

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

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

Тема: «Проектирование участка по ремонту двигателей с разработкой прессы для правки коленчатых валов»

Шифр 23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ

Студент группы Б272-08у  Шилов Константин Максимович

Руководитель доцент



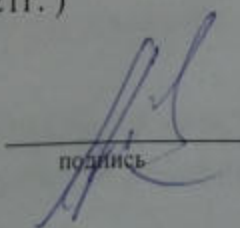
подпись

Сафиуллин И.Н.

Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 10 от «9» 03 2021г.)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание



подпись

Адигамов Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов»

Профиль: «Сервис транспортных и транспортно-технологических
машин и оборудования»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____ / _____ /

« _____ » _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Шилову К.М.

Тема ВКР «Проектирование участка по ремонту двигателей с разработкой
пресса для правки коленчатых валов»

утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2021 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____ 2021 г

3. Исходные данные: нормативно справочная литература, технологические
карты, количество объектов ремонта, результаты замеров износов деталей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса
2. Проектирование участка по ремонту двигателей
3. Проектирование технологического процесса восстановления
4. Конструкторская разработка
5. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности
6. Техничко-экономическое обоснование конструкции

5. Перечень графических материалов

1. План участка
2. Ремонтный чертеж
3. Технологические карты на восстановление
4. Сборочный чертеж устройства
5. Рабочие чертежи деталей

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания «__» _____ 2021 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ устройства и условий работы		
2	Технологическая часть		
3	Конструктивная часть		

Студент-дипломник _____ (_____)

Руководитель ВКР _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Шилову К.М. выполненную на тему «Проектирование участка по ремонту двигателей с разработкой прессы для правки коленчатых валов».

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы включает в себя ___ листов напечатанного текста. Графически выпускная квалификационная работа отражена на ___ листах формата А1. Пояснительная записка выпускной квалификационной работы включает в себя ___ рисунков, ___ таблиц. Библиографический список состоит из ___ наименований.

Состав текстовых документов выпускной квалификационной работы: пояснительная записка, включающая введение, 3 раздела, заключение и библиографический список; приложение и спецификация.

В первом разделе проводится анализ состояния вопроса. Анализ устройства КШМ двигателя, анализ функционирования его сопряжений, причины изнашивания и причины потери работоспособности. Во втором разделе показаны результаты проектирования участка по ремонту двигателей, технологического процесса восстановления детали. Проанализировав существующие способы восстановления упрочнения изношенных деталей, выбран рациональный способ восстановления коленчатого вала двигателя, выполнен ремонтный чертеж и заполнены технологические карты на восстановление. В третьем разделе представлены результаты разработки конструкции прессы для правки валов. Выполнен анализ существующих конструкций, представлено описание работы станда, расчеты конструкции, мероприятия по обеспечению безопасной работы со стандом. Проведен технико-экономический анализ, обоснована целесообразность применения разработанного станда для правки коленчатых валов.

ANNOTATION

For the final qualifying work Shilov K.M. carried out on the topic "Designing a site for repairing engines with the development of a press for straightening crankshafts." The explanatory note of the final qualifying work includes __ sheets of printed text. Graphically, the final qualifying work is reflected on __ sheets of A1 format. The explanatory note of the final qualifying work includes __ figures, __ tables. The bibliographic list consists of __ titles. The composition of the text documents of the final qualifying work: an explanatory note, including an introduction, 3 sections, a conclusion and a bibliographic list; application and specification. The first section analyzes the state of the issue. Analysis of the engine KShM device, analysis of the functioning of its interfaces, the reasons for wear and the reasons for the loss of performance. The second section shows the results of the design of the engine repair area, the technological process of the restoration of the part. After analyzing the existing methods of restoring the hardening of worn parts, a rational way of restoring the crankshaft of the engine was selected, a repair drawing was made and technological maps for restoration were filled in. In the third section, the results of the development of the design of a press for shafts straightening are presented. The analysis of the existing structures is carried out, a description of the stand operation, design calculations, measures to ensure safe work with the stand are presented. A technical and economic analysis was carried out, the expediency of using the developed stand for straightening crankshafts was substantiated.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	—
1 АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА, РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ И ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ	—
1.1 Анализ устройства.....	—
1.2 Дефекты коленчатого вала	—
1.3 Анализ способов нанесения покрытий	—
1.3.1 Наплавка ручной электродуговой сваркой	—
1.3.2 Наплавка графито-угольным электродом.....	—
1.3.3 Электроконтактная наплавка.....	—
1.3.4 Аргонодуговая наплавка.....	—
1.3.5 Наплавка в среде углекислого газа.....	—
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА	—
2.1 Разработка схемы производственного процесса ремонта двигателя.....	—
2.2 Режим работы и годовые фонды времени	—
2.3 Определение трудоемкости ремонтных работ и числа рабочих.....	—
2.4 Расчет производственных и вспомогательных площадей	—
2.5 Подбор необходимого технологического оборудования для участка .	—
2.6 Технологическая планировка участка.....	—
2.7 Выбор и расчет норм времени выполнения операции.....	—
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ПРЕССА ДЛЯ ПРАВКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ	—
3.1 Назначение и устройство пресса	—
3.2 Расчеты деталей стенда	—
3.3 Мероприятия по безопасности жизнедеятельности	—
3.4 Физическая культура на производстве	—
3.5 Экономическое обоснование конструкции	—
3.5.1 Расчет затрат на изготовление пресса.....	—

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	—
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	—
ПРИЛОЖЕНИЯ	—
СПЕЦИФИКАЦИИ	—

ВВЕДЕНИЕ

Производитель сельскохозяйственной продукции постепенно приобретает новую и сложную энергонасыщенную технику, которая требует совершенствования системы ремонта машин.

С увеличением машино-тракторного парка сельского хозяйства возникает потребность в обеспечении постоянного работоспособного состояния техники.

Для решения этой проблемы следует рациональнее распределять объемы и виды ремонтных работ между звеньями ремонтной сети, производить реконструкцию и техническое переоснащение ремонтных предприятий.

Для достижения высоких показателей надежности необходима целенаправленная работа предприятия по повышению качества ремонта.

Чтобы повысить качество отремонтированной техники, снизить затраты на её ремонт и обслуживание необходимо совершенствование производственных процессов ремонта.

Ремонт автомобильных и тракторных агрегатов и механизмов всегда являлся единственным способом восстановить их работоспособность без существенных экономических и энергетических затрат.

Появление новой техники, увеличение и совершенствование машино-тракторного парка сельского хозяйства требует огромных вложений на поддержание ее в работоспособном состоянии.

Поэтому тема выпускной квалификационной работы является актуальной.

1 АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА, РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ И ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

1.1 Анализ устройства

Двигатели Минского моторного завода марки Д-240 и его модификации применяются практически на всех тракторах марки МТЗ и «Беларус». Основной отличительной особенностью данных двигателей является реализация в его конструкции нераздельной камеры сгорания с объемно-пленочным образованием рабочей смеси. Одна часть впрыскиваемого топлива распыляется в объеме камеры сгорания, а другая растекается по ее поверхности, создавая тонкую пленку. Первая часть дизельного топлива смешивается с потоком нагретого сжатого воздуха и образует предварительное воспламенение. В это время топливо, находящееся в состоянии пленки, начинает интенсивно испаряться. Такой конструктивный подход позволяет достичь полного сгорания дизельного топлива и улучшить тяговые характеристики двигателя.

Основные характеристики двигателей представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристики двигателя Д-240 и его модификаций

Наименование параметра	Значение
1	2
Двигатель Д-240 атмосферный	
Расположение и число цилиндров	4L
Рабочий объем, л	4,75
Диаметр цилиндров и ход поршня, мм	110/125
Степень сжатия	16
Удельный расход топлива, г/кВт	220
Мощность, кВт (л.с.)	77 (105)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2200
Максимальный крутящий момент, Н*м	384
Масса, кг	450
Двигатель Д-245С с газотурбинным наддувом	
Расположение и число цилиндров	4L
Рабочий объем, л	4,75
Диаметр цилиндров и ход поршня, мм	110/125
Степень сжатия	16
Удельный расход топлива, г/кВт	230
Мощность, кВт (л.с.)	79 (107)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2200

