мин}$

$$T_{\text{п}} = 3,5 + 4 + 0,75 + 20 / 6 = 11,6 \text{ мин}$$

Производим шлифование поверхности цеек диаметром 63 мм.

Установим режим обработки: поперечная подача $t = 0,030 \text{ мм/ход}$;
продольная подача $S_{\text{пр}} = 20 \text{ мм/об}$; окружная скорость вращения детали $V_0 = 20 \text{ м/мин}$.

Частоту вращения детали определяем по формуле:

$$n = V_0 / \pi D, \quad (2.23)$$

где D – диаметр шейки, мм

$$n = 20 / 3,14 \cdot 0,063 = 289,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 290 \text{ мин}^{-1}$.

Число проходов для снятия припуска находим по формуле:

$$i = n / t, \quad (2.24)$$

где n – припуск на шлифование, мм

$$i = 0,2 / 0,03 = 6,6$$

Принимаем $i = 7$.

Основное время определяем по формуле:

$$T_0 = L i K_z / n S_{\text{пр}}, \quad (2.25)$$

где K_z – коэффициент запаса, $K_z = 1,5$

$$T_0 = 213 / 1,5 / 290 \cdot 20 = 0,27 \text{ мин}$$

Вспомогательное время берем из [14]:

$$T_{\text{в}} = 1,6 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,75 + 0,8 + 0,11 + \frac{11}{12} = 2,58 \text{ мин.}$$

2.16 Расчет норм времени на шлифовальную операцию

Определяем припуск на обработку

$$h = (D - d)/2, \quad (2.26)$$

где D – диаметр заготовки, мм ($D = 60,5 \pm 0,1 \text{ мм}$);

d – диаметр детали, мм.

По диаметру шлифуемой поверхности по таблице 84 /3/ принимаем поперечную подачу (глубина шлифования) 0,01 мм, окружная скорость детали 25 м/мин.

По принятой поперечной подаче определяем число проходов

$$i = 0,25/0,01 = 25.$$

Шлифование производим на круглошлифовальном станке 3Б151 шлифовальном кругом ПП 600×32×305 – Э –Б. Диаметр шлифовального круга 600 мм, ширина 32 мм.

Тогда продольная подача, мм/об

$$S_{\text{пр}} = B_{\text{к}} \cdot \beta, \quad (2.27)$$

где $S_{\text{пр}}$ – продольная подача, мм/об;

$B_{\text{к}}$ – ширина шлифовального круга, мм;

β – продольная подача в долях ширины круга.

$$S_{\text{пр}} = 32 \cdot 0,30 = 9,6 \text{ мм/об.}$$

После установления режимов резания определяем основное время, мин

$$T_0 = K_3 \cdot L \cdot i / (n \cdot S_{\text{пр}}), \quad (2.28)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности с учетом врезания и перебега шлифовального круга, мм;

n – число оборотов в минуту, об/мин;

i – число проходов;

K_3 – коэффициент зачистых ходов ($K_3 = 1,2 \dots 1,7$).

Длина обрабатываемой поверхности

$$L = 213 + 32 = 245 \text{ мм,}$$

Число проходов

$$n = 25 \cdot 1000 / (3,14 \cdot 60 \cdot 0,5) = 132 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 130$ об/мин.

$$T_0 = 1,3 \cdot 245 \cdot 25 / (132 \cdot 11,2) = 5,4 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали находим по таблице 90 /3/ $T_B = 0,6$ мин,

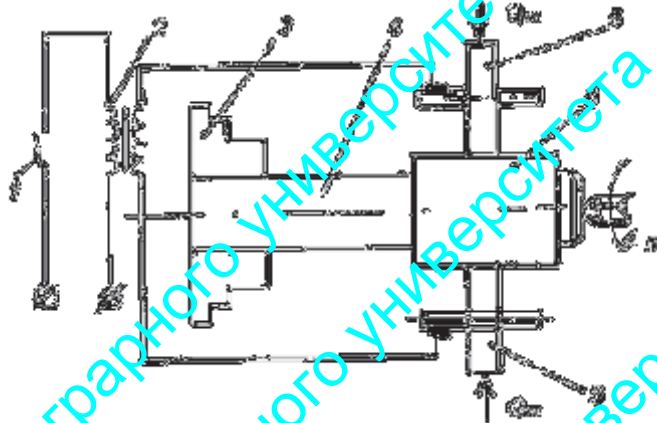
Дополнительное время $T_{\text{доп}} = (5,4 + 0,06) \cdot 100 = 0,54$ мин.

Подготовительно-заключительное время определяем по таблице 92 /3/
 $T_{\text{ПЗ}} = 10$ мин.

