

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра технического сервиса

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления головки блока цилиндров двигателя СМД-62 с разработкой конструкции приспособления для разборочно-сборочных работ»

Шифр 35.03.06.329.17.ПРС.00.00.00 ПЗ

Дипломник студент \_\_\_\_\_ Андреев А.К.

Руководитель ст. преподаватель \_\_\_\_\_ Гималтдинов И.Х.  
подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2017)

Зав. кафедрой профессор \_\_\_\_\_ Адигамов Н. Р.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### **ЗАДАНИЕ**

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

Студенту Андрееву А.К.

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса восстановления головки блока цилиндров двигателя СМД-62 с разработкой конструкции приспособления для разборочно-сборочных работ»

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 устройства и работы сопряжений
2. Технологический процесс восстановления головки блока
3. Проектирование производственного процесса
4. Конструкторская разработка
5. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности
6. Технико-экономическое обоснование конструкции

## 5. Перечень графических материалов

1. План участка
2. Ремонтный чертеж
3. Технологические карты на восстановление
4. Сборочный чертеж приспособления
5. 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 выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ износов		
2	Технологическая часть		
3	Конструктивная часть		

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

## АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Андрееву А.К., выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления головки блока цилиндров двигателя СМД-62 с разработкой конструкции приспособления для разборочно-сборочных работ».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из \_\_\_ листов печатного текста и графических материалов на \_\_\_ листах формата А1, 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 условий работы головки блока цилиндров двигателя СМД-62. Приведены причины потери работоспособности. Во второй части приводится разработка технологического процесса восстановления детали. Проанализированы существующие способы восстановления головки блока, выбран рациональный способ восстановления лемеха, выполнен ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление. В третьем разделе приведены мероприятия по разработке производственного процесса. В четвертом разделе разрабатывается конструкция приспособления для разборки и сборки головок блока. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции.

Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции приспособления для разборочно-сборочных работ. Разработана инструкция по безопасной работе с приспособлением. Кроме того дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения приспособления. Пояснительная записка завершается выводами и списком использованной литературы.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ, ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ .....	
1.1 Основные характеристики головки блока цилиндров СМД-62.....	
1.2 Причины потери работоспособности .....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ СМД-62.....	
2.1 Разработка структурной схемы разборки.....	
2.2 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор средств контроля.....	
2.3 Выбор рационального способа восстановления дефектов головки блока цилиндров .....	
2.4 Разработка ремонтного чертежа головки блока цилиндров.....	
2.5 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления головки блока.....	
2.6 Расчёт и выбор параметров восстановления головки блока цилиндров.....	
2.7 Расчет режимов резания и норм времени.....	
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА .....	
3.2 Обоснование производственной программы участка.....	
3.2 Выбор режима работы участка по ремонту двигателей и расчет фондов времени.....	
3.3 Расчет численности производственных рабочих.....	
3.4 Расчет потребности и подбор основного технологического оборудования.....	
3.5 Расчет производственных площадей участка .....	
3.6 Общая компоновка участка.....	
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ .....	
4.1 Устройство, назначение и принцип работы приспособления.....	

4.2 Прочностные расчеты .....	
4.2.1 Проверочный расчет верхней плиты.....	
4.2.2 Расчет сварного шва на растяжение.....	
4.3 Расчет гидроаппаратуры стенда.....	
4.3.1 Расчет усилия выпрессовки.....	
4.3.2 Выбор насоса.....	
4.3.3 Расчет стенок гидроцилиндра.....	
4.3.4 Расчет крышки гидроцилиндра.....	
5 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	
5.1 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению головки блока цилиндров	
6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ .....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	
ПРИЛОЖЕНИЯ	
СПЕЦИФИКАЦИЯ	

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве применяется широкая номенклатура различной техники. Основной задачей для предприятий является поддержание машин и оборудования в работоспособном состоянии, так как от этого зависят экономические показатели.

Увеличение объема производства и повышение уровня производительности труда, обуславливают ускорение темпов комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях сельского хозяйства, особенно механизации вспомогательных и подсобных работ, значительное повышение энерговооруженности труда и сокращение удельного веса ручного труда.

В настоящее время уровень механизации производственных процессов на ремонтных предприятиях сравнительно невысок и составляет от 15 до 50% по различным видам работ.

Дальнейшая механизация и автоматизация производственных процессов ремонта, в том числе разборочно-моечных, дефектовочных, сборочных работ, восстановление деталей и испытания собранных объектов ремонта предусматривает применение оснастки и разнообразного технологического оборудования типового, регламентированного государственными стандартами, серийно выпускаемого промышленностью и одновременно нестандартизованного оборудования.

В связи со значительным развитием технологии по проведению технического обслуживания и ремонту автомобилей и повышенным спросом у владельцев автотранспорта на проведение ремонтных работ следует обратить внимание на их разработку и строительство, так как большинство существующих ремонтных предприятий морально устарело и на их модернизацию требуются большие капитальные вложения.

# 1 АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ, ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

## 1.1 Основные характеристики головки блока цилиндров СМД-62

Головки блоков цилиндров (ГБЦ) двигателей СМД-62 отливают из серого легированного чугуна твердостью 170... 241 НВ массой 48 кг. ГБЦ СМД-62 прямоугольной формы, высота 100мм, количество на двигатель 2 шт. На плоскости прилегания ГБЦ и блока цилиндров расположены отверстия под седла выпускных и впускных клапанов.

Устанавливают подобные головки блоков на двигатели внутреннего сгорания СМД-60, СМД-62. Эти двигатели устанавливают на гусеничный трактор Т-150 и колесный Т-150К.

Головка блока цилиндров двигателей внутреннего сгорания имеет сложную конструкцию. Тут имеются каналы для циркуляции охлаждающей жидкости, отверстия под клапанные втулки, элементы крепления, масляные каналы. Общий вид головки блока цилиндров двигателя СМД-62 представлен на рисунке 1.

## 1.2 Причины потери работоспособности

ГБЦ функционирует в тяжелых условиях с переменными нагрузками, действующие на головке в плоскости прилегания ее к блоку, с постоянным перемещением по длине. Ударным нагрузкам подвергаются седла клапанов работают под действием высокотемпературной, химической агрессивной среды, наибольшему воздействию подвержены выпускные клапаны. ГБЦ в процессе функционирования может иметь разные температуры в различных ее частях. Это теплонапряженная деталь.

В виду того что температура в местах контакта ГБЦ с охлаждающей жидкостью и в местах контакта с камерой сгорания различны, то под действием давления газов образуются трещины.

Наиболее часто этот дефект проявляется на рабочей фаске гнезда между отверстием форсунки и гнездом выпускного клапана, трещина на седле выпускного клапана. Наличие таких трещин приводит к



Технические требования на приемку головок цилиндров двигателя СМД-62 на восстановление:

1. Головку цилиндров принимают на восстановление при наличии следующих дефектов:

- разгерметизация водяной рубашки, трещины в корпусе головки;
- коробление поверхности прилегания к блоку более 0,1 мм, высота головки не менее 130,34;
- повреждение резьбы шпилек и отверстий, облом шпилек;
- разгерметизация сопряжения седло-фаска клапана, износ седла до величины утопания впускного клапана 1,0 мм, выпускного – 1,2 мм;
- износ внутренних поверхностей направляющих втулок до диаметра более 12,06 мм.

2. Не принимают на восстановление головку цилиндров со сколами, глубокими раковинами, порами на привалочной плоскости, трещинами в труднодоступных местах для сварки.

Технические требования на выдачу головок цилиндров двигателя СМД-62 из восстановления:

1. Внутренняя полость головки не должна иметь трещин, раковин, остатков стружки и грязи. При гидравлическом испытании водяной рубашки под давлением 0,4 МПа в течение 3 мин, течь и потение не допускаются.

2. Неплоскостность поверхности прилегания к блоку допускается не более 0,1 мм.

3. На обработанных поверхностях допускаются раковины диаметром до 1 мм и глубиной не более 0,1...0,2 мм в количестве до 10 шт.

4. Биение фаски седла относительно внутренней поверхности направляющей втулки допускается не более 0,05 мм.

5. Остальные технические требования по ОСТ 70.0001. 026-73.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ СМД-62

### 2.1 Разработка структурной схемы разборки

Структурная схема разборки головки блока цилиндров представлена на рисунке 2.1.