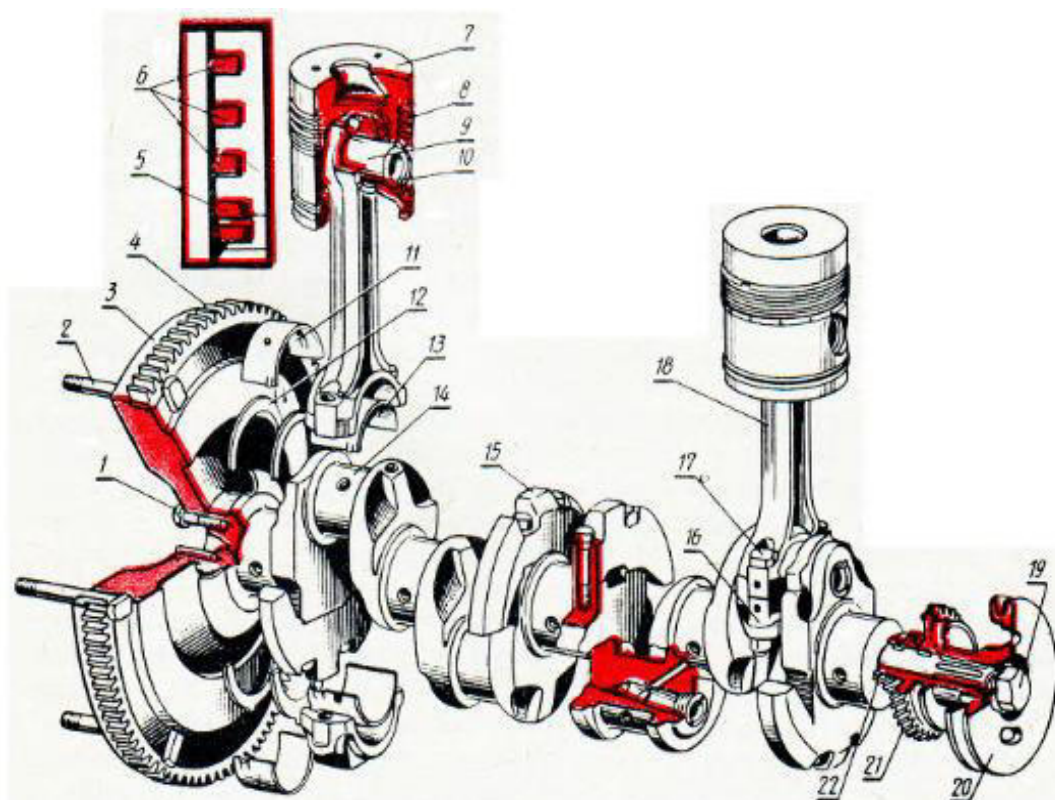
Продолжение таблицы 1.1

Максимальный крутящий момент, Н*м	392
Масса, кг	450
Двигатель Д-245.5С с газотурбинным наддувом	
Расположение и число цилиндров	4L
Рабочий объем, л	4,75
Диаметр цилиндров и ход поршня, мм	110/125
Степень сжатия	16
Удельный расход топлива, г/кВт	225
Мощность, кВт (л.с.)	66 (90)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	1800
Максимальный крутящий момент, Н*м	404

Анализ таблицы 1.1 показал, что базовый двигатель Д-240 незначительно отличается от модификаций этой серии. Основное и главное отличие, это отсутствие газотурбинного наддува. В целом все двигатели по конфигурации являются рядными четырех цилиндровыми. Изучая нормативную техническую документацию по данной марке двигателей следует отметить, что большая часть инженерных решений и конструктивных изменений в модифицированных двигателях направлены не на улучшение тяговых и мощностных характеристик, а на снижение уровня токсичности отработавших газов, так как применение двигателя как силового агрегата на технике, работающей в непосредственной близости от сельскохозяйственных угодий в (населенных пунктах) требует снижения содержания вредных веществ в отработавших газах.

Кривошипно-шатунный механизм служит для восприятия давления газов в такте рабочего хода и преобразования возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала.

Основные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя Д-245 (рисунок 1.1): коленчатый вал 14, поршни 7. шатуны 18, поршневые пальцы 9 и кольца, коренные и шатунные вкладыши полтинников, маховик 3.



1–болт маховика, 2 – болт сцепление; 3 – маховик; 4 – венец маховика, 5 – маслосъемные кольца; 6 – компрессионные кольца; 7 – поршень; 8 – втулка головки шатуна; 9 – поршневой палец; 10 – стопорное кольцо; 11 – вкладыш коренного подшипника; 12– упорное полукольцо; 13 – вкладыш шатунного подшипника, 14 – коленчатый вал; 15 – противовес; 16 – крышка шатуна; 17 – шатунный болт; 18 – шатун; 19 – болт коленчатого вала; 20 – шкив; 21 – шестерня привода масляного насоса; 22 – шестерня

Рисунок 1.1 – Кривошипно-шатунный механизм двигателя Д-245

Коленчатый вал – полноопорный, стальной, с четырьмя шатунными и пятью коренными шейками, подвергнутыми поверхностной закалке токами высокой частоты. На первой, четвертой, пятой и восьмой шейках вала укреплены съемные противовесы 15. благодаря которым уменьшаются воздействия центробежных сил от неуравновешенных масс кривошипов и снижаются износы коренных подшипников. Шатунные шейки вала полые; в их полостях, закрытых заглушками, происходит центробежная очистка масла, поступающего от коренных шеек по наклонным каналам в щеках.

1.2 Дефекты коленчатого вала

Одни из основных и преобладающих дефектов коленвалов это их деформации: изгиб, удлинение или укорачивание, угловое или линейное смещение кривошипов. Деформацию коленчатых валов можно подразделить

на основные виды: динамическую, статическую, естественную (обычную в среднем у более чем 85% валов) и аварийную (у 8-15% валов).

Основные динамические деформации валы получают от сил инерции шатунно-поршневой группы. Деформация увеличивается с повышением нагрузок на двигатели и частоты вращения валов.

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

Микрометраж коленчатых валов двигателей показал, что существенной разницы в износах шатунных и коренных шеек нет. Овальность шатунных шеек составила в среднем 25мкм, а овальность коренных шеек – 14 мкм [14].

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. [16].

В местах сопряжения с другими деталями коленчатый вал приобретает следующие дефекты:

1. Износ коренных шеек;
2. Износ шатунных шеек;
3. Износ гнезда под вал сцепления;
4. Износ резьбы под болты крепления маховика;
5. Износ резьбы под болты крепления гасителя крутильных колебаний;
6. Износ под манжету;
7. Износ под распределительную шестерню;
8. Износ шпоночного паза (передний конец);
9. Износ шпоночного паза (задний конец);
10. Износ отверстия под шестерню привода насоса.

Кроме того, на валу могут образовываться микротрещины, а также возможно появление изгиба, засорение и кавитационный износ масляных каналов.

1.3 Анализ способов нанесения покрытий

1.3.1 Наплавка ручной электродуговой сваркой

Для наплавки твердосплавного материала на лезвие ручной дуговой сваркой применяют плавящиеся электроды ЦС-1 и ЦС-2 и др. Возникающая электрическая дуга плавит электрод и поверхность рабочего органа. Электрод плавится и металл переносится на поверхность детали, образуя после остывания наплавленный валик.

Недостатки: сильный нагрев металла, влияние человеческого фактора на качество покрытия, большая вероятность порообразования.

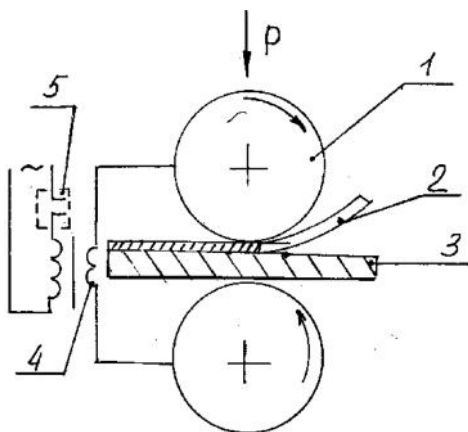
1.3.2 Наплавка графита - угольным электродом

Сущность метода заключается в том что между угольным неплавящимся электродом и поверхностью детали горит дуга, в зону горения которой подается либо проволоочный присадочный материал, либо предварительно на

поверхность детали наносят составы на основе металлокерамических порошков. В результате образуется износостойкое покрытие, физико-механические свойства которого зависят от материала металла или состава металлокерамического порошка.

1.3.3 Электроконтактная наплавка

При осуществлении данного процесса деталь и наплавляемый материал (ленты, проволоки, а также порошки различного состава) помещают между двумя металлическими роликами, подключенными к понижающему трансформатору. В зоне контакта попускается электрический ток высокой плотности, при этом поверхность детали и поверхность ленты нагревается до тех пор, пока металл не перейдет в пластическое состояние [20]. Для регулирования амплитуды и продолжительности импульсов тока применяют регулирующую аппаратуру.



1- ролик; 2 - навариваемая лента; 3 - деталь; 4 - трансформатор; 5 - регулятор.

Рисунок 1.6 - Схема электроконтактной наплавки

Перед электроконтактной наплавкой поверхности шлифуют до устранения следов износа и снятия наклепанного слоя. Затем поверхность необходимо обезжирить.

Производительность такого процесса до 100 см/мин, рабочая сила тока 10-20 кА. потери присадочного материала до 5%.

Процесс электроконтактной наплавки имеет следующие преимущества: получение поверхностей деталей с заданными тибологическими параметрами,

при минимальном выгорании легирующих элементов, получение поверхностей твердостью до 60-65 HRC.

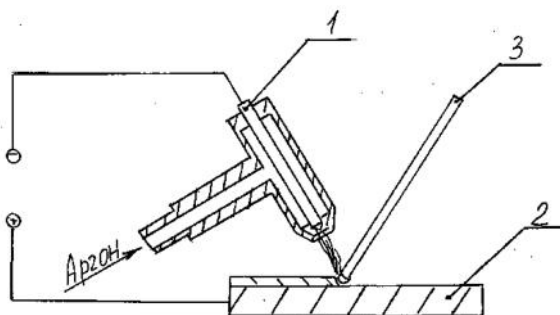
К недостаткам электроконтактной наплавки можно отнести низкую износостойкость роликовых электродов влияющая на стабильность процесса, большая трудоемкость при подготовке детали.