Тогда $T_{\text{шт}} = 5,2 + 0,6 + 0,53 + 10/73 = 6,54$ мин.

Последняя операция контрольная. Все контрольные измерения производим на контрольном столе ОРГ -45- 090 -05. Твердость поверхности измеряем при помощи твердомера ТК-2 ГОСТ 13407 – 67, HRC не менее 58.. Шероховатость поверхностей Ra 2, образцы шероховатости поверхности ГОСТ 9378 – 60

					ВКР.35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00 ПЗ				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Стено для электроконтактной приварки металлической ленты	Литера		Лист	Листов
Разраб.	Гумеров					у		1	
Проверил	Гималтдинов					Казанский ГАУ Каф. Э и РМ			
Н. контр.	Гималтдинов								
Утв.	Адигамов Н Р								



1- прерыватель, 2-трансформатор, 3-патрон для крепления деталей. 4- вращаемая деталь, 5-роликовые электроды, 6-лента

Рисунок 3.2 – Схема электроконтактной приварки ленты на вал

Ток подается импульсами за счет специального прерывателя на деталь и присадочную ленту через сварочные ролики.

Продолжительность импульса составляет около 0,02...0,16 сек., сила тока 4...30 кА.

Деталь вращается со скоростью пропорциональной частоте импульсов тока и продольной подачей цилиндрических электродов за счет этого происходит перекрытие точек.

Важно установить такую осевую скорость поверхности детали чтобы добиться перекрытия площадей сварочных точек друг другом не менее чем на 25%.Преимущества:

- 1 минимальное термическое воздействие;
- 2 высокая производительность процесса;
- 3 низкий расход присадочного материала;
- 4 получение поверхностей с заданными трибологическими свойствами
- 5 регулирование толщины слоя от 0,3...1,5 мм.;
- 6 минимальная механическая обработка после наплавки;

Оборудование:

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00

Лист

В конструкции применяется сварочные ролики, источник питания - трансформатор, мощностью 75 кВт, прерыватель сварочный. Приспособление применяется совместно с токарно-винторезным станком 1К62.

3.2 Технические характеристики

1. Интервал диаметров восстанавливаемых деталей, мм.....20-200
2. Максимальная длина восстанавливаемой детали, мм.....1200
3. Частота вращения детали, мин⁻¹.....0,15-15
4. Скорость перемещения при сварочных роликах, мм/мин.....4,5-450
5. Производительность, 100 см²/мин.....100
6. Усилие прижатия, кН.....1,4-1,6

Материал из которых изготавливают приварочную ленту выбирают исходя из твердости которую необходимо получить.

3.3 Принцип работы станда

Восстанавливаемая деталь 6 крепится трехлапчковым патроне 3 или в цетрах, между сварочными роликами 5 и деталью устанавливается привариваемый материал. За счет давления пневмоцилиндров ролики плотно прижимают материал к детали. Сварочный ток подается от трансформатора

2. Продолжительность цикла регулируется прерывателем тока. В зоне контакта сварочных роликов и детали происходит расплавление тонких слоев поверхности детали и присадочного материала а под действием усилия роликового электрода и деформируются и свариваются.

3.4 Обоснование необходимости модернизации установки

В существующих конструкциях приспособлений для электроконтактной приварки металлического слоя, при эксплуатации, наблюдается появление люфта в сварочных роликах, который приводит к снижению качества наплавленного слоя. Из за недостаточного перекрытия сварочных площадей. Поэтому предлагается более надежная конструкция сварочных роликов и правильный подбор материала электродов.

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

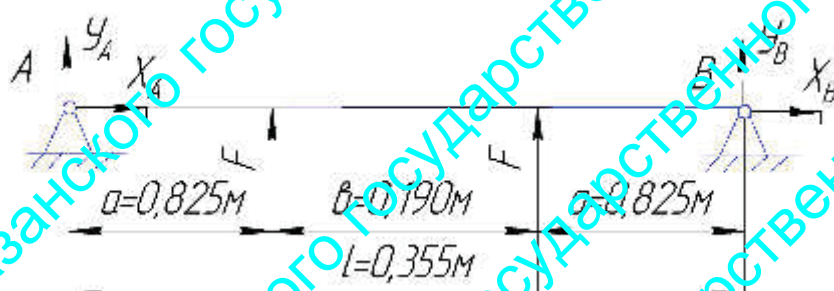
В основном электроды изготавливаются из бронзы БрХ или БрНБТ, закрепленных на стальном валу из стали 45. По этой причине, электроды необходимо изготовить из этих материалов, а при приварке материалов с повышенной электропроводностью наиболее выгодно применить сплавы ВМ, ВМ1, ВМ2. В разрабатываемой конструкции роликового электрода, предлагается выполнить бронзовые электроды БрХ, широко применяемую во многих аппаратах контактной сварки. Высокая скорость нагрева становится причиной ускорения диффузионных процессов. Что в свою очередь является причиной усиленного износа электрода, сопряжению вал-втулка, появлению на поверхности оплавлений, следов деформации, налипания частиц металла, появляется сильный люфт роликового электрода, что сильно ухудшает качество восстановленных поверхностей деталей.