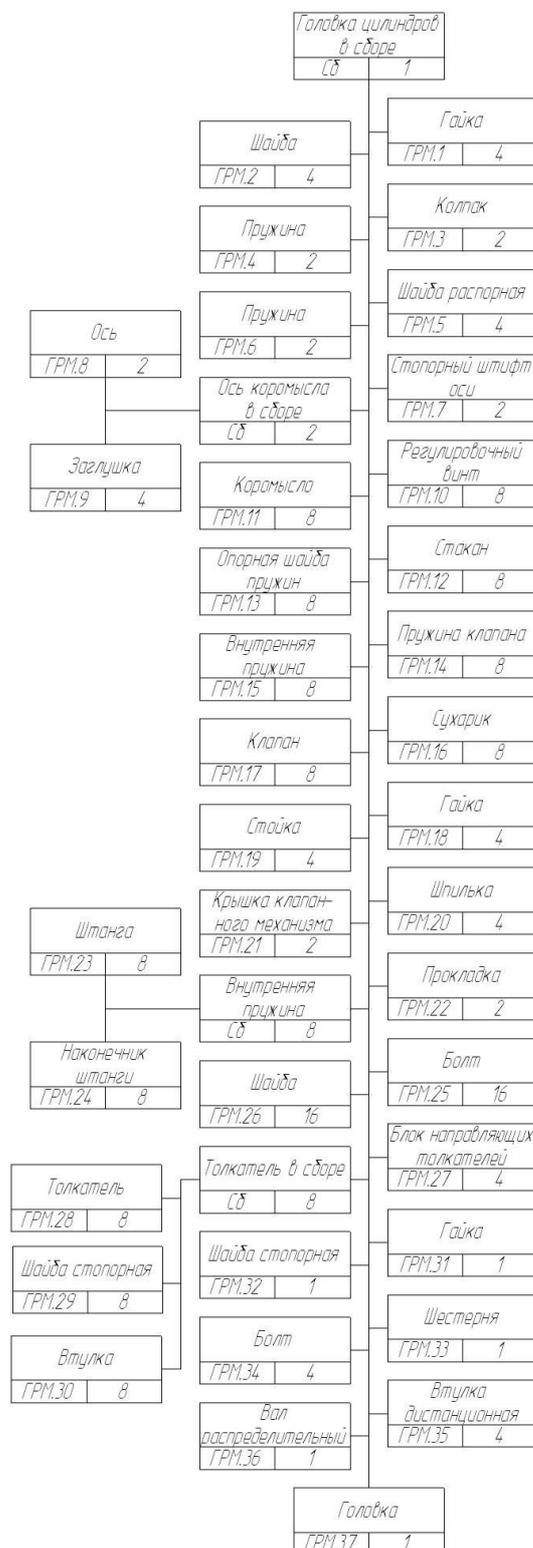


Рисунок 1.2 – Структурная схема разборки головки блока СМД-62

## 2.2 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор средств контроля

Технические требования на приемку головок цилиндров двигателя СМД-62 на восстановление:

Головку цилиндров принимают на восстановление при наличии следующих дефектов:

- разгерметизация водяной рубашки, трещины в корпусе головки;
- коробление поверхности прилегания к блоку более 0,1 мм, высота головки не менее 130,34;
- повреждение резьбы шпилек и отверстий, облом шпилек;
- разгерметизация сопряжения седло-фаска клапана, износ седла до величины утопания впускного клапана 1,0 мм, выпускного – 1,2 мм;
- износ внутренних поверхностей направляющих втулок до диаметра более 12,06 мм.

Не принимают на восстановление головку цилиндров со сколами, глубокими раковинами, порами на привалочной плоскости, трещинами в труднодоступных местах для сварки.

Технические требования на выдачу головок цилиндров двигателя СМД-62 из восстановления:

- Внутренняя полость головки не должна иметь трещин, раковин, остатков стружки и грязи. При гидравлическом испытании водяной рубашки под давлением 0,4 МПа в течение 3 мин, течь и потение не допускаются.

- Неплоскостность поверхности прилегания к блоку допускается не более 0,1 мм.

- На обработанных поверхностях допускаются раковины диаметром до 1 мм и глубиной не более 0,1...0,2 мм в количестве до 10 шт.

- Биение фаски седла относительно внутренней поверхности направляющей втулки допускается не более 0,05 мм.

Выбор средств измерения производится следующим образом:

При выборе средства измерения должно соблюдаться следующее условие: предельная погрешность средств измерения должна быть меньше допустимой погрешности измерения, то есть

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (2.1)$$

где  $\delta$  – допускаемая погрешность измерения;

$\Delta_{lim}$  – предельная погрешность измерительного средства.

Дефекты 1,2,4,5,6,7 определяется визуально с помощью увеличительного стекла.

Дефект №3 контролируется при помощи линейки и щупа.

По известному номинальному размеру  $\varnothing 7^{+0,019}$  для контроля дефекта 3 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [13],  $\delta = 6$  мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (1) – нутромер с головкой (ГОСТ 9244-75), предельная погрешность которого  $\Delta_{lim} = \pm 4$  мкм.

Результаты выбора средств измерения для вилки-фланца приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты выбора средств измерения

Наименование детали, ее размер, поле допуска.	Величина допуска изделия, мм.	Допустимая погрешность измерения, мм.	Предельная погрешность измерительного средства, мм.	Наименование, обозначение измерительного средства, ГОСТ.
Втулка $\varnothing 7$ Н7	0,019	0,006	$\pm 0,0035$	Нутромер мод. 104 ГОСТ 9244-75

### 2.3 Выбор рационального способа восстановления дефектов головки блока цилиндров

Фрезерование клапанных гнезд. Восстановление правильной формы фасок клапанных гнезд, в которых утопание нового клапана ниже плоскости разъема головки цилиндров составляет менее 2,75 мм производят фрезерованием набором фрез в такой последовательности:

фрезерование черновой фрезой  $45^\circ$  до выведения следов износа; фрезерование фрезами  $75$  и  $15^\circ$  до установления ширины рабочей фаски  $1,4—1,9$  мм;

фрезерование чистовой фрезой  $45^\circ$  до установления ширины рабочей фаски  $1,5—2$  мм.

Направляющий стержень фрезы должен входить в отверстие втулки клапана с зазором не более  $0,05$  мм. После ремонта гнезд фрезерованием утопание тарелки клапана относительно поверхности сопряжения головки цилиндров с блоком не должно быть более  $3$  мм. Шероховатость обработанной поверхности фаски клапана должна соответствовать 6-му классу чистоты.

При наличии специального приспособления рекомендуется вместо фрезерования производить шлифование клапанных гнезд.

Восстановление клапанных гнезд кольцеванием. Восстановление клапанных гнезд, в которых утопание нового клапана ниже плоскости разъема головки цилиндров составляет более  $3$  мм, производят запрессовкой колец в расточенные клапанные гнезда или же наплавкой поверхностей клапанных гнезд чугуном.

Гнезда клапанов в головке цилиндров растачивают на расточном или на сверлильном станке. Затем изготавливают кольца по размерам. Материал колец — специальный чугун с содержанием (в %): углерода  $2,7—3,3$ , марганца  $0,5—0,9$ , серы не более  $0,12$ , кремния  $1,8—2,3$ , хрома  $1,3—1,6$ , никеля  $3,0—4,5$  и фосфора  $0,15$ . Допускается изготовление колец из чугуна СЧ21-40. Твердость кольца должна быть в пределах HRC  $25—32$ .

Кольца запрессовывают в расточенные гнезда при помощи ступенчатой оправки с предварительным нагревом головки цилиндров в масле до температуры  $150—170^\circ$  С.

Проверка на практике многочисленных вариантов крепления колец в теле головки (развальцовка, стопорение и др.) показала, что наиболее

надежной является прессовая посадка с натягом 0,15— 0,25 мм без какого-либо дополнительного крепления колец.

Неперпендикулярность наружной цилиндрической поверхности кольца относительно упорного торца не должна быть более 0,03 мм на крайних точках. Биение наружной цилиндрической поверхности кольца относительно внутренней (разностенность) не должно превышать 0,03 мм.

Клапанные гнезда обрабатывают, как описано выше.

Чтобы в процессе работы избежать возможной деформации колец вызываемыми внутренними напряжениями, рекомендуется подвергать заготовки колец старению или нагреву до температуры 400—500° С с выдержкой при этой температуре в течение 6 часов.

Восстановление клапанных гнезд наплавкой и заварка трещин в головке цилиндров. Наплавку гнезд и заварку трещин производят кислородно-ацетиленовым пламенем при общем нагреве головки цилиндров. Подготовка к наплавке гнезд заключается в зенкеровании. На вертикально-фрезерном станке 6М12П при следующих режимах обработки: скорость резания 21 м/мин; скорость вращения 150 об/мин; подача 0,2 мм/об.

Подготовка к заварке трещин в перемычках между клапанными гнездами заключается в фрезеровании на фрезерном станке концевой фрезой диаметром 8 мм при следующих режимах обработки: скорость резания 7—10 м/мин; скорость вращения 230—300 об/мин; подача ручная. Фрезерование производят до удаления следов трещины. Допускается сквозное прорезание перемычки.

Подготовка к заварке трещин в водяной рубашке включает засверливание концов трещин сверлом 4 мм и снятие фаски 3Х45° на кромках по всей длине трещины. Поверхность головки цилиндров в зоне трещины (15—20 мм по обе ее стороны) зачищают до металлического блеска. Головку нагревают до температуры 650—680°С в течение одного часа (не менее). Выдержав головку при указанной температуре 0,5 ч, вынимают ее из печи, помещают на передвижной стол, выложенный в один ряд огнеупорным

кирпичом и посыпанный сверху сухим песком, и накрывают колпаком-термосом для сварочно-наплавочных работ.