1.3.4 Аргонодуговая наплавка

При аргонодуговой наплавке дуга возбуждается между неплавящимся вольфрамовым электродом 1 и поверхностью детали 2.

На рисунке 1.7 представлена схема аргонно-дуговой наплавки.

В зону горения дуги подается аргон и проволоочный присадочный материал. Аргон защищает зону горения дуги от кислорода, присадочный материал формирует сварочный валик [21]. В зависимости от того какие материалы свариваются, подбираются различные типы вольфрамовых электродов.



1- электрод; 2- деталь; 3-проволока

Рисунок 1.3 - Схема аргонно-дуговой наплавки

Достоинства: хорошие, плотные сварочные швы без пор, отсутствие образования шлака.

Недостатки: высокая себестоимость из за дороговизны инертного газа – аргона.

1.3.5 Наплавка в среде углекислого газа

Схема наплавки в среде углекислого газа представлена на рисунке 1.8.

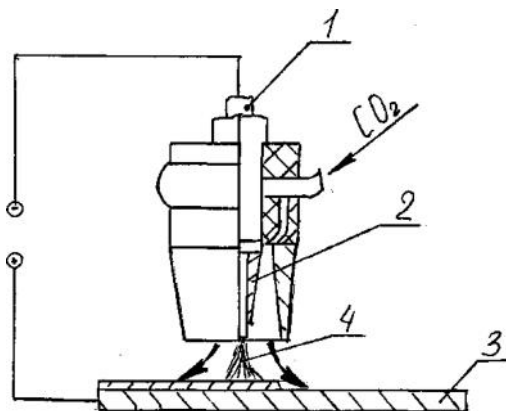
Сварка и наплавка в среде углекислого газа происходит в следующей последовательности. Мундштук сварочного комплекта имеет отверстия для автоматической подачи наплавочной проволоки и для подачи защитного газа.

Между деталью 3 и электродом 1 возбуждается электрическая дуга 4. В зону горения дуги непрерывно подается наплавочная проволока и защитный газ. Постепенно по мере перемещения мундштука, наплавленный металл остывает и формирует наплавленный слой.

Свойства наплавленного слоя зависят от марки и соответственно состава электродной проволоки.

Для наплавки в среде углекислого газа используют установки А-547-Р, А-547-У, А-929, ПДПГ-300.

Производительность 5,4-12,3 кг/ч, расход газа 6-8 л/мин, рабочая сила 60-400 А, напряжение 17-42 В, твердость наплавленного слоя до 50 HRC.



1- электрод; 2-мундштук; 3- деталь; 4- электрическая дуга.

Рисунок 1.4 - Схема наплавки в среде углекислого газа

Недостатки: большая разбрызгиваемость металла.

К преимуществам можно отнести высокую производительность процесса и возможность автоматизации с целью уменьшения влияния человеческого фактора.

Существуют так же способы нанесения металлизационных покрытий. Для осуществления данных методов требуются большие финансовые затраты и сложное технологическое оборудование, и высокая специализация персонала.

В данной ВКР планируется выполнить выбор рационального способа восстановления, при котором будет минимизировано влияние высоких температур на поверхность восстанавливаемой детали и сконструировать

приспособление для интенсификации процесса восстановления коленчатых валов.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

2.1 Разработка схемы производственного процесса ремонта двигателя

Производственным процессом называется совокупность всех действий персонала и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции. Он включает в себя все этапы производства от поступления машин или мойки изношенных деталей, механической и другой обработки до окончательного контроля и сборки изделия, окраски, упаковки и складирования. Каждый этап выполняется в отдельных цехах или на участках по утвержденной технологии.

Производственный процесс капитального ремонта двигателя разделяется на несколько основных производственных этапов:

- приемка двигателя в ремонт;
- разборка узлов;
- наружная очистка и демонтаж электрооборудования;
- мойка узлов агрегатов и деталей;
- дефектация;
- восстановление деталей;
- комплектование;
- сборка;
- обкатка и испытание двигателя;
- окраска двигателя;
- контроль качества выполненных работ.

Схема производственного процесса капитального ремонта двигателя Д-240 представлена на рисунке 2.1

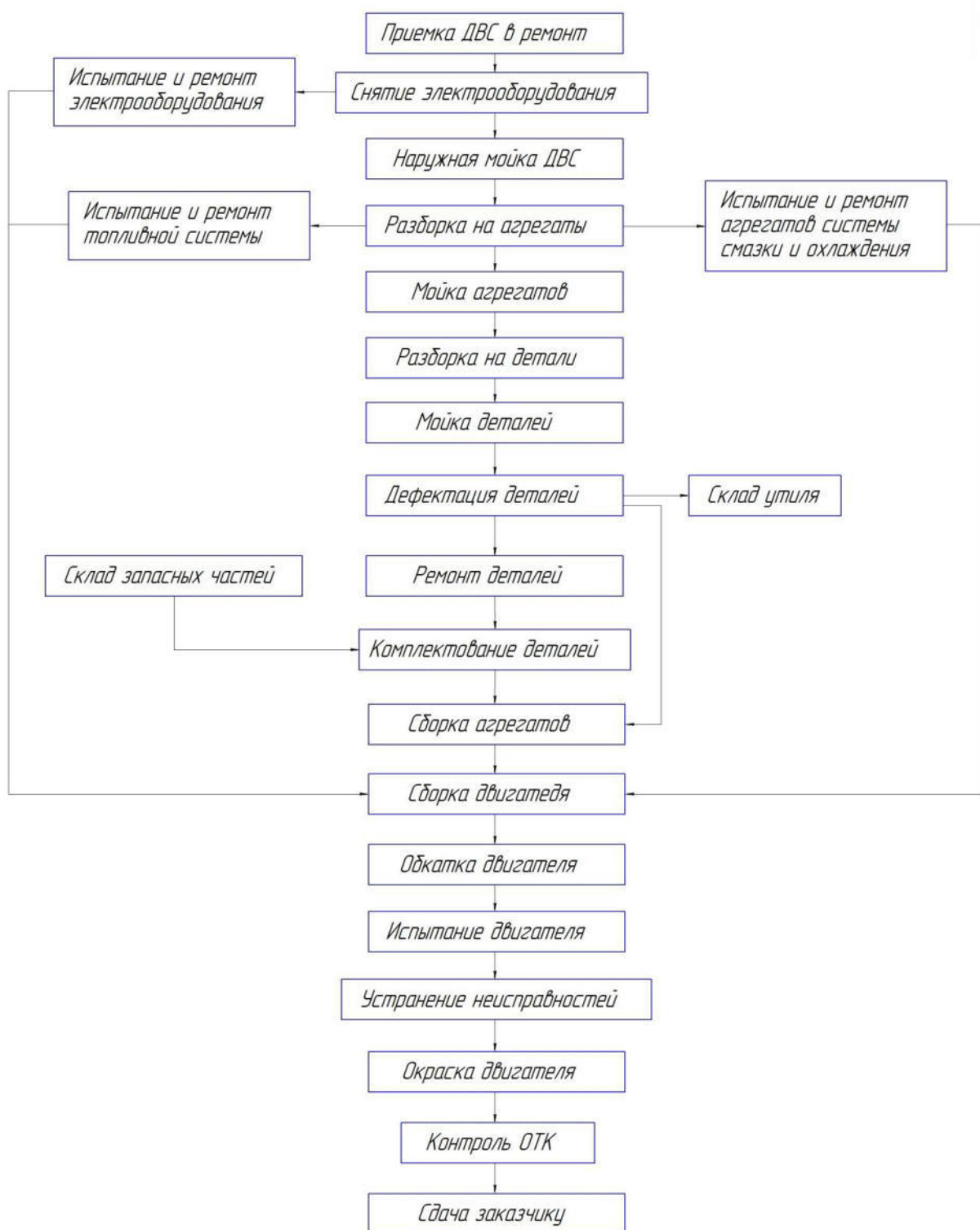


Рисунок 2.1 – Схема производственного процесса капитального ремонта двигателя Д-245

Двигатель, требующий капитального ремонта, поступает в отделение мойки где с него демонтируется электрооборудование. После демонтажа электрооборудования ДВС очищается от старой краски, грязи и маслянистых отложений. После наружной мойки начинается стадия разборки двигателя на агрегаты. Элементы топливной системы (ТНВД, форсунки и топливопроводы) отправляются на испытания, ремонт и регулировку на участок по ремонту топливной аппаратуры. Агрегаты системы смазки (фильтры, масляный насос) направляют на участок ремонта гидросистем для испытания ремонта и регулировки.

После под разборки каждый агрегат очищается в моечных машинах, а затем разбирается на детали и поступает на пост дефектовщика. При дефектовке детали, требующие ремонта, отправляют на восстановление, годные детали направляют на комплектовочный склад где ожидают комплектования, а детали подлежащие восстановлению сдают на склад утиля. Взамен утилизированным деталям из склада запасных частей поступают на комплектование новые детали. После восстановления все детали направляются на пост комплектования. После того как все детали подобраны начинается этап сборки и испытания агрегатов. Собранные агрегаты поступают на сборку двигателя. После сборки двигатель заправляется рабочими жидкостями и устанавливается на обкаточный стенд, где проводится его холодная и горячая обкатка. После обкатки проводят испытание отремонтированного двигателя и фиксируют его показатели. При несоответствии показателей двигатель регулируют и проводят повторные испытания. Если в процессе испытаний возникают неисправности их устраняют на месте. На завершающих стадиях отремонтированный двигатель окрашивают и направляют в ОТК.

