



**Министерство сельского хозяйства РФ**  
**Департамент научно-технологической политики и образования**  
**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: «Технический сервис в АПК»

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Утверждаю  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_/Хафизов К.А./  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

### **ЗАДАНИЕ**

#### **НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту: **Салахутдинову Марсу Минисламовичу**

Тема: **«Проектирование участка ТО с разработкой стенда для выпрессовки направляющих втулок клапанов»**

Утверждена приказом по университету от 12.01.2018\_\_ № 12

**2. Срок сдачи студентом законченного ВКР** \_\_\_\_06.02.2018\_\_

**3. Исходные данные к ВКР:** Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (анализ существующих конструкций, патенты, статьи и др.).

**4. Перечень подлежащих разработке вопросов:**

1. Аналитическая часть; 2. Технологическая часть; 3. Конструкторская часть; 4. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 5. Экономическое обоснование конструкции.

**5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).**

Лист 1 – Технологический процесс разборки двигателя; Лист 2 – Участок ТО; Лист 3 – Оборудования для выпрессовки направляющих втулок клапанов; Лист 4 – Сборочный чертеж рамы; Лист 5 – Детализовка; Лист 6 – Технико-экономические показатели конструкции.

**6. Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов**

Раздел	Консультант
Конструкторская часть	Пикмуллин Г.В.

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 08.12.2017 \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Аналитическая часть	09.01.18	
2	Технологическая часть	15.01.18	
3	Конструкторская часть	22.01.18	
4	Безопасность жизнедеятельности и охрана труда	29.01.18	
5	Экономическое обоснование конструкции	05.02.18	

Студент \_\_\_\_\_ (Салахутдинов М.М.)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (Хафизов К.А.)

## **АННОТАЦИЯ**

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 70 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 4 рисунков, 7 таблиц, приложения. Список использованной литературы содержит 23 наименования.

В первом разделе дан технологический процесс по ремонту двигателей.

Во втором разделе произведен расчет и выбор основного производственного оборудования, количества рабочих и предложена компоновка участка ТО.

В третьем разделе разработана конструкция оборудования для выпрессовки направляющих втулок клапанов. Произведен расчет его деталей на прочность.

В четвертом разделе дана инструкция охраны труда, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности и физической культуре на производстве.

В пятом разделе даны сравнительные технико-экономические показатели по конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами.

## **ABSTRACT**

Graduation qualification work consists of an explanatory note on 70 sheets of computer text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, five sections, conclusions and includes 4 figures, 7 tables, annexes. The list of used literature contains 25 names.

In the first section, the technological process for engine repair is given.

In the second section, the calculation and selection of the main production equipment, the number of workers, and the layout of the maintenance section are proposed.

In the third section, equipment has been developed for pressing out the valve guide sleeves. The calculation of its details for strength.

The fourth section gives instructions on labor protection, measures have been developed for the safety of life and physical culture in the workplace.

In the fifth section we give comparative technical and economic indicators for the design.

The explanatory note concludes with conclusions.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1 Технологический процесс по ремонту двигателей.....	9
1.1.1 Общие признаки необходимости ремонта двигателей.....	9
1.1.2 Приремонтное диагностирование двигателей.....	10
1.1.3 Снятие и установка двигателя.....	12
1.1.4 Очистка двигателя.....	14
1.1.5 Разборка двигателя.....	16
1.1.6 Дефектация деталей двигателя и их ремонт.....	18
1.1.7 Комплектовка деталей и сборка двигателя.....	18
1.1.8 Испытание и регулировка.....	21
1.2 Цели и задачи ВКР.....	21
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	22
2.1 Обоснование трудоемкости работ на участке.....	22
2.2 Определение режимов работы участка и годовых фондов времени .....	23
2.3 Построение графика цикла ремонта двигателя .....	25
2.4 Расчет численности работающих и составление штатной ведомости .....	28
2.5 Обоснование номенклатуры и расчет количества основного и выбор вспомогательного оборудования .....	29
2.6 Расчет площади участка ремонта двигателя .....	31
2.7 Компонировка участка по ремонту головок блока цилиндров двигателя.....	32
2.8 Выбор оборудования.....	32
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ. . . . .	35
3.1 Обоснование предлагаемой конструкции.....	35
3.2 Обоснование основных элементов привода оборудования.....	35
3.2.1 Определение усилия выпрессовки. . . . .	35
3.2.2 Расчет рычага привода исполнительного рабочего органа...	38