Заварку трещин, а затем и наплавку гнезд производят пламенем с избытком ацетилена газовой горелкой № 4 или 5, снабженной устройством для охлаждения наконечника водой. Чтобы расплавленный чугун не стекал внутрь головки цилиндров, перед наплавкой в гнезда устанавливают чугунные пробки, нагретые до температуры 650—680° С. Пробки изготавливают из чугуна ХНЧ-40 или СЧ21-40, причем лучшие результаты получают при установке пробок с двумя конусами. На нижнем конусе делают зубилом несколько насечек для лучшего отвода газов в начале наплавки.

В качестве флюса применяют плавленную и измельченную буру или смесь из 50% плавленной буры и 50% кальцинированной соды.

Если при наплавке головка цилиндров остынет до температуры менее 500° С, ее снова нагревают до 650—680° С.

ГОСНИТИ предлагает восстанавливать клапанные гнезда по следующей технологии.

Торцовыми односторонними зенкерами с оправкой для обработки клапанных гнезд растачивают гнезда на глубину 7,5 мм до диаметров: у двигателя впускные 62+0,1 мм и выпускные

56+0,1 мм. Далее изготавливают чугунные кольца по размерам.

После подогрева головки кольца (также подогретые) вваривают в расточенные отверстия клапанных гнезд.

Головку цилиндров с заваренными трещинами и наплавленными гнездами снова помещают в печь и нагревают до температуры 650—680° С, выдерживая затем в печи при этой температуре 20 мин. После этого печь выключают. При 450—500° С головку цилиндров вынимают, укладывают на слой сухого песка и накрывают термосом для охлаждения.

Твердость наплавленного слоя должна составлять НВ 187—255. Сварочные швы не должны иметь раковин, трещин, шлаковых включений и следов пережога.

Для механической обработки головки цилиндров устанавливают на стол вертикально-сверлильного станка и сверлят восемь отверстий диаметром 19,8 мм, используя в качестве кондукторных втулок отверстия под направляющие втулки клапанов.

Вслед за этим, перевернув головку привалочной плоскостью к шпинделю вертикально-сверлильного станка, рассверливают отверстия на проход до диаметра 32 мм и исправляют привалочную плоскость.

После этого головку цилиндров желательно подвергнуть гидравлическому испытанию на герметичность под давлением 4 кг/см<sup>2</sup> в течение 3 мин. Если течи или «потения» при испытании не обнаруживается, в головку цилиндров запрессовывают направляющие втулки клапанов и развертывают их до диаметра 11 мм. Затем производят окончательную, чистовую, обработку клапанных гнезд.

Угол 20° клапанного гнезда обеспечивается заточкой резца, устанавливаемого в приспособление. Расточенные гнезда фрезеруют набором специальных фрез до ширины фаски 1,5—2 мм. Поверхности гнезд должны быть чистыми. Раковины, черновины и шлаковые включения на поверхности гнезд не допускаются. Биение фасок клапанных гнезд относительно внутренних поверхностей отверстия направляющих втулок не должно быть более 0,05 мм. Утопание нового клапана относительно нижней плоскости головки цилиндров должно составлять 1,15—1,6 мм.

Восстановление привалочных плоскостей. Плоскость прилегания головки цилиндров к блок-картеру при короблении более 0,15 мм фрезеруют на фрезерном станке торцевой фрезой диаметром 250 мм со вставными ножами, на которых напаяны пластинки твердого сплава ВК6 или ВК8. Режим фрезерования: скорость резания 125 м/мин; скорость вращения 150 об/мин; подача 150 мм/мин. Шероховатость обработанной поверхности должна соответствовать 6-му классу чистоты. Неплоскостность и непараллельность нижней и верхней привалочных плоскостей допускаются не более 0,1 мм.

Коробление привалочной плоскости к выпускному коллектору не должно быть более 0,1 мм на всей длине. Плоскость прилегания выпускных патрубков должна быть перпендикулярна к плоскости прилегания блок-картера. Допускается отклонение не более 0,2 мм на длине 100 мм.

Закончив фрезерование плоскости прилегания головки цилиндров к блок-картеру, фрезеруют при необходимости остальные привалочные плоскости торцевой фрезой диаметром 125 мм по ранее указанному режиму. Затем углубляют расточку под бурт вставки камеры сгорания.

Привалочные плоскости головки цилиндров могут быть восстановлены шлифованием на плоскошлифовальном или вертикально-сверлильном станке с применением приспособления. Шлифуют привалочные поверхности шлифовальным кругом ПП300Х40Х127 мм КЧ125-80 С1К с подачей охлаждающей эмульсии (96% воды, 3,5% минерального масла и 0,5% соды). Режим шлифования: скорость вращения шлифовального круга 1380 об/мин; продольная подача 6 мм/об; поперечная подача 0,6 ширины круга на один ход стола.

Шлифование или фрезерование должно быть произведено на минимальную глубину, обеспечивающую устранение коробления, но до высоты головки цилиндров не менее 131 мм, а для головок, принятых в ремонт на особых условиях, — до высоты не менее 130 мм. При этом у головки с высотой менее 130 мм опорные поверхности под пружины должны быть наплавлены и профрезерованы фрезой диаметром 40 мм на глубину, обеспечивающую нормальное сжатие клапанных пружин. После механической обработки головку подвергают гидравлическому испытанию.

Восстановление поверхностей сопряжения вставки камеры сгорания с головкой цилиндров. При небольшом износе сопряженных поверхностей вставки камеры сгорания или головки цилиндров в процессе сборки под бурт вставки подкладывают фольгу. После обжатия вставки на прессе или ударом молотка через наставку проверяют ее выступание над нижней плоскостью головки цилиндров, которое должно составлять 0,01—0,08 мм.

Если поверхность под вставку в головке цилиндров имеет выгорания, необходимо углубить гнездо под вставку и установить компенсирующее кольцо. Углубляют гнезда зенкерованием на вертикально-сверлильном станке 2А135. Режим зенкерования: скорость резания 65 м/мин; скорость вращения 375 об/мин; подача 0,4 мм/об.

После углубления гнезда под вставку в него устанавливают ремонтное кольцо, в котором предварительно просверливают отверстие для прохода конца болта, стопорящего вставку. Затем кольцо подторцовывают настолько, чтобы обеспечить выступание вставки над плоскостью головки цилиндров в пределах 0,01—0,08 мм.

Восстановление резьбовых отверстий. Если головка цилиндров подвергалась общему нагреву при наплавке клапанных гнезд и заварке трещин, все резьбовые отверстия прогоняют метчиком.

Для сверления отверстий в переходных пробках под нормальную резьбу применяют накладные кондукторы, а для восстановления резьбовых отверстий под шпильки крепления форсунок — подставку.

Восстановление отверстий под направляющую втулку клапана. При ослаблении посадки направляющей втулки клапана в отверстия головки цилиндров необходимо восстановить первоначальную посадку одним из следующих способов.

При незначительном износе внутренней поверхности отверстия (до 20,043 мм) выбирают направляющие втулки с наибольшими предельными размерами наружной посадочной поверхности, обезжиривают их, а затем смазывают трехкомпонентной эпоксидной пастой (без наполнителя) и запрессовывают в отверстия головки цилиндров.

При значительном износе (более 20,043 мм) отверстия рассверливают, развертывают до диаметра  $25+0^{+0}23$  мм и запрессовывают втулки, изготовленные из стали 30 с наружным диаметром 25 мм и длиной 55 мм. Затем внутреннюю поверхность втулки развертывают до нормального диаметра 20 мм. Неперпендикулярность внутренней поверхности отверстия к

нижней привалочной плоскости головки цилиндров не должна быть более 0,1 мм на длине 100 мм.

Выбор рационального способа всегда ведется по трем критериям: технический, технико-экономический и технологический.

#### 2.4 Разработка ремонтного чертежа головки блока цилиндров

Ремонтный чертеж детали вычерчивается в соответствии с ОСТ 70.0009.005-85. На ремонтном чертеже проставляются размеры поверхностей, обрабатываемых при восстановлении, размеры базовых поверхностей, габаритные размеры, пространственные отклонения, которые необходимо выдержать или проконтролировать при восстановлении. Восстанавливаемые поверхности должны быть выделены толстой линией. Следует обозначить шероховатость поверхностей, обрабатываемых при восстановлении. Приводятся таблица дефектов детали с указанием способов восстановления, перечень дефектов, при которых деталь не восстанавливается. При необходимости даются технологический маршрут восстановления, указания по базированию, таблицы категорийных ремонтных размеров, оговаривается допустимость пор и раковин, прочность сцепления покрытия с основным металлом и способы ее проверки. Ремонтный чертеж должен изображать деталь в конечной стадии ее восстановления. Если используется несколько вариантов, на каждый выполняется отдельный ремонтный чертеж. Чертежи добавочных ремонтных деталей также выполняются на отдельном формате. Чертежи, предназначенные для серийного производства, имеют индекс РА, а опытного — индекс РО.