2.2 Режим работы и годовые фонды времени

Режимы работы мастерской в целом и ее отдельных подразделений следует обосновать с учетом производственных условий и программы. Номинальный годовой фонд времени работы рабочих и оборудования

определяем по формуле:

$$\Phi_H = (D_p \cdot t_{cm} - D_{п} \cdot t_c), \quad (2.1)$$

где D_p – число рабочих дней в году, $D_p = 253$;

$D_{п}$ – число праздничных дней, $D_{п} = 11$;

t_c – время сокращения смены в предпраздничные дни, $t_c = 1$ ч.;

t_{cm} – продолжительность смены для нормальных условий труда, $t_{cm} = 8,2$ ч;

t_{cm} – продолжительность смены для вредных условий труда, $t_{cm} = 7,2$ ч.

$$\Phi_{H7,2} = (253 \cdot 7,2 - 11 \cdot 1) = 1811 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{H8,2} = (253 \cdot 8,2 - 11 \cdot 1) = 2064 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы рабочего

$$\Phi_{др} = (\Phi_H - D_o \cdot t_{cm}) \cdot \eta_p, \quad (2.2)$$

где D_o – длительность отпуска, $D_o = 25$ рабочих дней;

η_p – коэффициент потерь рабочего времени ($\eta_p = 0,96$; $\eta_p = 0,97$ для мотористов, автослесари и остальных рабочих соответственно).

$$\Phi_{др2} = (2064 - 25 \cdot 8,2) \cdot 0,97 = 1810,8 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд работы оборудования

$$\Phi_{до} = \Phi_H \cdot \eta_o \cdot n, \quad (2.3)$$

где η_o – коэффициент использования оборудования, $\eta_o = 0,97-0,98$, принимаем $\eta_o = 0,97$;

n – число смен, $n = 1$.

Окрасочное оборудование

$$\Phi_{до1} = 1811 \cdot 0,97 \cdot 1 = 1757 \text{ ч.}$$

Моечное, сварочное оборудование

$$\Phi_{до2} = 2064 \cdot 0,97 \cdot 1 = 2002 \text{ ч.}$$

Испытательное, термическое, металлорежущее, слесарное, сборное оборудование

$$\Phi_{до3,4} = 2064 \cdot 0,98 \cdot 1 = 2023 \text{ ч.}$$

2.3 Определение трудоемкости ремонтных работ и числа рабочих

Трудоёмкость ремонтных работ определяем по действующим нормативам средних трудовых затрат.

Трудоёмкость работ по нормативам необходимо корректировать в зависимости от заданной производственной программы.

$$T_{пр} = T_n \cdot K_k, \quad (2.4)$$

где $T_{пр}$ – принятая трудоёмкость;

T_n – нормативная трудоёмкость, $T_n = 62,57$ чел.-ч;

K_k – коэффициент корректировки, $K_k = 1,3$ ($W < 500$).

$$T_{пр} = 2,4 \cdot 1,3 = 3,12 \text{ чел.-ч.}$$

Годовая трудоёмкость

$$T_r = T_{пр} \cdot W \cdot K_k, \quad (2.5)$$

где T_r – годовая трудоёмкость;

W – годовая программа предприятия, $W = 250$ (с учетом сторонних заказов).

$$T_r = 62,57 \cdot 250 \cdot 1,3 = 20335,3 \text{ чел.-ч.}$$

Исходя из принятой структуры и состава предприятия, рассчитывается и распределяется годовой объём ремонтных работ между подразделениями.

Количество производственных рабочих рассчитывают по формуле

$$P = T_r / \Phi_{др}, \quad (2.6)$$

где P – количество производственных рабочих;

T_r – годовая трудоёмкость, $T_r = 20335,3$ чел.-ч.;

$\Phi_{др}$ – действительный годовой фонд времени работы рабочего, $\Phi_{др} = 1810,8$ ч.

$$P = 20335,3 / 1810,8 = 11,23$$

Исходя из расчетов, принятое количество производственных рабочих составило 12 человек.

Вспомогательные рабочие

$$P_{\text{в}} = P \cdot 14\% = 12 \cdot 0,14 = 1,68 \approx 1 \text{ чел.}$$

Принимаем $P = 1$ чел.

$$\text{ИТР} = (P_{\text{в}} + P) \cdot 9\% = 13 \cdot 0,09 = 1,17 \approx 1 \text{ чел.};$$

$$\text{СКП} = (P_{\text{в}} + P) \cdot 3\% = 13 \cdot 0,03 = 0,39 \approx 0 \text{ чел.};$$

$$\text{МОП} = (P_{\text{в}} + P) \cdot 3\% = 13 \cdot 0,03 = 0,39 \approx 0 \text{ чел.}$$

Всего работающих на предприятии:

$$P_{\text{общ}} = P + P_{\text{в}} + \text{ИТР} + \text{СКП} + \text{МОП} = 12 + 1 + 1 + 0 + 0 = 14 \text{ чел.}$$

2.4 Расчет производственных и вспомогательных площадей

Исходными данными для расчета и выбора проекта участка для ремонта двигателей Д-240 является суммарная годовая трудоемкость работ, выполняемых на участке, с учетом коэффициента неравномерности загрузки участка по периодам года.

Площадь участка определяем из суммарной площади, занимаемой оборудованием по выражению

$$F_{\text{уч}} = K_{\text{пл}} \cdot \sum F_{\text{об}}, \text{ м}^2 \quad (2.7)$$

где $\sum F_{\text{об}}$ – суммарная площадь, занимаемая оборудованием (таблица 2.1);

$K_{\text{пл}}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования, принимаем по рекомендациям, $K_{\text{пл}} = 4 \dots 4,5$, принимаем $K_{\text{пл}} = 4,5$.

Таким образом, площадь участка составит:

$$F_{\text{уч}} = 4,5 \times 36,8 = 166 \text{ м}^2.$$

По строительным нормам производственные помещения строятся с учетом сетки колонн. Ближайшими приемлемыми размерами будут 12х24м. Таким образом, с учетом принятой сетки колонн площадь участка принимаем:

$$F_{\text{уч}} = 12 \times 24 = 288 \text{ м}^2.$$

2.5 Подбор необходимого технологического оборудования для участка

Оборудование для участка выбираем исходя из технологических требований на выполнение работ на участке, все данные заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Ведомость оборудования

№ по плану	Наименование оборудования	Модель и тип	Примечание
1	2	3	4
1	Установка для наружной мойки	Модель 2067-П	Передвижная, производительность 6 л/мин. 800х800
2	Ванна для мойки деталей в керосине	—	2020х1260
3	Колонка маслораздаточная	«РАСО» Модель 367М.3.	Стационарная с автоматической насосной установкой 470х525
4	Прибор для определения состояния цилиндров	«РАСО» Модель К469М	Перенасной пневматический
5	Компрессор	«РАСО» Модель 179	Переносной с рабочим давлением до 10 кгс/кв 365х170
6	Стенд для разборки-сборки двигателей	Р-770	Стационарный с электроприводом 1870х1000
7	Верстак слесарный	ОРГ-1468	1600х780
8	Тиски слесарные	П-140	
9	Шкаф для инструмента и приспособлений	2245	1200х560
10	Стол для дефектовки	Цеховой	1600х780
11	Плита поверочная	ГОСТ 10105-75	630х630
12	Дефектоскоп магнитный	ПНД-10	660х500
13	Подставка для двигателя		1870х780
14	Стеллаж для деталей и узлов		1200х560

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
15	Стеллаж для коленчатых валов		1200x560
16	Стенд для разборки колен. валов	Собственного производства	1500x700
17	Стенд для испытания рубашки охлаждения блока цилиндров		2000x1050
18	Стенд для испытания головки блока		1500x800
19	Стенд для испытания масляных насосов		1250x650
20	Стенд для обкатки двигателей	КС-276-03	4300*1500
21	Приспособление для разборки-сборки головки блока		660x500
22	Станок для шлифовки клапанов	Р-108	870x575
23	Пресс ручной	ОКС-72-2	Р=30кН
24	Стенд для правки коленчатого вала		2000x700
25	Станок настольно-сверлильный	2М112	130x355
26	Станок токарно-винторезный	1К62А	4500*1200
27	Станок расточной	2А450	1500x1200
28	Станок фрезерный	6М13П	1400*1100
29	Кран-балка подвесная	НКМ-203	Грузоподъемность 1т.
30	Тележка для транспортировки двигателя	Собственного производства	1500x1200

2.6 Технологическая планировка участка

При разработке плана снята копия участка по ремонту двигателей из принятого комплектовочного плана с размещением оборудования на каждом рабочем месте. При этом необходимо пользоваться допускаемым упрощённым контурным изображением оборудования в принятом масштабе.

На план размещены условные обозначения точек подвода воды, электроэнергии, пара, сжатого воздуха, мест спуска в канализацию и размещение противопожарных средств.

Разработанный план расстановки выбранного оборудования на участке по ремонту двигателей Д-240 выполнен в масштабе 1:150.