Для устранения этих дефектов нами предлагается модернизировать установку для электроконтактной приварки, а именно:

- рассчитать минимальную толщину клещевины установки;
- спроектировать и разработать новую конструкцию привода роликового электрода.

3.5 Конструктивные расчеты

Расчет усилия



Используем метод Верещагина для определения прогибов.

Для этого к центру балки прикладываем единичную силу.

Определим реакции в опорах А и В.

Запишем сумму моментов относительно т.А.

$$\sum M_A = 0, \quad \sum M_A = y_B \cdot l - 1 \cdot \frac{l}{2} \quad (3.1)$$

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

(3.2)

(3.3)

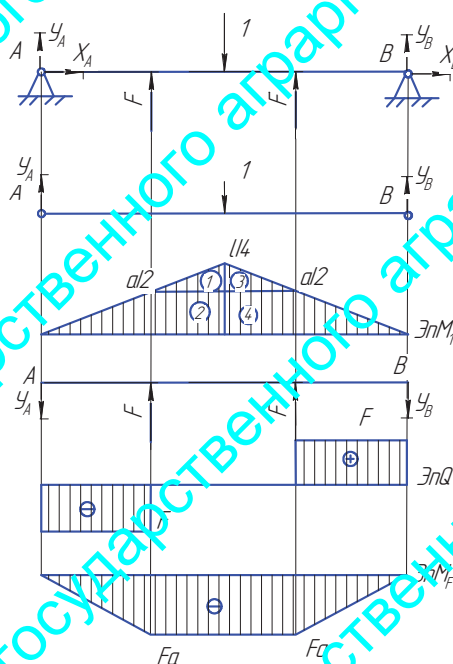
Запишем сумму моментов относительно т.В.

$$\sum M_B = 0, \quad (3.4)$$

$$\sum M_B = y_A \cdot l - 1 \cdot \frac{l}{2} \quad (3.5)$$

$$y_B = \frac{1}{l} \quad (3.6)$$

Строим эпюру изгибающих моментов от единичной силы (ЭпМ).



Рассмотрим сечение 1-1

$$0 \leq x_1 \leq \frac{l}{2} \quad (3.7)$$

При $x_1 = 0$ $M_{x_1} = 0$,

$$\text{при } x_1 = \frac{l}{2} \quad M_{x_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{l}{4}. \quad (3.8)$$

Рассмотрим сечение 2-2

$$0 \leq x_2 \leq \frac{l}{2} \quad (3.9)$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00

Лист

$$\begin{aligned} \text{При } x_2 = 0 \quad M_{x2} &= 0, \\ \text{при } x_2 = \frac{l}{2} \quad M_{x2} &= \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{l}{4}. \end{aligned} \quad (3.10)$$

Строим эпюру изгибающих моментов от силы F (грузовая эпюра)

Рассмотрим сечение 1-1

$$0 \leq x_1 \leq a \quad (3.11)$$

$$M_{x1} = -y_A \cdot x_1; \quad (3.12)$$

$$\text{При } x_1 = 0 \quad M_{x1} = 0,$$

$$\text{при } x_1 = a \quad M_{x1} = -F \cdot a \quad (3.13)$$

Рассмотрим сечение 2-2

$$0 \leq x_2 \leq \frac{l}{2} \quad (3.14)$$

$$M_{x1} = -y_A (x_2 + a) + F \cdot x_2 \quad (3.15)$$

$$\text{При } x_2 = 0 \quad M_{x2} = -F \cdot a, \quad (3.16)$$

$$\text{при } x_2 = a \quad M_{x2} = -F \cdot (a + b) + F \cdot b = -F \cdot a. \quad (3.17)$$

Рассмотрим сечение 3-3

$$\begin{aligned} 0 \leq x_3 \leq a \\ M_{x3} = -y_A \cdot x_3; \end{aligned} \quad (3.18)$$

$$\text{При } x_3 = 0 \quad M_{x3} = 0,$$

$$\text{при } x_3 = a \quad M_{x3} = -F \cdot a. \quad (3.19)$$

Прогиб по методу Верещагина:

$$\Delta = \frac{\sum \omega_{1i} \cdot y_{ci}}{EI} \quad (3.20)$$

где ω_i - площадь i -го участка единичной эпюры изгибающих моментов;

y_a - ордината центра тяжести i -го участка единичной эпюры на грузовой эпюре;