#### 2.5 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления головки блока

Для того чтобы производственный процесс восстановления выполнить эффективно и рационально разрабатывают маршрутную и операционную карты

В таблице 2.2 Представлена последовательность выполнения операции по восстановлению.

Таблица 2.2 – Последовательность операций по восстановлению

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Очистная	Очиститель пароводоструйный ОМ-5359А	Тара для головок
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	СИ-50 ГОСТ 11098-75
015 Наплавочная	Выпрямитель сварочный ВД-306	Электрододержатель ЭП-2, Электрод ПАНЧ-11
020 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный ЗМ151	Круг шлифовальный ПП 400х40х127 25А 25СМ ГОСТ 2424-83
025 Контрольная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	СИ-50 ГОСТ 11098-75

2.6 Расчёт и выбор параметров восстановления головки блока цилиндров

При ручной дуговой сварке (наплавке) к параметрам режима сварки относятся сила сварочного тока, напряжение, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока, полярность и др.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, типа сварного соединения и положения шва в пространстве.

При выборе диаметра электрода для сварки можно использовать следующие ориентировочные данные (таблица 3).

Таблица 2.3 – Зависимость диаметра электрода от толщины детали

Толщина, мм	1...2	3	4...5	6...10	10...15	15 и более
Диаметр, мм	1,6...2	2...3	3...4	4...5	5	5 и более

В многослойных стыковых швах первый слой выполняют электродом 3–4 мм, последующие слои выполняют электродами большего диаметра.

Сварку в вертикальном положении проводят с применением электродов диаметром не более 5 мм. Потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4 мм.

При наплавке изношенной поверхности должна быть компенсирована толщина изношенного слоя плюс 1–1,5 мм на обработку поверхности после наплавки.

Сила сварочного тока,  $A$ , рассчитывается по формуле:

$$I'_{св} = K \cdot d_э, \quad (2.2)$$

где  $K$  – коэффициент, равный 25–60 А/мм;

$d_э$  – диаметр электрода, мм.

Коэффициент  $K$  в зависимости от диаметра электрода  $d_э$  принимается равным по следующей таблице:

Таблица 2.4 – Зависимость коэффициента  $K$  от диаметра электрода

Диаметр, мм	1...2	3...4	5...6
$K$ , А/мм	25...30	30...45	45...60

$$I'_{св} = 30 \cdot 2 = 60 \text{ А.}$$

Силу сварочного тока, рассчитанную по этой формуле, следует откорректировать с учетом толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в пространстве. Если толщина металла  $S \geq 3 d_э$ , то значение  $I_{св}$  следует увеличить на 10–15%. Если же  $S \leq 1,5 d_э$ , то сварочный ток уменьшают на 10–15%. При сварке угловых швов и наплавке, значение тока должно быть повышено на 10–15%. При сварке в вертикальном или потолочном положении значение сварочного тока должно быть уменьшено на 10–15%.

Принимая во внимание поправки назначим силу тока:

$$I_{св} = 90 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 108,9 \text{ А.}$$

Для большинства марок электродов, используемых при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей, напряжение дуги  $U = 22 \dots 28$  В.

Расчет скорости сварки, м/ч, производится по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{100 \cdot F \cdot \rho}, \quad (2.3)$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент наплавки,  $\alpha_H = 10$  г/А·ч;

$F$  – площадь поперечного сечения шва при однопроходной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см<sup>2</sup>,  $F = 0,04$  см<sup>2</sup>;

$\rho$  – плотность металла электрода, г/см<sup>3</sup> (для электрода ПАНЧ-11  $\rho = 8,5$  г/см<sup>3</sup>).

$$V_{св} = \frac{10 \cdot 108,9}{100 \cdot 0,04 \cdot 8,5} = 32,03 \text{ м/ч.}$$

Расчет массы наплавленного металла, г, при ручной дуговой наплавке производится по формуле:

$$G_H = F_{НП} \cdot h_n \cdot \rho, \quad (2.4)$$

где  $F_{НП}$  – площадь наплаваемой поверхности, см<sup>2</sup>,  $F = 2,3$  см<sup>2</sup>;

$h_n$  – требуемая высота наплаваемого слоя, см;

$$G_H = 2,3 \cdot 3 \cdot 8,5 = 58,65 \text{ г.}$$

Время горения дуги, ч, (основное время) определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{св} \cdot \alpha_H}. \quad (2.5)$$

$$t_0 = \frac{58,65}{108,9 \cdot 10} = 0,054 \text{ ч.}$$

Полное время сварки (наплавки), ч, приближенно определяется по формуле:

$$T = \frac{t_0}{K_n}, \quad (2.6)$$

где  $t_0$  – время горения дуги (основное время), ч;

$K_n$  – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки  $0,5 \dots 0,55$ .

$$T = \frac{0,054}{0,5} = 0,11 \text{ ч} = 6,6 \text{ мин},$$

Расход электродов, г, для ручной дуговой сварки (наплавки) определяется по формуле:

$$G_M = G_H \cdot K_3, \quad (2.7)$$

где  $K_3$  – коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 г наплавленного металла,  $K_3=1,6$ .

$$G_M = 58,65 \cdot 1,6 = 93,84 \text{ г.}$$

## 2.7 Расчет режимов резания и норм времени

Выбор режимов при сверлении отверстий под гребенку

Расчет подачи в мм/об производим по формуле

$$S = C_s \cdot D^{0,6}, \quad (2.8)$$

где  $D$  – диаметр отверстия, мм;

$C_s$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и характера обработки / /.

$$S = 0,12 \cdot 3^{0,6} = 0,2 \text{ мм/об}$$

Скорость резания в м/мин определяем по формуле

$$V = \frac{C_v \cdot D^{z_v}}{T^m \cdot S^{y_v}}, \quad (2.9)$$

где  $C_v, m, z_v, y_v$  – коэффициенты и показатели степени ;

$T$  – стойкость сверла, мин.

$$V = \frac{10,5 \cdot 3^{0,25}}{4,5^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} = 6,86, \text{ м/мин}$$

По расчетной скорости резания определяем необходимую частоту вращения в  $\text{мин}^{-1}$  шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.10)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 6,86}{3,14 \cdot 3} = 728 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка принимаем  $n = 750 \text{ мин}^{-1}$ .

Основное время при сверлении в мин определяем по формуле

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S}, \quad (2.11)$$

где  $l$  – глубина сверления, мм;

$l_1$  – длина врезания, мм;

$l_2$  – длина прохода и перебега сверлами, мм;

$$T_o = \frac{9 + 0,86 + 2}{750 \cdot 0,2} = 1,9 \text{ мин}$$

Вспомогательное время принимаем:  $T_e = 3,4$  мин

Дополнительно время принимаем:  $T_d = 0,42$  мин

Подготовительно-заключительное время принимаем:  $T_{н.з.} = 10$  мин

Определяем штучное время в мин. по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_d, \quad (2.12)$$

$$T_{шт} = 1,9 + 3,4 + 0,42 = 5,72 \text{ мин}$$

Аналогично вышеприведенному расчету определяем время на последующие операции.

Запрессовка гребенки в трещину

Принимаем  $T_{н.з.} = 6$  мин;  $T_{шт} = 6,5$  мин

Зенкерование гнезд впускных клапанов диаметром 60 мм на глубину  
4,5 мм

$T_{н.з.} = 16$  мин;  $T_{шт} = 8$  мин

Запрессовка седел впускных и выпускных клапанов

$T_{шт} = 8$  мин

Фрезерование рабочих фасок на седлах впускных и выпускных  
клапанов

$T_{н.з.} = 4$  мин;  $T_{шт} = 28,3$  мин

Шлифование привалочной плоскости головки

Основное время при плоском шлифовании в мин определяется по формуле

$$T_o = \frac{A}{W}, \quad (2.13)$$

где  $A$  – объем металла, который должен быть снят с обрабатываемой поверхности, мм<sup>3</sup>;

$W$  – минутный съем металла (производительность), мм<sup>3</sup>/мин.

Объем металла в мм<sup>3</sup>, который должен быть снят, подсчитываем по формуле

$$A = l \cdot B \cdot h, \quad (2.14)$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$B$  – ширина обрабатываемой поверхности, мм;

$h$  – припуск на шлифование, мм.

$$A = 920 \cdot 200 \cdot 0,2 = 36800 \text{ мм}^3$$

Минутный съем металла в мм<sup>3</sup>/мин

$$W = 1000 \cdot V_d \cdot t \cdot S, \quad (2.15)$$

где  $V_d$  – скорость детали, м/мин;

$t$  – глубина шлифования, мм;

$S$  – продольная подача, мм/дв. ход.

$$W = 1000 \cdot 15 \cdot 0,01 \cdot 31,5 = 4725 \text{ мм}^3/\text{мин}$$

$$T_o = \frac{36800}{4725} = 7,8 \text{ мин}$$

$$T_e = 2,2 \text{ мин}; T_o = 1 \text{ мин}; T_{н.з.} = 15 \text{ мин}$$

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

#### 3.1 Обоснование производственной программы участка

Исходными данными для проектирования производственного процесса является марки и количество техники перечень и количество назначается руководителем ВКР. Марочный и количественный состав представлен в таблице 3.1

Число ремонтируемых двигателей в шт определяем по формуле

$$N_{\text{дв}} = n \cdot K_{\text{ох}}, \quad (3.1)$$

где  $n$  – число автотракторной техники, шт;

$K_{\text{ох}}$  – коэффициент охвата ремонтом [ ].