2.7 Выбор режимов и расчет норм времени выполнения операции

005 Моечная

Содержание: загрузить коленчатый вал в контейнер моечной установки, очистить поверхность коленчатого вала от загрязнений.

Оборудование: установка моечная ОМ-14266-ГОСНИТИ.

Материалы и режимы: 1 % раствор каустической соды $t=90^{\circ}\text{C}$, водяной пар $t=120\dots130^{\circ}\text{C}$

Нормирование:

Технологическая норма времени на операцию определяется по формуле [10]:

$$T_n = T_o + T_{всп} + T_{доп} + (T_{пз}/n), \quad (2.8)$$

где T_n – норма времени, мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин;

T_o – основное время, мин;

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

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

n – количество деталей в партии, шт.

Штучное время на операцию составляет сумма основного, вспомогательного и дополнительного времени [10], т.е.:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{доп}, \quad (2.9)$$

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время [10], т.е.:

$$T_{оп} = T_o + T_{всп}, \quad (2.10)$$

Дополнительное время определим из выражения:

$$T_{доп} = (T_{оп} * K) / 100; \quad (2.11)$$

где K – процентное отношение дополнительного времени к оперативному,
 $K=15$.

$T_o=20$ мин, $T_{всп}=3,2$ мин [10],

$T_{доп}=((20+3,2)*15)/100=3,5$ мин,

$T_{шт}=20+3,2+3,5=26,7$ мин,

$T_{пз}=5$ мин [10],

$T_n=26,7+5=31,7$ мин.

010 Дефектовочная

Содержание: установить вал в призмы, проверить наличие дефектов, при наличии на поверхности вала трещин вал браковать.

Оборудование: стол для дефектации деталей ОРГ-1468-099А-ГОСНИТИ, магнитный дефектоскоп М217.

Приспособление, оснастка, инструмент: призмы П-2-1 ГОСТ-5641-86, секундомер, лупа 6-ти кратного увеличения, выводные контакты, штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-90. Выбор средств измерения – по [12].

Материал: суспензия магнитная, состав: 25...30 г Fe_2O_3 , 1 л керосина ГОСТ 18499-83.

Режимы: $U=15$ В, $I=150$ А.

Нормирование: $T_{шт}=5$ мин, $T_{пз}=3,4$ мин, $T_n=8,4$ мин.

015 Правочная

Содержание: при наличии биения 4-й коренной шейки более 0,20 мм править вал. Установить вал на призмы прессы, выправить вал до биения не более 0,20 мм.

Оборудование: пресс гидравлический .

Приспособление, оснастка, инструмент: призмы для правки 70-7304-1006, стойка индикаторная 70-8731-105А, индикатор ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-88.

Нормирование: $T_{шт}=5,6$ мин, $T_{пз}=6$ мин /22/, $T_n=5,6+6=11,6$ мин.

020 Токарная

Содержание: установить вал на токарном станке и исправить центровые фаски.

Оборудование: станок токарно-винторезный 1М63.

Приспособление, оснастка, инструмент: резец расточной Т15К6, штатив Ш-ПН-8 ГОСТ 10197-85, индикатор ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-88.

Режимы: частота вращения вала $n=160 \text{ мин}^{-1}$, подача ручная.

Нормирование: $T_{\text{шт}}=2,5 \text{ мин}$, $T_{\text{пз}}=11 \text{ мин}$ /22/, $T_{\text{н}}=2,5+11=13,5 \text{ мин}$.

025 Шлифовальная

Содержание: закрепить вал в центросместители, шлифовать поверхности коренных шеек до одного из ремонтных размеров в соответствии с таблицей 3.3, в последовательности 1-2-3-4-5.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3А423.

Приспособление, оснастка, инструмент: центросместители цеховые, круг шлифовальный ПП 750-305-30 Э46 СМ₂-СК ГОСТ 2424-82, индикатор часового типа ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-88, микрометр МК 75-2 ГОСТ 6507-88, фартук ГОСТ 12.4.029-86, очки защитные.

Материалы: раствор содомыльный 5%.

Режимы: выбор и расчёт режимов работы станка осуществляется по его паспортным данным[15].

- 1) глубина шлифования 0,1 мм;
- 2) скорость вращения 20 м/мин;
- 3) поперечная подача $S_{\text{попер}}=0,005 \text{ мм/об}$;
- 4) продольная подача при $\beta=0,2$ и $B_k=30 \text{ мм}$

$$S_{\text{пр}}=\beta*B_k, \text{ мм/об} \quad (2.12)$$

$$S_{\text{пр}}=0,2*30=6 \text{ мм/об};$$

- 5) число проходов

$$i=(D_n-D)/(2*S_{\text{попер}}), \quad (2.13)$$

где D_n – необработанный диаметр, мм;

D – обработанный диаметр, мм;

$$i=0,1/(2*0,005)=10$$

б) число оборотов

$$n=318*V_{ок}/D, \quad (2.14)$$

$$n=318*20/65=92 \text{ об.}$$

Нормирование:

$$T_o=T_o'*n, \quad (2.15)$$

где T_o' – основное время на обработку одной шейки, мин;

n – число обрабатываемых шеек.

$$T_o=1,3*5=6,5 \text{ мин,}$$

$$T_{всп}=12 \text{ мин [10],}$$

$$T_{оп}=12+6,5=18,5 \text{ мин,}$$

$$T_{доп}=0,09*18,5=1,7 \text{ мин,}$$

$$T_{пз}=6 \text{ мин [10],}$$

$$T_{шт}=6,5+12+1,7=20,2 \text{ мин,}$$

$$T_n=20,2+6=26,2 \text{ мин.}$$

030 Шлифовальная

Содержание: закрепить вал в центросместители, шлифовать поверхности шатунных шеек до одного из ремонтных размеров в соответствии с таблицей 3.3, в последовательности 2-3, 1-4.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3А423.

Приспособление, оснастка, инструмент: центросместители цеховые, круг шлифовальный ПП 750-305-30 Э46 СМ2-СК ГОСТ 2424-82, индикатор часового типа ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-88, микрометр МК 75-2 ГОСТ 6507-88, фартук ГОСТ 12.4.029-86, очки защитные.

Режимы: выбор и расчёт режимов работы станка осуществляется по его паспортным данным [15].

- 1) глубина шлифования 0,1 мм;
- 2) скорость вращения 20 м/мин;
- 3) поперечная подача $S_{попер}=0,005$ мм/об;

4) продольная подача при $\beta=0,2$ и $B_k=30$ мм по формуле

$$S_{\text{пр}}=0,2*30=6 \text{ мм/об};$$

5) число проходов по формуле :

$$i=0,1/(2*0,005)=10$$

6) число оборотов по формуле :

$$n=318*20/56=108 \text{ об.}$$

Нормирование:

$$T_o=2,7*4=10,8 \text{ мин},$$

$$T_{\text{всп}}=13,5 \text{ мин [10]},$$

$$T_{\text{оп}}=10,8+13,5=24,3 \text{ мин},$$

$$T_{\text{доп}}=0,09*24,3=2,2 \text{ мин},$$

$$T_{\text{пз}}=6 \text{ мин [10]},$$

$$T_{\text{шт}}=10,8+2,2+13,5=26,5 \text{ мин},$$

$$T_n=26,5+6=32,5 \text{ мин.}$$

035 Полирование

Содержание: установить коленчатый вал в центросместители, произвести полирование поверхности шатунных шеек.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3А423.

Приспособление, оснастка, инструмент: центросместители цеховые, полировальное устройство.

Режимы [10]:

Подача 0,04 мм/об. Скорость полирования 100 м/мин. Обработка выполняется за один проход.

Нормирование:

$$T_o'=1,7 \text{ мин (на одну шейку)},$$

$$T_o=5*1,7=8,5 \text{ мин},$$

$$T_{\text{всп}}=8 \text{ мин [10]},$$

$$T_{\text{оп}}=8,5+8=16,5 \text{ мин}, T_{\text{доп}}=16,5*0,09=1,5 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}}=8,5+8+1,5=18 \text{ мин}$$

$$T_{пз}=12 \text{ мин [10]},$$

$$T_{н}=18+12=30 \text{ мин.}$$

040 Полирование

Содержание: установить коленчатый вал в центра, произвести полирование поверхности коренных шеек

Оборудование: станок круглошлифовальный 3А423.

Приспособление, оснастка, инструмент: центра цеховые, полировальное устройство.

Режимы [10]: Подача 0,04 мм/об. Сила выглаживания 140 Н. Скорость выглаживания 100 м/мин. Обработка выполняется за один проход.

Нормирование:

$$T_o'=2,5 \text{ мин (на одну шейку).}$$

$$T_o=4*2,5=10 \text{ мин,}$$

$$T_{всп}=8 \text{ мин [10]},$$

$$T_{оп}=10+8=18 \text{ мин,}$$

$$T_{доп}=18*0,09=1,6 \text{ мин,}$$

$$T_{шт}=10+8+1,6=19,6 \text{ мин,}$$

$$T_{пз}=12 \text{ мин [10]},$$

$$T_{н}=19,6+12=31,6 \text{ мин.}$$

045 Моечная

Выполняется аналогично операции 005.