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

E - модуль упругости первого рода, $E = 2,1 \cdot 10^8$ МПа;

I - осевой момент инерции стенки, мм^4

Таблица 3.1 - Результаты расчетов

	ω_i	y_{ci}	$\omega_{li} \cdot y_{ci}$
1	$\frac{1}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \left(\frac{l}{4} - \frac{a}{2} \right)$	$-F \cdot a$	$-F \cdot a \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \left(\frac{l}{4} - \frac{a}{2} \right)$
2	$\frac{a \cdot b}{4}$	$-F \cdot a$	$-F \cdot a \cdot \frac{a \cdot b}{4}$
3	$\frac{1}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \left(\frac{l}{4} - \frac{a}{2} \right)$	$-F \cdot a$	$-F \cdot a \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \left(\frac{l}{4} - \frac{a}{2} \right)$
4	$-F \cdot a$	$-F \cdot a$	$-F \cdot a \cdot \frac{a \cdot b}{4}$

$$\sum \omega_{li} \cdot y_{ci} = -F \cdot a \cdot \frac{b}{2} \cdot \left(\frac{l}{4} - \frac{a}{2} \right) - F \cdot a \cdot \frac{a \cdot b}{2} = -F \cdot \left(a^2 \cdot \frac{b}{2} + a \cdot b \cdot \frac{(l-2a)}{8} \right) \quad (3.21)$$

Определим осевой момент инерции клещевины.

$$I = I_1 - 9I_2 - 2I_3 + 6I_4, \quad (3.22)$$

где I_1 - осевой момент инерции целой клещевины, мм^4 ;

I_2 - осевой момент инерции окружности 8 мм, мм^4 ;

I_3 - осевой момент инерции прямоугольных вырезов, мм^4 ;

I_4 - осевой момент инерции окружности 10 мм, мм^4 .

$$I_1 = \frac{b \cdot h^3}{12}, \quad (3.23)$$

где b - ширина стенки, мм;

h - высота стенки, мм;

$$I_1 = \frac{355 \cdot 16^3}{12} = 29583,33 \text{ мм}^4.$$

$$I_2 = 0, \quad I_3 = 0, \quad I_4 = 0,1 \cdot 8^4 = 409,6 \text{ мм}^4. \quad (3.24)$$

$$I_3 = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{46 \cdot 10^3}{12} = 3833,33 \text{ мм}^4. \quad (3.25)$$

$$I_4 = 0,1d^4 = 0,1 \cdot 10^4 = 1000 \text{ мм}^4. \quad (3.26)$$

$$I = 29583,33 - 9 \cdot 409,6 - 2 \cdot 3833,33 + 6 \cdot 1000 = 12230,23 \text{ мм}^4.$$

Определим усилие.

$$F = \frac{\Delta \cdot E \cdot I}{\left(a^2 \cdot \frac{b}{2} + a \cdot b \cdot \frac{(l-2a)}{8} \right)} = \frac{0,7 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 12230,263}{\left(82,5^2 \cdot \frac{190}{2} + 82,5 \cdot 190 \cdot \frac{(355-2 \cdot 82,5)}{8} \right)} = 869,51 \text{ Н.} \quad (3.27)$$

Мы предлагаем усилить плещевину, приняв минимальную толщину стенки 16 мм.

Вычислим осевые моменты инерции с учетом изменений мм⁴.

Тогда прогиб равняется:

$$\Delta = \frac{-F \cdot \left(a^2 \cdot \frac{b}{2} + a \cdot b \cdot \frac{(l-2a)}{8} \right)}{EI} = \frac{-869,51 \cdot \left(82,5^2 \cdot \frac{190}{2} + 82,5 \cdot 190 \cdot \frac{(355-2 \cdot 82,5)}{8} \right)}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 80769,93} = 0,048 \leq [\Delta]$$

$$[\Delta] = 0,001 \cdot l = 355 \cdot 0,001 = 0,355 \text{ мм}$$

$$0,048 \text{ мм} \leq 0,355 \text{ мм}.$$

Условие жесткости выполняется.

3.6 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению

Во время проведения сварочно-наплавочных работ существует повышенная опасность увеличения травматизма.

Для снижения травматизма на производстве при проведении сварочно-наплавочных работ необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности, пожарной безопасности, электробезопасности и производственной санитарии.

Каждый специалист, работающий на сварочно-наплавочных работах в обязательном порядке должен проходить обучение и обладать профессиональными навыками.

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

При проведении ремонтно-восстановительных работ широко применяют такие виды сварки как электродуговая сварка посылными электродами, сварка в среде защитных газов, сварка неплавящимися электродами.