Полученные значения округляем через 0,85 и записываем в таблицу 3.1.

Например, число ремонта двигателей легковых автомобилей УАЗ составит

$$N_{\text{дв}} = 2 \cdot 0,30 = 0,6.$$

Результаты остальных расчетов записываем в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Обобщенные данные по автотракторной технике предприятия

Марка	Кол-во n, шт	Коэф. охвата K <sub>ох</sub>	N <sub>дв</sub>	Трудоемкость ремонта двигателя t, чел.-ч.	Общая трудоемкость T, чел.-ч.
Автомобили:	12				
УАЗ	2	0,30	0,6	27,15	16,3
ГАЗ-3307	3	0,30	0,9	44,24	39,8
МАЗ	1	0,30	0,3	58,49	17,5
КАМАЗ	5	0,30	1,5	69	103,5
ПАЗ	1	0,3	0,3	44,24	13,3
- тракторы	49				
Т-100	2	0,28	0,56	110	61,6
Т-170	2	0,28	0,56	120	67,2
МТЗ-82	19	0,26	4,94	59	291,5
ДТ-75М	6	0,26	1,56	110	171,6
Т-150К	10	0,25	2,5	105	262,5
К-701	10	0,27	2,7	91,4	246,8
Итого			22,24		1292

Трудоемкость ремонта двигателей находим по следующей формуле

$$T_{\text{дв}} = N_{\text{дв}} \cdot t, \quad (3.2)$$

где  $t$  – трудоемкость ремонта одного двигателя, чел.-ч.

Трудоемкость ремонта легкового автомобиля УАЗ составит

$$T_{\text{Дв}} = 0,6 \cdot 27,15 = 16,3 \text{ чел.-ч.}$$

Остальные расчеты сведены в таблице 3.1.

Трудоемкость мотороремонтного участка по итогам таблицы 3.1 составит 1292 чел.-ч., что меньше фонда времени рабочего. Поэтому в целях удержания квалифицированного специалиста восполним годовую программу ремонта заказами со стороны до полной загрузки рабочего.

$$T_{\text{год}} = T_{\Sigma} + T_{\text{стор}}, \quad (3.3)$$

где  $T_{\Sigma}$  - суммарная трудоемкость ремонта двигателей СХТ предприятия, чел.-ч.;

$T_{\text{стор}}$  - трудоемкость ремонта двигателей сторонних предприятий, чел.-ч.

$$T_{\text{год}} = 1292 + 860 = 2152 \text{ чел.-ч.},$$

Годовая программа в приведенных единицах определяем по формуле

$$N_{\text{пр}} = T_{\text{год}} / T_{\text{пр}}, \quad (3.4)$$

где  $T_{\text{пр}}$  - трудоемкость капитального ремонта двигателя автомобиля КАМАЗ, чел.-ч.,  $T_{\text{пр}} = 69$  чел.-ч.

$$N_{\text{пр}} = 2152 / 69 = 31 \text{ шт.}$$

### 3.2 Выбор режима работы участка по ремонту двигателей и расчет фондов времени

Участок по ремонту двигателей работает 5 дней в неделю.

В этом случае номинальный фонд времени участка определяем по формуле

$$\Phi_{\text{н}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пп}}, \quad (3.5)$$

где  $D_{\text{к}} = 365$  – количество календарных дней;

$D_{\text{в}} = 104$  – количество выходных дней;

$D_{\text{п}} = 15$  – количество праздничных дней;

$D_{\text{пп}} = 11$  – количество предпраздничных дней;

$T_{\text{см}} = 8$  часов – продолжительность смены.

$$\Phi_{\text{н}} = (365 - 104 - 15) \cdot 8 - 11 = 1957 \text{ часа}$$

### 3.3 Расчет численности производственных рабочих

Рассчитываем технологически необходимое (явочное) число рабочих определяем по формуле

$$P_m = T_{yc} / \Phi_n ; \quad (3.6)$$

$$P_T = 2152 / 1957 = 1,1 \text{ чел.}, \text{ примем } P_T = 1 \text{ чел.}$$

Рассчитываем штатное (списочное) число рабочих определяем по формуле

$$P_{ш} = T_{yc} / \Phi_{д}, \quad (3.7)$$

где  $\Phi_{д}$  – действительный фонд времени одного производственного рабочего.

$$\Phi_{д} = \eta \cdot \Phi_n \quad (3.8)$$

где  $\eta$  - коэффициент использования рабочего времени,  $\eta = 0,9$  [ ]

$$\Phi_{д} = 0,9 \cdot 1957 = 1761 \text{ ч}$$

$$P_{ш} = 2152 / 1761 = 1,22 \text{ чел.}, \text{ примем } P_{ш} = 1 \text{ чел.}$$

### 3.4 Расчет потребности и подбор основного технологического оборудования

Так как мойку двигателей проводим в общей моечной установке мастерской, то расчет его не приводим.

Число стандов для разборки и сборки двигателей определяем по формуле

$$m_p = t_p \cdot N_{пр} / (\Phi_{д.р} \cdot n \cdot P_T), \quad (3.9)$$

где  $t_p$  – трудоемкость разборки-сборки одного двигателя, чел.-ч.

$$t_p = 19 \text{ чел.-ч.};$$

$N_{пр}$  – число приведенных ремонтов,

$$N_{пр} = 31 \text{ шт.};$$

$\Phi_{д.р}$  – действительный фонд времени рабочего, ч.,

$$\Phi_{д.р} = \Phi_n \cdot \eta,$$

где  $\eta$  – коэффициент учитывающий отпускные дни для слесаря  $\eta = 0,9$  (таблица 28 [ ])

$$\Phi_{д.р} = 1957 \cdot 0,9 = 1760 \text{ ч.}$$

n – число смен, n = 1;

$P_T$  – число рабочих, работающих одновременно на стенде, чел.,  $P_T = 1$  чел.

$$m_p = 19 \cdot 31 / (1760 \cdot 1 \cdot 1) = 0,34 \text{ шт.}$$

принимаем  $m_c = 1$  шт.

Число испытательных стендов определяем по формуле

$$S_H = t_H \cdot N_{пр} j_{п} / \Phi_{д.о}, \quad (3.10)$$

где  $t_H$  – продолжительность испытания двигателя, ч.,

$$t_H = 10,8 \text{ ч.};$$

$j_{п}$  – коэффициент повторности испытаний,

$$j_{п} = 1,1$$

$$S_H = 10,8 \cdot 31 \cdot 1,1 / (1760 \cdot 0,97) = 0,21$$

принимаем  $S_H = 1$  шт.

Остальное оборудование принимаем в соответствии с технологическим процессом ремонта двигателей.

Все рассчитанное и принятое оборудование приводим в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Ведомость оборудования участка по ремонту двигателей

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт	Марка	Габариты, мм		Площадь, м <sup>2</sup>		Мощн. эл.дв., кВт
				длина	ширина	ед.	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Подставка для двигателей	1	24313	1400	1000	1,40	1,40	
2	Электроталь	1	ТЭ-05	350	350	0,12	0,12	0,6
3	Стенд для разборки двигателей	1	ОПР-647	1500	1500	2,25	2,25	
4	Монтажный стол	1	ОРГ-5109	1250	750	0,94	0,94	
5	Контейнер для деталей	1		1000	800	0,80	0,80	
6	Моечная ванна передвижная	1	ОМ-1316	1250	620	0,78	0,78	
7	Ларь для обтирочного материала	1	ОРГ-5133	1000	500	0,50	0,50	

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Инструментальный шкаф	2	ОРГ-5147	600	400	0,24	0,48	
9	Контейнер для брака	1		800	800	0,64	0,64	
10	Стол дефектовщика	1	ОРГ-1468-01-090А	1400	800	1,12	1,12	
11	Верстак	1	ОРГ-1468-01-060А	1200	800	0,96	0,96	
12	Стеллаж	2	ОРГ-1468-05-230А	1400	500	0,70	1,40	
13	Стенд для гидравлических испытаний	1	КИ-1040	1080	900	0,97	0,97	
14	Стенд для разборки и сборки головок цилиндров	1	ПРС	1060	520	0,55	0,55	
15	Кран-балка	1	ГОСТ-7890-88	800	400	0,32	0,32	5,7
16	Стенд для обкатки и испытания двигат.	1	КИ-541	1960	830	1,63	1,63	14
17	Стол	1		1000	800	0,80	0,80	
18	Топливный бак	1		1500	500	0,75	0,75	
19	Резервуар для моторного масла		7-02-231	1500	500	0,75	0,00	
20	Пожарный щит	1		1500	300	0,45	0,45	
21	Консольно-поворотный кран	1		500	500	0,25	0,25	0,6
22	Тележка	1		1000	600	0,60	0,60	
					Всего		17,71	20,90

### 3.5 Расчет производственных площадей участка

Площадь участков находим по формуле

$$F_{\text{уч.}} = F_{\text{об.}} \cdot \sigma, \quad (3.11)$$

где  $F_{\text{об.}}$  – площадь оборудования,  $\text{м}^2$  (см. таблицу 3.3);

$\sigma$  - коэффициент, учитывающий проходы,  $\sigma = 4,5$  (таблица 46 [ ]).

$$F_{\text{уч.}} = 17,71 \cdot 4,5 = 79,67 \text{ м}^2.$$

### 3.6 Общая компоновка участка

При планировке производственных помещений сначала выбираем схему основной линии разборочно-сборочных работ. Для ремонта двигателей в основном это линия принимается прямолинейной. Ширину участка принимаем  $B=6$  м.