050 Контрольная

Содержание: произвести комплексный контроль коленчатого вала: контроль геометрических параметров шеек, формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхности шеек, их твёрдости.

Оборудование: стол для дефектации деталей ОРГ-1468-099А-ГОСНИТИ.

Приспособление, оснастка, инструмент: Микрометры МК75 ГОСТ 6507-88; индикатор часового типа ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-88; лупа 6-ти

кратного увеличения; образцы шероховатостей ГОСТ 9378-85; твердомер ТК-2М ГОСТ 23677-89.

Нормирование:

$T_{шт}=2$ мин, $T_{пз}=1$ мин [10].

$$T_n=2+1=3 \text{ мин.}$$

Норма времени на весь технологический процесс ремонта коленчатого вала двигателя Д-245 в мин.

$$T_n=\Sigma T_n, \quad (2.16)$$

где ΣT_n – сумма норм времени на выполнение каждой операции технологического процесса

$$T_n=31,7+8,4+11,6+13,5+26,2+32,5+30+31,6+31,7+3=220,2 \text{ мин}=3,7 \text{ ч.}$$

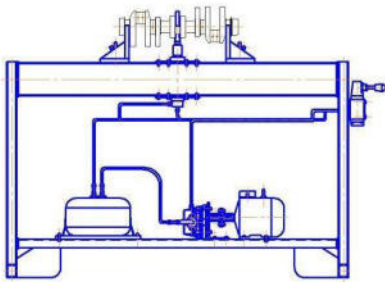
В представленном разделе рассмотрена наиболее актуальная схема технологического процесса ремонта коренных и шатунных шеек коленчатого вала двигателя Д-245, рассмотрена каждая операция этого технологического процесса. Представлены содержания этих операций, применяемое оборудование, приспособления и инструмент, выбранные по данной технологии ремонта. Также в рассмотренном выше разделе проведён расчет режимов и норм времени на каждую операцию технологического процесса, установлено, что норма времени на весь технологический процесс ремонта данной детали составляет 3,7 часа.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ПРЕССА ДЛЯ ПРАВКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

3.1 Назначение и устройство пресса

В настоящее время в ремонтном производстве используется широкая номенклатура прессов для правки коленчатых валов. Существующие конструкции обладают определенными достоинствами и недостатками, основные которые представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Анализ конструкций прессов для правки коленчатых валов

Принципиальная схема	Преимущества	Недостатки
	-прост в изготовлении и обслуживании; -передвижные фиксаторы; -возможность перемещения гидроцилиндра	-недостаточная длина рамы; -отсутствует стационарный индикатор; -одна скорость подачи рабочей жидкости гидронасосам; -необходимо грузоподъемное оборудование;
	-передвижные фиксаторы; -возможность перемещения пневмоцилиндра; -возможность установки деталей длиной до 1900 мм.	-отсутствует стационарный индикатор; -воздушный пневмоцилиндр; -необходимо грузоподъемное оборудование;
	-имеет гидравлический привод; -передвижные фиксаторы; -возможность перемещения гидроцилиндра; -стационарный индикатор с передвижным механизмом; -2-х ступенчатый гидронасос с манометром -крепление коленчатого вала механическое.	-необходимо грузоподъемное оборудование; -максимальная длина восстанавливаемого объекта 1750 мм.

ВКР 23.03.03.429.21.ПДВ 00.00.00 ПЗ							
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Стенд для правки валов		
Разраб.	Широв			02.21			
Проверил	Сафиуллин			02.21			
Н. контр.	Сафиуллин			02.21			
Утв.	Адигамов Н Р			02.21			
					Литера	Лист	Листов
					у	1	
					Казанский ГАУ каф. Э и РМ		

Одним из тяжело нагруженных деталей в конструкции ДВС является коленчатый вал. Поэтому разработка пресса для правки коленчатых валов становится актуальной. Конструируемый пресс предназначен для ремонтных предприятий. Пресс предназначен для правки и проверки изгиба коленчатого вала. Пресс является универсальным и позволяет выполнять ремонтные операции на объектах массой до 200 кг. Отличительными особенностями данного пресса является, возможность измерения изгиба вала на стенде, гидравлический привод, возможность перемещения гидроцилиндра.

Анализируя особенности каждого из типов прессов была предложена конструкция гидравлического пресса, отличительными особенностями которого являются удлиненная рама, передвижные фиксаторы, наличие стационарного индикатора для замера прогиба вала, а также механический гидравлический привод.

Общий вид предлагаемой конструкции пресса для правки коленчатых валов представлен на рисунке 3.1.

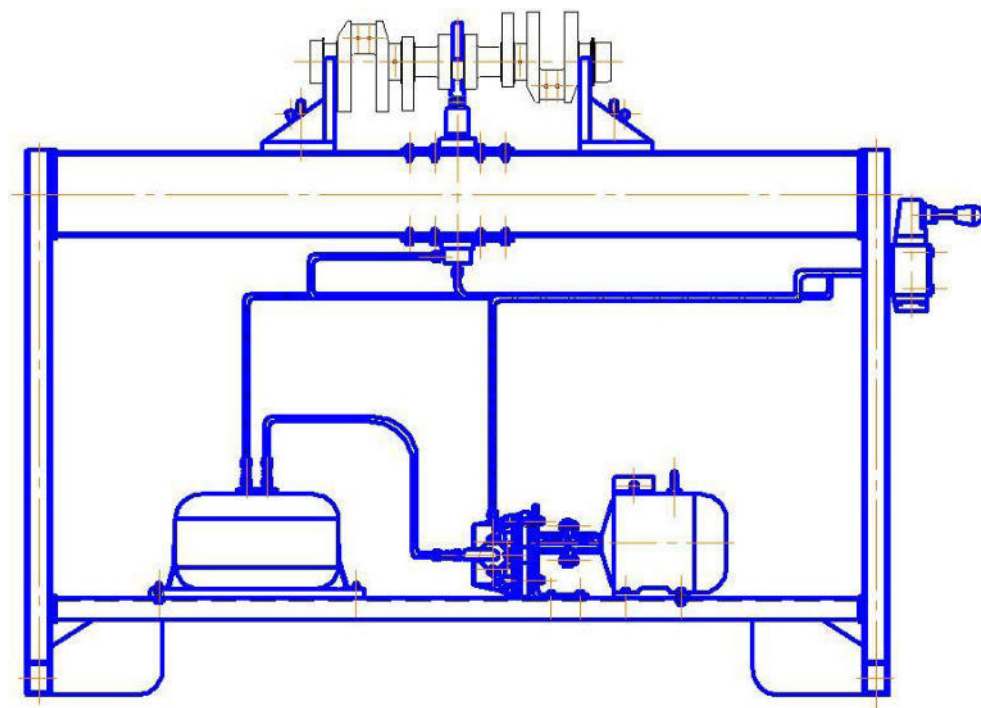


Рисунок 3.1 – Пресс для правки коленчатых валов

Конструкция пресса состоит из рамы, установочной платформы, образованной из двух швеллеров, крепления гидроцилиндра, фиксирующихся на раме передвигжных опор вала, крепления гидронасоса, скобы для правки, гидрораспределителя, гидронасоса с приводом от электродвигателя, масляных трубок и расширительного бака.

Рама состоит из сваренных между собой швеллеров к которым приварены стойки. Стойки сварены из стального квадрата, к которому приварены опоры. На раме, с помощью болтов, устанавливается крепление гидроцилиндра. С торца к раме приваривается крепление гидрораспределителя. Также конструкция рамы предусматривает подрамник выполненный из двух П-образных профилей. На подрамнике пресса закреплен электродвигатель, который соединяется с приводным валом гидронасоса при помощи жесткой муфты. Также на подрамнике закреплен расширительный бак с маслом.

Основными материалами, применяемыми для изготовления конструкции, являются стали по ГОСТ 1050-88 марок 3,5,10, 15, 20, 35.

Принцип работы станда. Перед началом работы фиксирующие опоры выставляют на необходимую длину коленчатого вала, затем укладывают коленчатый вал в опоры. На платформу пресса монтируется стойка для индикаторной головки с индикатором часового типа и производится замер величины изгиба и его локализация. После проведения замеров гидроцилиндр передвигается под необходимую шейку вала и на нее надевается скоба. Затем фиксирующиеся опоры затягиваются и производится пуск электродвигателя. Управление усилием, создаваемым гидроцилиндром осуществляется рукоятью гидрораспределителя и отслеживается по манометру.

3.2 Расчеты деталей станда

					<i>ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Расчет сварных швов

Угловой шов, на который действуют изгибающий момент и сила, параллельная шву, рассчитывается по формуле (3.1)

$$\tau_c = \sqrt{\left(\frac{F}{0,7 \times K \times l}\right)^2 + \left(\frac{6 \times F \times l}{0,7 \times K \times l^2}\right)^2} \leq [\tau_c] \quad (3.1)$$

где τ_c – расчетное напряжение среза на шве;

$[\tau_c]$ – допускаемое напряжение на срез шва, $[\tau_c] = 228-294$ МПа;

F – сила растягивающая соединяемые элементы, F=1560Н []

L – длина шва, L=160 мм;

K – катет поперечного сечения шва, принимается равным толщине листа, K=4 мм.

$$\tau_c = \sqrt{\left(\frac{1560}{0,7 \times 4 \times 160}\right)^2 + \left(\frac{6 \times 1560 \times 160}{0,7 \times 4 \times 160^2}\right)^2} = 23,5 \leq [\tau_c]$$

Расчетное значение напряжения на срез удовлетворяет условию 3.1

Расчёт болтов на срез

Произведем расчёт болтов, фиксирующих траверсу на шпинделе, на срез

Предельно-допустимое напряжение $[\tau_{CP}] = 58$ МПа.