В качестве защитных газов применяют углекислый газ, гелий, азот, аргон.

Вредными факторами при проведении сварочно-наплавочных работ является: мощное световое излучение от сварочной дуги, разбрызгивание расплавленного металла, выделение огромного количества вредных газов и пыли.

Важным условием обеспечения безопасных условий работы сварщиков является наличие приточно-вытяжной вентиляции.

Забор воздуха должен производиться как при помощи зондов над зоной проведения сварочно-наплавочных работ так и с нижней части оборудования через отверстия в крышке сварочного стола, в виду того что углекислый газ в 1,5 раза тяжелее воздуха, и в зоне сварки может присутствовать марганцевые и кремниевые окислы.

Лицо и глаза сварщика должны быть закрыты сварочной маской или щитком со светофильтрами.

Сварщик должен быть одет в спецодежду, обработанную огнестойкой пропиткой для защиты от ожогов.

Опасность поражения человека током возникает при касании им незащищенных токоведущих частей сварочных трансформаторов, выпрямителей, преобразователей, электропроводов и другого оборудования под напряжением. Возникает опасность и при касании частей этого оборудования, "не" находящегося под напряжением, но случайно оказавшегося под напряжением в результате нарушения или повреждения изоляции.

Для защиты людей от поражения током при касании корпусов электросварочного и наплавочного оборудования в случае замыкания питающей электросети на это оборудование создают защитное заземление. Правильно выполненное и исправное защитное заземление обеспечивает прохождение тока

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

замыкания из питающей электросети через место замыкания, заземляющее устройство, заземлители и далее в землю.

3.6.1 Расчет вентиляции на участке по восстановлению деталей приваркой стальных лент

В дипломном проекте разработан технологический процесс и участок по восстановлению деталей приваркой стальных лент. В процессе восстановления валов выделяются вредные газы, поэтому возникает потребность в искусственной (механической) вентиляции.

Рассчитывается производительность вентилятора

$$W_B = K_3 \cdot W, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.28)$$

где K_3 – коэффициент запаса учитывающий подсосы воздуха в воздухопроводе, $K_3 = 1,5 \dots 2,0$.

W – воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$W = V_0 \cdot K, \quad (3.29)$$

где K – кратность воздухообмена, $1/\text{ч}$.

V_0 – объем помещения, м^3 .

$$V_0 = a \cdot b \cdot h \quad (3.30)$$

где a , b и h – длина, ширина и высота помещения соответственно, м.

$$V_0 = 10 \cdot 6 \cdot 3 = 180 \text{ м}^3$$

Кратность воздухообмена – показывает, сколько раз в помещении происходит смена воздуха в течение часа.

$K = 4 \dots 5$ раза в ч

$$W = 180 \cdot 5 = 900 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$W_B = 2 \cdot 900 = 1800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Рассчитываются потери напора на прямых участках труб:

$$H_{\text{нп}} = \frac{\varphi_i \cdot l_T \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{ср}}^2}{2d_T}, \text{ Па} \quad (3.31)$$

где φ_i – коэффициент, учитывающий сопротивление труб (для железных труб $\varphi_i = 0,02$);

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

V_{cp} – средняя скорость воздуха, $V_{cp} = 4 \dots 12$ м/с;

ρ_B - плотность воздуха, $\rho_B = 1,2$ кг/м³ при 15°C;

l_T – длина участка трубы, м;

d_T – принятый диаметр труб на участке, м.

$$l_1 = 1,1 \text{ м}; \quad d_T = 0,25 \text{ м}; \quad V_{cp} = 8 \text{ м/с}$$

$$l_1 = 1,1 \text{ м}$$

$$H_{1HP} = \frac{0,02 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,25} = 33,79 \text{ Па}$$

$$l_2 = 2,6 \text{ м}$$

$$H_{1HP} = \frac{0,02 \cdot 2,6 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,25} = 80,05 \text{ Па}$$

$$l_3 = 0,8 \text{ м}$$

$$H_{3HP} = \frac{0,02 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,25} = 3,03 \text{ Па};$$

$$l_2 = 4 \text{ м}$$

$$H_{2HP} = \frac{0,02 \cdot 4 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,25} = 123,16 \text{ Па};$$