При этом расчетная длина цеха определяется формуле

$$L = F_{\text{расч.}}/B = 79,67/6 = 13,28 \text{ м.} \quad (3.12)$$

принимаем  $L = 15$  м.

Принятая площадь составит

$$F_{\text{прин}} = L \cdot B = 15 \cdot 6 = 90 \text{ м}^2.$$

Погрешность составляет

$$\Delta = (F_{\text{прин}} - F_{\text{расч.}})/F_{\text{прин}} \cdot 100 = (90 - 79,67)/90 \cdot 100 = 11,5 \text{ \%}.$$

Допустимое расхождение составляет 15%, что говорит о верности наших расчетов планировки участка.

## 4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

### 4.1 Устройство, назначение и принцип работы приспособления

Разрабатываемая в выпускной квалификационной работе конструкция приспособления для разборки и сборки головок блока цилиндров необходима для выпрессовки и запрессовки направляющих втулок клапанов.

На рисунке 4.1 показан общий вид приспособления

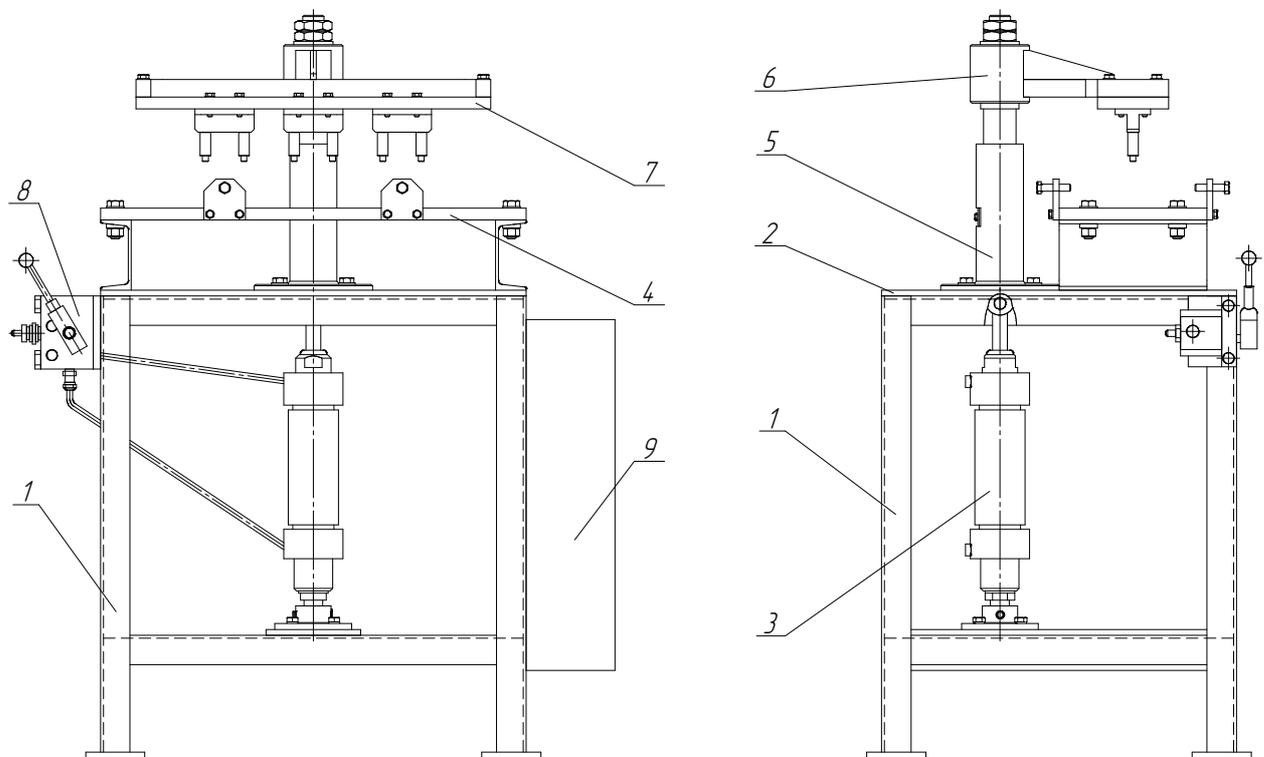


Рисунок 4.1 – Приспособление для разборки и сборки головки блока цилиндров

ВКР 35.03.06.329.17.ПРС.00.00.00 ПЗ								
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	<p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Приспособление для разборки и сборки ГБЦ</p>	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Андреев				у		1
Проверил		Гималтдинов						
Н. контр.		Марданов Р.Х						
Утв.		Адигамов Н Р						
						<p>Казанский ГАУ каф. технического сервиса</p>		

Стенд для разборки головок блоков цилиндров состоит из следующих основных сборочных единиц и деталей: рамы 1 (рисунок 4.1), на которой сверху приварена рабочая плита 2 и внутри в нижней части закреплен гидроцилиндр 3; нижней плиты в сборе 4, установленной на двух швеллерах приваренных к рабочей плите; стойки 5 закрепленной болтами также на рабочей плите; штока кинематически связанного со штоком гидроцилиндра и перемещающимся внутри стойки 5; прижимного устройства 6, жестко связанного со штоком; верхней плиты в сборе 7, соединенной болтами с прижимным устройством. Также имеются гидрораспределитель 8 и комплект соединительной гидравлической арматуры (штуцера, трубки). Сбоку к раме приварен ящик 9 с полками для инструмента, принадлежностей и деталей.

Базовый элемент представляет собой пространственную раму, сваренную из равнополочного уголка 50×5 мм ГОСТ 8509-93. Для устойчивости рама имеет четыре опоры выполненных из листовой стали (лист 10 из Ст.3). В средней части приварена опорная плита, предназначенная для установки на ней гидроцилиндра с опорой.

Нижняя плита имеет приспособления для установки и закрепления на ней ремонтируемой головки блока цилиндров. В нижней плите предусмотрены пазы-отверстия для обеспечения возможности свободного прохождения через них выпрессовываемых из головки втулок клапанов и седел.

Верхняя плита снабжена упорами и оправками, закрепленными в упорах для воздействия на выпрессовываемые детали. Оправки являются быстросъемными и могут быть заменены на другие, аналогичной конструкции в соответствии с назначением. Упоры закреплены в пазах с возможностью продольного перемещения вдоль продольной оси плиты. Такая конструкция позволяет сделать стенд универсальным с возможностью ремонта широкой номенклатуры головок блоков цилиндров автотракторных двигателей.

Работа стенда осуществляется следующим образом.

Ремонтируемую головку блока цилиндров укладывают привалочной плоскостью на нижнюю плиту стенда и закрепляют ее от перемещений с помощью

					<i>ВКР 35.03.06.329.17.ПРС.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

четырёх болтов, установленных в фиксаторах. Упоры с оправками устанавливаются и закрепляются в пазах верхней плиты в соответствии с размерами (расстоянием между осями клапанов) ремонтируемой головки. Далее включают перемещение штока гидроцилиндра. Соединенный с ним осью шток и соответственно прижимной механизм перемещаются вертикально вниз. Таким образом, верхняя плита вместе с упорами и оправками сначала подводится к ремонтируемому изделию, а затем воздействует на выпрессовываемые втулки или седла клапанов головки под действием усилия, развиваемого гидроцилиндром.

Выпрессованные детали, проходя через отверстия нижней плиты, оказываются на рабочей плите. Далее с помощью распределителя включают перемещение штока гидроцилиндра в обратную сторону (вверх), ремонтируемая головка освобождается и устанавливается следующая.

Для переоборудования стенда на разборку головок блоков цилиндров других типоразмеров следует изменить количество и взаимное расположение упоров (межосевое расстояние между ними). В некоторых случаях требуется установка упоров измененных размеров. Оправки для выпрессовки направляющих втулок клапанов подходят для большинства головок двигателей эксплуатирующихся в сельском хозяйстве.