Условие прочности на срезе имеет вид []

$$\tau_{CP} = \frac{Q}{F} \leq [\tau_{CP}], \quad (3.2)$$

где Q – сила, действующая при срезе оси, она будет равна максимальному моменту; Q=8,6 кН·м

F – площадь среза болта определяется по выражению:

					ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.3)$$

где d – диаметр стержня;

$$F = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 200,9 \text{ мм}^2.$$

Прочность при срезе [6]:

$$\tau_{CP} = \frac{8,6}{20} = 0,43 \frac{H}{\text{мм}^2} = 4,3 \text{ МПа}.$$

Запас прочности определим по формуле

$$n = \frac{[\tau_{CP}]}{\tau_{CP}}, \quad (3.4)$$

$$n = \frac{58}{4,3} = 13,4$$

Следовательно, прочность болта обеспечена с запасом.

Проверка оси на изгиб

Эпюра действия изгибающего момента изображена на рисунке 3.2

Исходные данные для расчета:

- ориентировочная нагрузка на коленчатый вал (создаваемое усилие)
 $F = 1560 \text{ Н};$
- длина $L = 32 \text{ мм}$ (по чертежу).

					ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

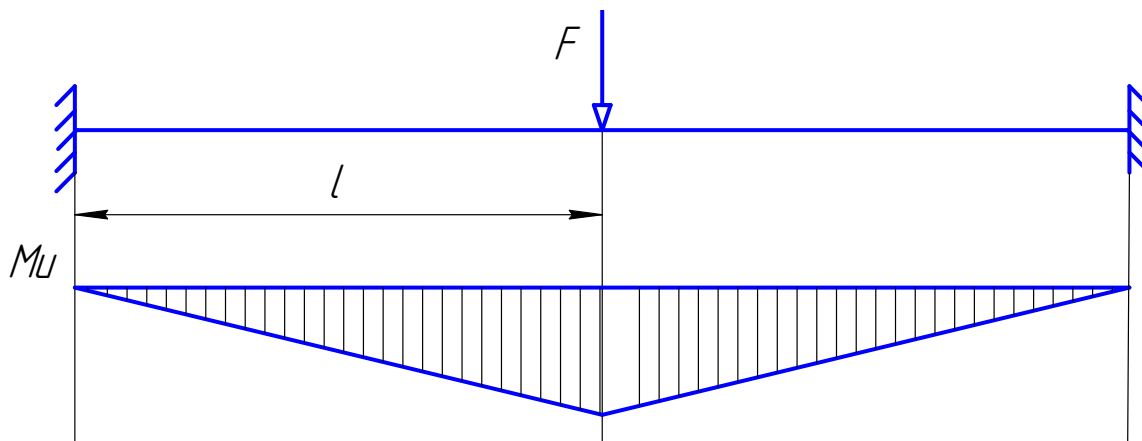


Рисунок 3.2 – Эпюра изгибающего момента

Определяем изгибающий момент, действующий на конец вала по выражению

$$M_u = F \cdot L, \quad (3.5)$$

$$M_u = 1560 \cdot 16 = 24960 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Для оси из Сталь 45, с ориентировочным диаметром 14 мм допускаемое напряжение при изгибе $[\sigma_u] = 240 \text{ МПа}$.

Определяем необходимый диаметр вала по выражению

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_u}{[\sigma_u]}}, \quad (3.6)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 24960}{240}} = 10,2 \text{ мм}.$$

Принимаем $d = 15 \text{ мм}$. Принимаем сталь 45Х легированную ($[\sigma_u] = 350 \text{ МПа}$, $[\sigma_{-1}] = 700 \text{ МПа}$, $[\sigma_B] = 1400 \text{ МПа}$).

Запас прочности вала определяем по выражению

$$n_H = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a \cdot K_\sigma / (K_d \cdot K_V) + \psi_\sigma}, \quad (3.7)$$

где σ_{-1} – предел выносливости при изгибе;

σ_a – амплитуда цикла при изгибе, рассчитывается по выражению.

$$\sigma_a = \frac{M_u}{0,1 \cdot d^3}, \quad (3.8)$$

$$\sigma_a = \frac{24960}{0,1 \cdot 50^3} = 1109 \text{ МПа.}$$

K_σ – эффективный коэффициент концентрации напряжений, рассчитывается по выражению

$$K_\sigma = K_{\sigma\phi} + K_{\sigma n} - 1, \quad (3.9)$$

где $K_{\sigma\phi}$ – эффективный коэффициент концентрации напряжений, зависящий от формы детали, $K_{\sigma\phi} = 1,9$;

$K_{\sigma n}$ – эффективный коэффициент концентрации напряжений, зависящий от состояния поверхности, $K_{\sigma n} = 1,05$;

$$K_\sigma = 1,9 + 1,05 - 1 = 1,95;$$

ψ_σ – коэффициент чувствительности к асимметрии цикла, $\psi_\sigma = 0$;

K_d – коэффициент, зависящий от диаметра, $K_d = 0,92$;

K_v – коэффициент влияния поверхностного упрочнения, $K_v = 0,83$;

Из выражения 3.8 вычислим запас прочности

$$n_H = \frac{700}{1109 \cdot 1,95 / (0,83 \cdot 1,5) + 0} = 0,47$$

Запас прочности в пределах 0,45...0,55 следовательно, сталь выбрана правильно.

					ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3.3 Мероприятия по безопасности жизнедеятельности

Вводный инструктаж по охране дают всем наплавщикам, вновь поступающим на работу независимо от их квалификации и специальности. Этим занимается главный инженер или инженер по охране труда.

С каждым поступающим на работу проводят вводный инструктаж на рабочем месте, и выдают инструкцию, относящуюся к тому виду работы, которую он будет выполнять. Основной метод инструктажа на рабочем месте – демонстрация безопасных приемов работы.

Мастер перед показом проверяет и налаживает оборудование, готовит необходимый инструмент, приспособления и индивидуальные средства защиты. Во время показа у мастера все находится на строго определенных местах и в исправном состоянии.

С наплавщиками, периодический (повторный) инструктаж по охране труда проводят через каждые три месяца.

Инструкция по охране труда – юридический документ, в нем определены порядок и условия безопасного выполнения наплавщиком возложенных на него обязанностей, отражены требования по оборудованию рабочего места и созданию условий работы.

Инструкции обычно составляет инженер по охране труда с участием мастеров, а утверждает главный инженер предприятия. Для составления инструкций пользуются данными, полученными при обследовании сварочных цехов и участков, рабочих мест сварщиков и резчиков, а также данными анализа и изучения причин производственного травматизма при выполнении наплавочных работ. Учитывают также опасные моменты, возникающие при выполнении работ. Отпечатанную или написанную от руки инструкцию в рамке под стеклом вывешивают на рабочем месте, а копию ее выдают сварщику после инструктажа.

Средства защиты индивидуального пользования: одежда, обувь, средства защиты зрения и органов дыхания.

					<i>ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

К средствам защиты коллективного пользования относятся дежурные диэлектрические сапоги, боты, галоши, перчатки, спасательные пояса и комплекты приспособлений, предназначенные для защиты органов дыхания.

Средства защиты глаз. Для защиты глаз от лучистой энергии сварочной дуги и ацетилено – кислородного пламени рабочих наплавочного производства обеспечивают защитными щитками, масками или очками.

Диэлектрические средства защиты. Для защиты от поражения электрическим током лиц, соприкасающихся с электропроводкой, отключающей, осветительной и другой аппаратурой и арматурой, находящейся под напряжением, каждое предприятие имеет дежурные защитные средства: резиновые перчатки, резиновые боты или галоши, а также резиновый коврик и изолирующую подставку. Защитные средства периодически испытывают на специальных устройствах.

Рабочие во время работы обязаны пользоваться выданной им одеждой, обувью и предохранительными приспособлениями и содержать все в чистом и исправном состоянии.

Одежда, обувь и защитные приспособления выполняют свое назначение только тогда, когда их используют правильно и по назначению. Незастегнутая куртка, свисающие концы платка и другие части одежды могут загореться от брызг расплавленного металла и вызвать ожоги. Незашнурованные ботинки, куртка, заправленная в брюки, а равно как и клапаны, опущенные в карманы, также могут быть причинами вызывающими ожоги.

Электронаплавщики, и их подручные должны носить брюки навыпуск, ботинки плотно зашнурованными, куртку застегнутой на все пуговицы, низ куртки должен быть поверх брюк. Клапаны карманов куртки должны быть поверх карманов, волосы забраны под головной убор.

Инструкция по работе с прессом находится в приложении.

3.4 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – один из важных факторов увеличения темпов развития научно-технического прогресса и эффективности

					<i>ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

труда. В основе культуры физического развития лежат различные физические упражнения, которые направлены на совершенствование жизненно важных сторон человека, и развитие опорно-двигательного аппарата.