Рассчитываются местные потери напора в переходах

$$H_M = 0,5 \varphi_M \cdot V_{CP}^2 \rho_B, \quad (3.32)$$

где φ_M - коэффициент местных потерь при $\alpha = 90^\circ$, $\varphi_M = 1,1$

$$H_{1M} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ Па}$$

Так как у нас три поворота на 90 градусов, то

$$H_{1M} = H_M - H_{3M} = 42,2 \text{ Па}$$

Определяются суммарные потери напора на участке ($H_{yч}$) и в целом на линии (H_L) по формуле

$$H_{yч} = H_{HP} + H_M, \quad (3.33)$$

$$H_L = \sum H_{yч} = H_B \quad (3.34)$$

где H_B – напор вентилятора, Па

$$H_L = 33,79 + 80,05 + 3,03 + 123,16 + 3 \cdot 42,2 = 376,63 \text{ Па}$$

По номограмме выбирается номер вентилятора $N_B = 2,5$;

$$\eta_B = 0,56; A = 2500; Ц4 - 70$$

Вычисляется частота вращения вала вентилятора

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$n_B = \frac{A}{N}, \text{ об/мин} \quad (3.35)$$

$$n_B = \frac{2500}{2,5} = 1000 \text{ об/мин}$$

Рассчитывается мощность электродвигателя для вентилятора

$$P_{Э.д} = \frac{H_B \cdot W_B}{3,6 \cdot 10^6 \eta_B \eta_{\Pi}}, \text{ кВт} \quad (3.36)$$

где H_B – полное давление вентилятора, Па;

W_B – производительность вентилятора, м³/ч

η_{Π} – коэффициент полезного действия вентилятора, $\eta_{\Pi} = 0,56$

η_{Π} – коэффициент полезного действия передачи, $\eta_{\Pi} = 0,90 \dots 0,95$.

Принимаем $\eta_{\Pi} = 0,90$

$$P_{Э.д} = \frac{376,63 \cdot 1800}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,56 \cdot 0,90} = 0,37 \text{ кВт}$$

По ГОСТ 15150-69 выбираем марку электродвигателя исполнения УЗ, тип 4А63В6УЗ – 0,4 кВт, 890 об/мин. С целью уменьшения шума создаваемого вентиляционной системой следует добиваться следующих условий:

Таким образом, был произведен расчет местного вентиляционного устройства для обеспечения нормальной вентиляции на рабочем месте при наплавке в среде защитных газов. Схема местной вентиляционной установки на участке наплавки представлена на 8 листе графической части проекта.

Инструкция по безопасной работе с приспособлением представлена в приложении.

3.7 Физическая культура на производстве

Работа слесарей работающие на стационарных установках требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений.

Работа на столе для сварочных выполняется стоя. Кроме того выполнение данной операции требует поднятия и переноса тяжести. Отсюда следует выделить следующие основные нагрузки на тело рабочего. Сердечнососудистая система человека при вертикальном положении тела испытывает значительно

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

большие нагрузки, чем при деятельности сидя или лежа. Работа стоя приводят к существенным нагрузкам на суставы ступней, коленей, тазобедренные суставы и межпозвоночные хрящи, недостаточному сокращению мышц, особенно икроножных. Причем длительное стояние утомляет ноги больше, чем ходьба. Даже незначительная дополнительная нагрузка на опорно-двигательный аппарат существенно увеличивает импульсные (ударные) нагрузки.

С целью профилактики влияния негативных факторов условий труда, создания предпосылок к ускоренному высокопроизводительному труду, предупреждения профессиональных заболеваний и травматизма необходимо использовать средства физической культуры, как для активного отдыха, так и для восстановления работоспособности в рабочее и свободное время. Предлагается выполнение следующих упражнений: упражнения в потягивании; упражнения для мышц туловища, рук и ног (сокращение и растягивание, сменяющиеся расслаблением); упражнения махового характера для различных мышечных групп, приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу, маховые движения ногами, позволяющие расслабить мышцы голени и стопы, упражнения в расслаблении наиболее активно работающих мышечных групп с динамическими усилиями для других, упражнения на точность и координацию движений.

3.8 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяются по формуле [14]:

$$C_{\text{п.констр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{н.кл}}, \quad (3.57)$$

где $C_{\text{к}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{\text{сб.п}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$C_{\text{накл}}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{\text{нац}}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяется по формуле стр.115 [14]

$$C_k = Q_{\text{п}} \cdot C_{\text{к.д}}, \quad (3.38)$$

где $Q_{\text{п}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$C_{\text{к.д}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$C_k = 25 \cdot 100 = 2500$ руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются по формуле стр.116 [14]

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (3.39)$$

где $C_{\text{зп}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{м}}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяется по формуле стр.116 [14]

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}}, \quad (3.40)$$

где $C_{\text{пр}}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{\text{соц}}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основная заработная плата определяется по формуле стр.117 [14]

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{ср}} \cdot K, \quad (3.41)$$

где $T_{\text{ср}}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$Z_{\text{ч}}$ – часовая ставка рабочих, руб.;

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00

Лист

K_t – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ($K_t=1,025\dots 1,03$).