## 4.2 Прочностные расчеты

### 4.2.1 Проверочный расчет верхней плиты

Верхняя плита испытывает изгибающие нагрузки. Конструктивно принято изготовление плиты из листа толщиной 20 мм из стали марки Ст.3 ГОСТ 380-88. Следует проверить прочностные характеристики данной детали. Прикладываемую нагрузку  $P^{\max} = 2500$  Н можно рассматривать как распределенную равномерно по всей длине плиты (рисунок 4.2).

					<i>ВКР 35.03.06.329.17.ПРС.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

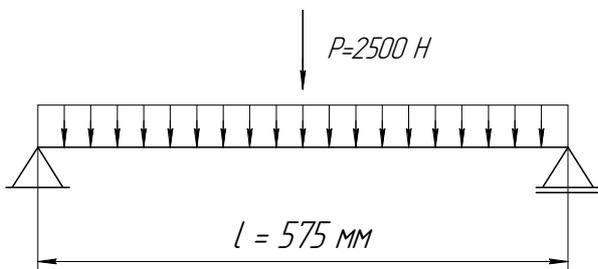


Рисунок 4.2 - Схема нагружения

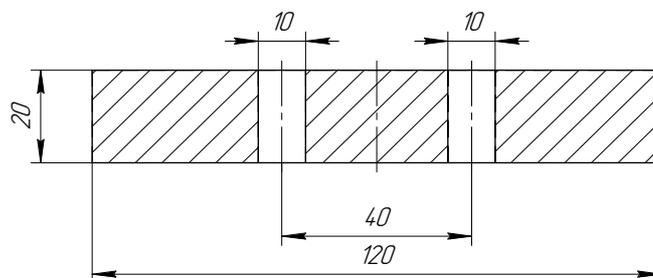


Рисунок 4.3 - Опасное сечение

В этом случае максимальный изгибающий момент возникает в центральной части плиты, значение которого определяется по формуле:

$$M_u = \frac{Pl}{8} = \frac{2500 \cdot 575}{8} \approx 179700 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Напряжения изгиба в опасном сечении в МПа определяется по формуле

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_u},$$

где  $W_u$  – момент сопротивления изгибу сечения,  $\text{мм}^3$ .

В опасном сечении плита имеет форму представленную на рисунке 4.3. Для этого сечения момент сопротивления изгибу  $W_u = 6670 \text{ мм}^3$ . Следовательно, напряжения изгиба:

$$\sigma_u = \frac{179700}{6670} = 27 \text{ МПа}$$

Допустимое напряжение изгиба для стали Ст.3  $[\sigma_u] = 120 \text{ МПа}$ .

Так как фактические напряжения значительно меньше допускаемых для данного материала, то условие прочности плиты выполняется с запасом прочности

$$n = \frac{120}{27} = 4,4.$$

#### 4.2.2 Расчет сварного шва на растяжение

Изгибающий момент действующий на сварочный шов в Н·мм определяется по формуле

$$M_u = \tau \cdot 0,7 \cdot k \cdot l \cdot (h + k) + \frac{\tau \cdot 0,7 \cdot h^2}{6}, \quad (4.1)$$

Откуда определим расчетное напряжение сварного шва на разрыв в МПа по формуле

$$\tau = \frac{M_u}{0,7 \cdot k \cdot l \cdot (h + k) + \frac{0,7 \cdot k \cdot h^2}{6}} \leq [\tau'_{cp}], \quad (4.2)$$

где  $k$  – катет сварного шва,  $k = 14$  мм;

$l$  – длина сварного шва,  $l = 40$  мм;

$h$  – ширина привариваемой детали,  $h = 40$  мм;

$[\tau'_{cp}]$  – допустимое напряжение на разрыв, МПа.

$$\tau = \frac{3,8}{0,7 \cdot 0,14 \cdot 0,4 \cdot (0,4 + 0,14) + \frac{0,7 \cdot 0,14 \cdot 0,4^2}{6}} = 159,8 \text{ МПа}$$

$$\tau = 159,8 \leq 180 \text{ МПа}$$

Условие прочности сварного шва на растяжение выполняется.

### 4.3 Расчет гидроаппаратуры стенда

#### 4.3.1 Расчет усилия выпрессовки

Усилие выпрессовки в Н определяется по формуле

$$P_g = x \cdot \pi \cdot E, \quad (4.3)$$

где  $x$  – коэффициент сцепления,  $x = 0,08$ .

Усилие, развиваемое гидроцилиндром в Н

$$D = 10 \frac{4 \cdot P_{запр}}{\pi \cdot p}, \quad (4.4)$$

где  $P_{запр}$  – усилие, развиваемое гидроцилиндром, Н;

$p$  – рабочее давление гидравлической жидкости в магистрали,  $p = 2000 \cdot 0,9$  кПа.

$$P_{запр} = \frac{D \cdot \pi \cdot p}{40}, \quad (4.5)$$

$$P_{запр} = \frac{75 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 0,9}{40} = 107 \text{ Н}$$

					<i>ВКР 35.03.06.329.17.ПРС.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Принимаем усилие на запрессовку одной втулки равным 150 Н. Тогда усилие на запрессовку шести втулок равно:  $P=150 \cdot 6=900$  Н. Из расчетов мы видим, что усилие на выпрессовку, развиваемое гидроцилиндром значительно превышает расчетное усилие на запрессовку шести втулок.

#### 4.3.2 Выбор насоса.

Потребная производительность насоса в л/мин определяется по выражению

$$M_n = \frac{60 \cdot S \cdot V}{1000}, \quad (4.6)$$

где  $S$  – площадь поршня гидроцилиндра,  $\text{см}^2$ ;

$V$  – скорость перемещения штока гидроцилиндра,  $V = 15$  см/с.

Так как конструктивно принят внутренний диаметр гидроцилиндра 7,5 см, то соответственно площадь поршня в  $\text{см}^2$  определяется по формуле

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (4.7)$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 7,5^2}{4} = 44,16 \text{ см}^2$$

Следовательно, потребная производительность насоса

$$M_n = \frac{60 \cdot 44,16 \cdot 15}{1000} = 39,7 \text{ л/мин}$$

По требуемой производительности выбираем поршневой насос ПО -83 ГОСТ 14.0059-88 с производительностью 40 л/мин, развиваемым усилием 5000 Н,  $n = 2200$  об/мин, мощностью 3,8 кВт.

#### 4.3.3 Расчет стенок гидроцилиндра

Рассчитаем минимально необходимую толщину стенок гидроцилиндра, обеспечивающую прочность конструкции при давлении жидкости в магистрали с учетом перегрузок  $p = 2,5$  МПа. Расчет ведется по формуле, применяемой для расчета цилиндрических сосудов.

Толщина стенок в мм определяется по формуле

					<i>ВКР 35.03.06.329.17.ПРС.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\delta = 0,5 \cdot d \cdot \left( \sqrt{(\sigma_p + 0,4 \cdot p) / (\sigma_p - 1,3 \cdot p)} - 1 \right), \quad (4.8)$$

где  $\sigma_p$  – допускаемое напряжение растяжения, для стальных (сталь 45 ГОСТ 1050-88) втулок  $\sigma_p = 80 \dots 100$  МПа.

$$\delta = 0,5 \cdot 75 \cdot \left( \sqrt{(100 + 0,4 \cdot 2,5) / (100 - 1,3 \cdot 2,5)} - 1 \right) = 0,82 \text{ мм}$$

Исходя из конструктивных и технологических соображений, принимаем толщину стенки пневмоцилиндра равной 2 мм.

#### 4.3.4 Расчет крышки гидроцилиндра

Определим необходимую толщину крышки гидроцилиндра. Материал крышки – сталь 45 ГОСТ 1050-88. Для этой марки стали  $[\sigma_p] = [\sigma_{сж}] = 160$  МПа.

Расчет ведется по формулам, применяемым для расчета круглых сплошных пластинок. При этом рассматриваем крышку как круглую пластинку, защемленную по контуру. Для этого случая нагружения минимально необходимая толщина в мм определяется по формуле

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot p \cdot R^2}{8 \cdot [\sigma]}}, \quad (4.9)$$

где  $p$  – давление в цилиндре, МПа;

$R$  – радиус цилиндра, мм;

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение материала крышки при растяжении-сжатии.

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 2,5 \cdot 37,5^2}{8 \cdot 160}} = 4,06 \text{ мм}$$

Исходя из конструктивных и технологических соображений, принимаем толщину крышки гидроцилиндра равной 4,5 мм.

					<i>ВКР 35.03.06.329.17.ПРС.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## 5 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению головки блока цилиндров

Требования безопасности к конструкции и ее отдельным частям устанавливает ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [19].

Проектируемая конструкция, относится к разборочно-сборочному оборудованию. Потенциальными источниками опасности являются электрический привод насоса, а также гидравлические элементы.