Для разработки опорно-двигательного аппарата применяются следующие способы и методы:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3.5 Экономическое обоснование конструкции

3.5.1 Расчет затрат на изготовление прессы

Для технико-экономической оценки проектируемой конструкции необходимо оценить затраты на ее изготовление, ожидаемую общую экономическую эффективность капитальных вложений, срок окупаемости капитальных вложений.

Затраты на изготовление конструкции $C_{и.кон}$, руб., могут быть определены по следующей формуле

					ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$C_{и.кон} = C_{изг} + C_{приоб} + C_{монт}, \quad (3.10)$$

где $C_{изг}$ – затраты на изготовление деталей, руб.;

$C_{приоб}$ – затраты на приобретение стандартных изделий, руб.;

$C_{монт}$ – затраты на монтаж приспособления, руб.

$$C_{изг} = Q \cdot C_{г.д} + C_{зар} \quad (3.11)$$

где Q – масса материала, израсходованного на изготовление деталей, кг, [по чертежу];

$C_{г.д}$ – цена материала, из которого будет изготавливаться деталь, руб.;

$C_{зар}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых изготовлением деталей конструкции, руб.

$$C_{зар} = C_{осн} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (3.12)$$

где $C_{осн}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

$C_{соц}$ – отчисления во внебюджетные фонды, руб.

Основная заработная плата $C_{осн}$, руб., рассчитывается по следующей формуле

$$C_{осн} = t_{ср} \cdot C_{ч} \cdot K_{д}, \quad (3.13)$$

где $t_{ср}$ – средняя трудоемкость изготовления отдельных деталей, чел. -ч;

$C_{ч}$ – часовая ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду, руб.;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате,

$K_{д} = 1,025 \dots 1,030$, принимаем 1,025.

Дополнительная заработная плата $C_{доп}$, руб., принимаем 10%.

$$C_{доп} = 10 \cdot C_{осн} / 100, \quad (3.14)$$

Отчисления во внебюджетные фонды $C_{соц}$, руб.,

$$C_{соц} = R_{соц} \cdot (C_{осн} + C_{доп}) / 100, \quad (3.15)$$

где $R_{соц}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, $R_{соц} = 30\%$.

Затраты на монтаж $C_{монт}$, руб., принимаем 20%.

$$C_{монт} = 20 \cdot C_{осн} / 100, \quad (3.16)$$

					ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Определим затраты на изготовление оригинальных деталей представим в виде таблицы 3.2.

Наименование детали	Материал	Цена, руб./ кг	Масса, кг	Количество, шт.	Затраты, руб.
Рама пресса	Сталь 35 ГОСТ 1050-80	45,6	270	1	12312
Подрамник	Сталь 35 ГОСТ 1050-74	45,6	45	1	2052
Опора	Сталь 35 ГОСТ 1050-80	45,6	5,6	2	255
Пластина	Ст3 ГОСТ 380-71	27,4	4,3	4	118
Крепление насоса	Сталь 35 ГОСТ 1050-74	45,6	2,4	1	110
Установочная пластина	Ст3 ГОСТ 380-80	27,4	1,2	1	33
Косынка	Ст3 ГОСТ 380-71	27,4	1,6	2	44
Всего:					14924
Транспортные расходы – 10 %					1492
Итого:					16416

Таблица 3.3 – Расчет заработной платы на изготовление деталей

Наименование детали	Средняя трудоемкость, чел.-ч.	Часовая тарифная ставка, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.	Полная заработная плата, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Рама пресса	4,2	146,61	615,76	61,58	203,20	880,54
Подрамник	1,3	128,25	166,72	16,67	55,02	238,41
Опора	1,5	162,47	243,71	24,37	80,42	348,50
Пластина	1,2	162,47	194,96	19,50	64,34	278,80
Крепление насоса	1,5	162,47	243,71	24,37	80,42	348,50

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Установочная пластина	0,9	128,25	115,43	11,54	38,09	165,06
Косынка	0,6	128,25	76,95	7,70	25,40	110,05
Итого:						3875,4

Тогда затраты на изготовление оригинальных деталей составят

$$C_{\text{изг}} = 16416 + 3875,42 = 20291 \text{руб.}$$

Затраты на приобретение стандартных деталей представим в таблице 3.4.

Наименование детали (по чертежу)	Цена, руб./ед.	Количество, шт.	Сумма, руб.
Электродвигатель	16250	1	16250
Расширительный бак	1350	2	2700
Набор РВД	7500	1	7500
Шестеренчатый насос	9200	1	9200
Гидрораспределитель	14600	1	14600
Гидроцилиндр	7800	1	7800
Болт М8	2,90	24	70
Гайка М8	1,80	24	43
Шайба А8	1,60	24	39
Гайка - барашик М16	3,5	2	7
Итого:			58209
Транспортные расходы – 10 %			5821
Всего:			64030

Затраты на монтаж прессы

$$C_{\text{мон}} = (20291 + 64030) \cdot 0,2 = 16864 \text{руб.}$$

					ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Рассчитаем затраты на изготовление конструкции:

$$C_{\text{и.кон}} = 20291 + 64030 + 16864 = 101185 \text{ руб.}$$

Таблица 3.5 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Знач. показателя	
			аналог	проект.
1	Масса конструкции	кг	450	380
2	Балансовая стоимость	руб.	200000	101185
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	145	145
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	126	126
10	Время 1 цикла	ч	1	0,5

Расчеты выполняют параллельно для известной конструкции и для новой по известной методике []. Расчеты представлены в приложении. Результаты расчетов представлены таблицей 3.2.

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	1	1,8	180
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	1587	447	28
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	2,2	1,22	-
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,71	0,33	46
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	1	0,55	55
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	15,87	4,46	28
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	613	214	34
8	Годовая экономия, руб.	-	51710	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	51643	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,95	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,51	-

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.00.00.00 ПЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы:

1. Для снижения себестоимости ремонтных работ, повышения их качества, необходимо обоснованно подходить к проектированию объектов ремонтно-обслуживающей базы и вспомогательного оборудования. В ВКР представлена компоновка участка ремонта двигателей, позволяющая рационально и грамотно выполнять ремонтно – обслуживающие воздействия.

2. Одним из путей снижения себестоимости ремонта является повторное использование деталей, поэтому разработка технологических процессов их восстановления и упрочнения является так же актуальной задачей. В ВКР представлен разработанный технологический процесс восстановления коленчатого вибродуговой наплавкой.

Применение приспособления позволит получить годовую экономию 57700 рублей, Срок окупаемости конструкции 2 года.

ПРИЛОЖЕНИЕ

[illegible]

Разраб.	Шулов			Казанский ГАУ	ИМ и ТС	Кафедра ЭиРМ	50202		
Провер.	Сафицетлин								
Учтв.	Абдулгамов								

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код	наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тп.з.	Тшт	
Б	Код, наименование оборудования																	
к/м	Наименование детали, сд. единицы или материала						Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. раск.	
рд01	Код, наименование восстановленного дефекта						ДР		РЧ		СТО							
А02	ОЗО Контрольная																	
Б03	Стол для дефектации ОРГ-14-68-01-0,90 А ГОСНИИ						15											
К04	Коленчатый вал																	
рд 05	Износ шатунных шеек(деф.7)						100 _{-0,095}		100		МК-100-1		13					
06							ГОСТ 6507-90											
рд07																		
08																		
рд09																		
10																		
рд 11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		

КТП/К

КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
						Документация						
		А3			ПДВ 02.00.00 СБ	Сборочный чертеж						
						Детали						
		Б/Ч	1	ПДВ 02.00.01	Основание	1						
		Б/Ч	2	ПДВ 02.00.02	Боковина	1						
		Б/Ч	3	ПДВ 02.00.03	Косынка	2						
		Б/Ч	4	ПДВ 02.00.04	Втулка	1						
						Материал						
						Электрод	УОНИ13/45-4-Ф Э43А					
						ГОСТ 9467-60	0,2 кг					
		Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.02.00.00.СБ					
Изм.	Лист						№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Шолов К.М.							02.21	Опора	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Сафиуллин И.Н.							02.21		У	Д	Р
Н.контр.	Сафиуллин И.Н.							02.21		Казанский ГАУ, кафедра Э и РМ заочное отделение		
Утв.	Абдигамов Н.Р.							02.21				

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						Документация				
		A2			ПДВ 01.00.00.СБ	Сборочный чертеж				
						Сборочные единицы				
		Б/Ч	1	ПДВ 01.01.00	Стойка	2				
		Б/Ч	2	ПДВ 01.02.00	Стол	1				
						Детали				
		Б/Ч	3	ПДВ 01.00.01	Плита	2				
		A3	4	ПДВ 01.00.02	Плита установочная	1				
		Б/Ч	5	ПДВ 01.00.03	Косынка	4				
						Материалы				
						Электрод	УОНИ 13/46-3-Ф Э42А			
						ГОСТ 9467-60		1	к2.	
Инв. № подл.							ВКР23.03.03.429.21.ПДВ.01.00.00.СБ			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
		Разраб.	Шолов К.М.			02.21	Рама	Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Сафиуллин И.Н.			02.21		У	Д	Р
		Н.контр.	Сафиуллин И.Н.			02.21		1		
Утв.	Абдигамов Н.Р.			02.21	Казанский ГАУ, кафедра Э и РМ заочное отделение					