$$C_{пр} = 90 \cdot 9 \cdot 1,03 = 843 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.117 [14]

$$C_{доп} = \frac{(5\dots 12) \cdot C_{пр}}{100} \quad (3.42)$$

$$C_{доп} = \frac{10 \cdot 843}{100} = 84,3 \text{ руб}$$

Начисления по соц. страхованию определяются по формуле стр.117 [14]

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (C_{пр} + C_{д})}{100} \quad (3.43)$$

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (843 + 84,3)}{100} = 40,41 \text{ руб}$$

$$C_{зп} = 843 + 84,3 + 40,41 = 967 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяется по формуле стр.117 [14]

$$C_m = Ц \cdot Q_3, \quad (3.44)$$

где Ц – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Масса заготовки определяется из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_3}, \quad (3.45)$$

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{заг} = \frac{60}{0,8} = 75 \text{ кг.}$$

$$C_m = 100 \cdot 75 = 7500 \text{ руб.}$$

$$C_{м} = 967 + 7500 = 8467 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3=0,29\dots 0,99$).

Зарботная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле стр.117 [14]

$$C_{зп.сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб} \quad (3.46)$$

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где $C_{сб}$, $C_{д.сб}$, $C_{соц.сб}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется по формуле стр.118 [14]

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot Z_{ч} \cdot K_t, \quad (3.47)$$

где $T_{сб}$ – трудоемкость на сборку конструкции, чел.·час.

$$C_{сб} = 4 \cdot 90 \cdot 1,03 = 370 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.118 [14]

$$C_{д.сб} = \frac{(5...12)C_{сб}}{100} \quad (3.48)$$

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 370}{100} = 37 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле стр.118 [14]

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(C_{сб} + C_{д.сб})}{100} \quad (3.49)$$

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(370 + 37)}{100} = 17,908 \text{ руб.}$$

$$C_{зп.сб.п} = 370 + 37 + 17,908 = 425 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяются по формуле стр.118: [14]

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \cdot \Pi_{оп}}{100}, \quad (3.50)$$

где $C_{пр}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$\Pi_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, ($\Pi_{оп} = 69,5$).

$$C_{оп} = \frac{1019 \cdot 69,5}{100} = 708 \text{ руб.}$$

$$C_{констр} = 2500 + 8467 + 4500 \cdot 1,5 + 425 + 708 = 19000 \text{ руб.}$$

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 3.2 Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№п/п	Наименование	Единица измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектный
1	Масса конструкции	кг	110	75
2	Балансовая стоимость	руб	24250	1900
3	Потребляемая мощность	кВт	2,2	2,2
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел.ч	90	90
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	110	110
10	Время цикла	ч	0,8	0,4

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия [7]

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.51)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

τ – коэффициент использования рабочего времени смены

($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00

Лист

$$W_{\text{ч0}} = \frac{60 \cdot 0.6}{48} = 0,75 \text{ шт./час}$$

$$W_{q1} = \frac{60 \cdot 0.6}{24} = 1.5 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле [7]:

$$M_e = \frac{G}{W \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сд}}}, \quad (3.51)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{110}{1 \cdot 110 \cdot 5} = 0,2 \text{ кг/шт}$$

$$M_{e1} = \frac{75}{1,8 \cdot 110 \cdot 5} = 0,075 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле [7]:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{сод}}}, \quad (3.52)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{\text{eo}} = \frac{24250}{0,75 \cdot 110} = 293 \text{ руб./шт}$$

$$F_{e1} = \frac{19000}{1,5 \cdot 110} = 116 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находится из выражения [4]:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (3.53)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ чел./шт}$$

Себестоимость работы определяется по формуле [4]:

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A. \quad (3.54)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле [7]:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_{\text{е}}, \quad (3.55)$$

$$C_{\text{зп0}} = 90 \cdot 1,33 = 119,7 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{зп1}} = 90 \cdot 0,66 = 59,4 \text{ руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле [7]:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \Delta_{\text{е}}, \quad (3.56)$$

где $C_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$\Delta_{\text{е}}$ – энергоемкость процесса, кВт/шт

Энергоемкость процесса определяется из выражения [7]:

$$\Delta_{\text{е}} = \frac{N_{\text{е}}}{W_{\text{з}}}, \quad (3.57)$$

где $N_{\text{е}}$ – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$W_{\text{з}}$ – часовая производительность конструкции; ед./ч

$$\Delta_{\text{е0}} = \frac{2,2}{0,75} = 2,93 \text{ кВт/шт}$$

$$\Delta_{\text{е1}} = \frac{2,2}{1,5} = 1,46 \text{ кВт/шт}$$

$$C_{\text{э0}} = 2,81 \cdot 2,93 = 8,23 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{\text{э1}} = 2,81 \cdot 1,46 = 4,102 \text{ руб/кВт}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по ф-ле [7]:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.58)$$