Для обеспечения безопасной эксплуатации в конструкции приняты следующие меры. Механические элементы конструкции выполнены со значительным коэффициентом запаса прочности. Детали и элементы конструкции лишены острых углов и кромок, посредством механической обработки поверхностям придана необходимая шероховатость. Ручка фиксирующего пальца имеет рифленую поверхность. Для предотвращения утечек масла используются двойные резиновые уплотнения.

Толщина стенок гидроцилиндра, гидравлических трубопроводов обоснована с точки зрения прочности, что исключает разрыв и возможную аварийную ситуацию.

Конструкция гидроприводов исключает разбрызгивание или растекание рабочей жидкости. Концентрация минеральных масел в воздухе рабочей зоны не превышает допустимые  $5 \text{ мг/м}^3$ . Внутренние полости гидробаков доступны для осмотра, очистки и промывки.

Выбранный насос оснащен предохранительным клапаном, что исключает механическое разрушение конструкции в случае непредвиденного повышения давления в системе.

Обратные клапаны или другие устройства гидравлической системы обеспечивают медленное, плавное опускание штока или остановку его в случае повреждения трубопроводов, подводящих или отводящих жидкость.

Для защиты гидроприводов от перегрузок и контроля давления в напорных линиях установлены предохранительные клапаны и манометры, причем на шкале или корпусе последних нанесены красные метки, соответствующие максимально допустимому давлению. В линиях, ведущих к манометрам, запрещено производить отбор рабочей жидкости.

Инструкция по безопасной работе с приспособлением представлена в приложении №2.

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле [1]:

$$C_{\text{ц.констр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл}}, \quad (6.1)$$

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.;

$C_{\text{накл}}$  – 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 определяют по формуле стр.115 [1]:

$$C_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{к.д}}, \quad (6.2)$$

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

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

$$C_{\text{к}} = 16 \cdot 50 = 800 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле стр.116 [1]:

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (6.3)$$

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

$C_m$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле стр.116 [1]:

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (6.4)$$

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

$C_d$  – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату определяют по формуле стр.117 [1]:

$$C_{пр} = Z_ч \cdot T_{ср} \cdot K_t, \quad (6.5)$$

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

$Z_ч$  – часовая ставка рабочих, руб.;

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

$$C_{пр} = 65 \cdot 12 \cdot 1,03 = 804 \text{руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле стр.117 [1]:

$$C_{доп} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{пр}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{доп} = \frac{10 \cdot 804}{100} = 80,4 \text{руб}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (C_{пр} + C_d)}{100}. \quad (6.7)$$

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (804 + 80,4)}{100} = 387 \text{руб}$$

$$C_{зп} = 804 + 80,4 + 387 = 1271 \text{руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле стр.117 [1]:

$$C_m = Ц \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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

$Q_3$  – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения стр.117 [1]:

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_3}, \quad (6.9)$$

где  $Q_d$  – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{185}{0,8} = 231 \text{ кг.}$$

$$C_m = 30 \cdot 231 = 6930 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 1271 + 6930 = 8201 \text{ руб.}$$

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяют по формуле стр.118 [1]:

$$C_{\text{зн.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (6.10)$$

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

Основную зарботную плату рабочих, занятых на сборке определяют по формуле стр.118 [1]:

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\eta} \cdot K_t, \quad (6.11)$$

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

$$C_{\text{сб}} = 6 \cdot 67 \cdot 1,03 = 414 \text{ руб.}$$

Дополнительную зарботную плату определяют по формуле стр.118 [1]:

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{(5 \dots 12) C_{\text{сб}}}{100}. \quad (6.12)$$

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 414}{100} = 41,4 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле стр.118 [1]:

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}})}{100} \quad (6.13)$$

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(414 + 41,4)}{100} = 20,04 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 414 + 41,4 + 20,04 = 475,8 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяют по формуле стр.118 [1]:

$$C_{\text{оп}} = \frac{C_{\text{пр}}^1 \cdot \Pi_{\text{оп}}}{100}, \quad (6.14)$$

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

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{1271 \cdot 69,5}{100} = 883,3 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 800 + 8201 + 1200 \cdot 1,5 + 414 + 883,3 = 12098 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1. Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	360	310
2	Балансовая стоимость	руб	15000	12098
3	Потребляемая мощность	кВт	-	-
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел. ч	57	57
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	200	200
10	Время 1 цикла	ч	1,5	1

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 [4]

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (6.15)$$

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

$\tau$  – коэффициент использования рабочего времени смены

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

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 0,9}{90} = 0,6 \text{ шт/час}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 0,9}{60} = 0,9 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле [4]

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.16)$$

где  $G$  – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{\text{е}0} = \frac{360}{0,6 \cdot 200 \cdot 8} = 0,375 \text{ кг/шт}$$

$$M_{\text{е}1} = \frac{310}{0,9 \cdot 200 \cdot 5} = 0,34 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле [4]

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.17)$$

где  $C_{\text{б}}$  – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{15000}{0,6 \cdot 200} = 120 \text{ руб./шт}$$

$$F_{e1} = \frac{12098}{0,9 \cdot 200} = 67 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения [4]

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (6.18)$$

где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{0,6} = 1,66 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,9} = 1,11 \text{ чел. ч/шт}$$

Себестоимость работы определяют по формуле [4]

$$S = C_{зп} + C_э + C_{про} + A. \quad (6.19)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле [4]

$$C_{зп} = Z \cdot T_e, \quad (6.20)$$

$$C_{зп0} = 67 \cdot 1,66 = 111,22 \text{ руб./шт}$$

$$C_{зп1} = 67 \cdot 1,11 = 74,37 \text{ руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле [4]:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_э, \quad (6.21)$$

$$C_{э0} = 2,5 \cdot 2,43 = 6,07 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{э1} = 1,66 \cdot 2,43 = 4,03 \text{ руб/кВт}$$

где  $Ц_э$  – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$\mathcal{E}_e$  - энергоемкость процесса , кВт/шт

Энергоемкость процесса определяют из выражения [4]:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{N_e}{W_z}, \quad (6.22)$$

где  $N_e$  – потребляемая конструкцией мощность, кВт;  
 $W_z$  – часовая производительность конструкции; ед./ч.

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,5}{0,6} = 2,5 \text{ кВт/шт}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,5}{0,9} = 1,66 \text{ кВт/шт}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_6 \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.23)$$

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{15000 \cdot 8}{100 \cdot 0,6 \cdot 200} = 10 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{12098 \cdot 8}{100 \cdot 0,9 \cdot 200} = 5,37 \text{ руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле [4]:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где  $a$  – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{15000 \cdot 13}{100 \cdot 0,6 \cdot 200} = 16,5 \text{ руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{12098 \cdot 13}{100 \cdot 0,9 \cdot 200} = 8,73 \text{ руб./шт}$$

$$S_0 = 111 + 60,7 + 10 + 16,5 = 150 \text{ руб./шт}$$

$$S_1 = 74 + 4,03 + 5,37 + 8,73 = 96,4 \text{ тыс. руб./шт}$$

Приведенные затраты определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (6.25)$$

где  $E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$F_{\text{е}}$  – фондоемкость процесса, руб./ед;

$k$  – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 150 + 0.15 \cdot 120 = 168 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{прив}1} = 96,4 + 0.15 \cdot 67 = 106 \text{ руб./шт}$$

Годовую экономию определяют по формуле [4]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (150 - 96) \cdot 0,9 \cdot 200 = 9720 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле [4]:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}.$$

$$E_{\text{год}} = (168 - 106) \cdot 0,9 \cdot 200 = 11160 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле [4]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где  $C_{\text{б1}}$  – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{12098}{9720} = 1,24 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле [4]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{9720}{12098} = 0,8$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	0,6	0,9	150
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	120	67	55
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	2,5	1,6	64
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,375	0,34	90
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	1,66	1,11	66
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	111	74	66
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	168	106	63
8	Годовая экономия, руб.	-	9720	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	11160	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,24	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,8	-

## 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 головки блока СМД-62 позволяет снизить себестоимость продукции, так затраты на восстановление значительно ниже новой детали.

Предлагаемая конструкция приспособления для разборки и сборки головок блока цилиндров позволит ускорить разборочно-сборочные работы и повысить качество восстанавливаемых поверхностей. Срок окупаемости капитальных вложений, от внедрения приспособления составляет 1,24 года, экономический эффект 11160 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. Голованов Н.Ф., Гинзбург Е. Г., Фирун Н. Б. Зубчатые и червячные передачи. – Л.: Машиностроение, 1967.

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. Пучин Е.А., Новиков В.С., Очковский Н.А. и др. Технология ремонта машин. Под ред. профессора Е.А.Пучина. - М.: «Колос». - 2007

14. Рабинович А.Ш. Повышение работоспособности и сроков службы режущих рабочих органов машин путем обеспечения их самозатачивания. Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственных машин. Материалы Всесоюзной научно-технической конференции под редакцией Клецкина М.И. - М.: - ВИСХОМ. - 1964.

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

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

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

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

19. Усков В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей. Брянск, 1998. – 589 с., ил.

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

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

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