где $N_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто}} = \frac{24250,8}{100 \cdot 0,75 \cdot 110} = 23 \text{ тыс. руб./шт}$$

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$C_{\text{рто1}} = \frac{19000 \cdot 8}{100 \cdot 1,5 \cdot 110} = 9,2 \text{ тыс. руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяются по формуле [7]:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.59)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{22450 \cdot 13}{100 \cdot 0,75 \cdot 110} = 35,37 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{19000 \cdot 13}{100 \cdot 1,5 \cdot 110} = 14,9 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_0 = 119,7 + 8,23 + 23 + 35,37 = 186,3 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_1 = 59,4 + 4,102 + 9,2 + 14,9 = 87,6 \text{ тыс. руб./шт}$$

Приведенные затраты определяются по формуле [7]:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k \quad (3.60)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив0}} = 186,3 + 0,15 \cdot 293 = 230 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{прив1}} = 87,6 + 0,15 \cdot 116 = 105 \text{ тыс. руб./шт}$$

Годовая экономия определяется по формуле [7]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.61)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (186,3 - 87,6) \cdot 0,75 \cdot 110 = 8142 \text{ тыс. руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле [7]:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot \Delta K$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения, руб. ($\Delta K = F \cdot e_1$)

$$E_{\text{год}} = 8142 - 0,15 \cdot 116 = 8124 \text{ тыс. руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле [7]:

					ВКР 35.03.06.007.18.СЭП.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.62)$$

где C_{61} – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{19000}{8124} = 2,33 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле [7]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6} \quad (3.63)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{8142}{19000} = 0,42$$

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	0,75	1,5	200
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	293	116	39,59
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	2,93	11,46	-
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,2	0,075	37
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	1,33	0,66	49
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	35,37	15,1	42
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	236	105	45,6
8	Годовая экономия, руб.	-	8142	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	8124	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	2,33	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,42	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день основной объем себестоимости ремонта составляют затраты на новые запасные части и узлы, правильная организация восстановления изношенных деталей позволяет существенно снизить затраты на ремонт, избежать дефицита новых запасных частей и, как следствие, уменьшить время простоя техники, сократить сроки ремонта.

Предлагаемая технология восстановления посадочных мест под подшипники позволяет снизить себестоимость продукции, так затраты на восстановление значительно ниже новой детали.

Предлагаемая конструкция приспособления для приварки позволяет существенно повысить качество восстанавливаемых поверхностей. Срок окупаемости капитальных вложений, от внедрения приспособления составляет 2,33 года, экономический эффект 8124 тыс. рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочедамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»/под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007, – 77с.
2. Агеев В.А. Методика расчета геометрии камер сгорания и охлаждения высокоскоростного газопламенного напыления // Сварочное производство, 1993. – №3.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912с.: ил.
4. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. И доп. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.
5. Бабенко Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов. Методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию. – Хабаровск, Изд-во ДГАПС, 1997. – 65 с.
6. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990.
7. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
8. Газотермическое напыление: Учеб. пособие / кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.: ил.
9. Галиев И. Г. Методические указания к выполнению курсовой работы по «Организации технического сервиса». – Казань: КазГАУ, 2007, – 42 с.
10. Дайнеко В. А. Эксплуатация электрооборудования и устройств автоматики. Учебное пособие/В.А.Дайнеко, Е.П.Забелло, Е.М.Прищепова -

М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. - 333 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010296-2, 300 экз.

11. Ермаков Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 11с.

12. Молчанов Б.С. Проектирование промышленной вентиляции. Стройиздат, 1970. – 239 с.

13. Российские аналоги зарубежной сельскохозяйственной техники, импортозамещение агрегатов, запасных частей и расходных материалов: науч. издание / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, П.И.Бурак и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. - 340 с.

14. Серый И. С., Смелов А. П., Черкун В. Е. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991, – 184 с.

15. Справочник по вентиляторам. М.: Гос. изд. лит. по строительству и архитектуре, 1994. – 248 с.: ил.

16. Теплотехника: Учеб. для вузов. Под ред. А.П. Баскакова. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

17. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, Б. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.: ил.

18. Усков В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей. Брянск, 1993. – 589 с., ил.

19. Федеральный закон от 23 июня 1999 года «Об основах охраны труда в Российской Федерации»

20. Хасуи А., Моригаки С. Наплавка и напыление / Пер. с яп. В.Н. Попова; Под. ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.: ил.

21. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Организация и технология восстановления деталей машин: науч. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. - 568 с

22. Шариков Л. П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие. – М.: изд-во Альфа-пресс, 2009. – 216 с.