3.2.3	Выбор цилиндра .....	40
3.2.4	Выбор масляного насоса.....	41
3.2.5	Обоснование размеров масляного бака.....	43
3.2.6	Выбор распределительного устройства.....	44
3.2.7	Обоснование привода масляного насоса.....	45
3.3	Инструкция по использованию и уходу за предлагаемой конструкцией.....	45
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА.....	47
4.1	Основные задачи охраны труда .....	47
4.2	Основные опасные производственные факторы и вредности при проведении технического сервиса.....	47
4.3	Нормирование разрывов и габаритов безопасности.....	48
4.4	Анализ технологического процесса на ремонтной базе технического сервиса.....	49
4.5	Пожарная безопасность в ремонтных мастерских и пунктах технического сервиса.....	50
4.6	Физическая культура на производстве.....	52
5	ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	58
5.1	Технико-экономические показатели конструкции.....	58
	ВЫВОДЫ .....	63
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ. ....	64
	СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	66

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время особое внимание уделяют техническому перевооружению ремонтных предприятий, оснащению их новым оборудованием, технологиями, средствами контроля и измерения.

Поэтому резко возрастает объем работ по проектированию технологических процессов ремонта машин и восстановления изношенных деталей.

В процессе эксплуатации машинного парка надежность, заложенная в нем при конструировании и производстве, снижается вследствие изнашивания деталей, коррозии, усталости и старения материала и других вредных процессов, протекающих в автомобиле. Вредные процессы вызывают появление различных неисправностей и дефектов, устранение которых становится необходимым для поддержания машин в работоспособном состоянии. Отсюда возникает объективная потребность в техническом обслуживании и ремонте автомобилей.

В новых условиях использования транспортной техники необходимо увеличивать темпы технического перевооружения строительного комплекса. В связи с этим важное значение имеет повышение качества технического обслуживания и ремонта, включая совершенствование организации на ремонтно-обслуживающих предприятиях.

Улучшения качества ремонтных работ можно добиться, с одной стороны, за счет модернизации устаревшего ремонтно-технического оборудования и совершенствования технологии ремонта, а с другой - за счет специализации производственных рабочих ремонтных предприятий на выполнении близких по квалификации ремонтных работ.

В процессе проведения технического обслуживания и ремонта выполняются работы по устранению возникших неисправностей и замена наиболее быстро изнашиваемых деталей. Эти работы не возможно выполнить без специального технологического оборудования.

# **1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **1.1 Технологический процесс по ремонту двигателей**

Особенностью выполнения технологического процесса ремонта двигателей на пункте ТО является то, что производственный процесс выполняется не только в условиях участка. Так операции шлифовка коленчатого вала, сложные случаи ремонта выполняются по кооперации на заводах, оснащенным необходимым станочным оборудованием. Оснащать же участок ремонта всем необходимым станочным оборудованием экономически нецелесообразно, так как стоимость оборудования высока, а производственная программа не будет обеспечивать полной загрузки оборудования [1].

### **1.1.1 Общие признаки необходимости ремонта двигателей**

Износ деталей двигателя увеличивается постепенно и до определенной величины практически не влияет на его нормальную работу.

Однако когда ресурс деталей выработан, износ начинает прогрессивно увеличиваться, и в двигателе возникают следующие неисправности;

1. Высокий расход масла. Предельным считается расход масла от метки «мах» до метки «мин» на щупе за 1000 км пробега;
2. Дымный выхлоп, цвет дыма синий.
3. «Махровый» нагар на свечах зажигания.
4. Неравномерность работы двигателя на холостом ходу.
5. Из шланга системы вентиляции картера газы, пары выходят в такт с рабочими ходами в цилиндрах.
6. Высокий расход бензина.
7. Падение мощности двигателя.
8. Стуки в двигателе.
9. Слишком малое давление масла.

О необходимости ремонта говорит не каждый признак в отдельности, а наличие в той или иной мере всех перечисленных.

Однако причиной капитального ремонта двигателей может являться не только «естественный» износ деталей, но и ускоренный износ вследствие экстремальных условий работы двигателя (при недостаточной смазке, перегрев двигателя, работа двигателя на несоответствующем топливе, гидроудар в цилиндре двигателя), в этом случае речь идет об «аварийном» ремонте двигателя.

Далее рассмотрим особенности выполнения операций, технологического процесса ремонта двигателей.

### **1.1.2 Приремонтное диагностирование двигателей**

Диагностирование - это определение технического состояния автомобилей, их агрегатов и узлов без разборки. Диагностирование является техническим элементом ремонта автомобилей и агрегатов [5].

Приремонтное диагностирование выполняют непосредственно в ходе ремонта с целью уточнения потребности в выполнении отдельных операций.

Для определения технического состояния двигателя используют две группы методов контроля:

- с помощью органов чувств (органолептический, или субъективный);
- инструментальный (объективный).

Органолептические методы - осмотр, прослушивание, проверка механизмов на ощупь, что приводит к выявлению причин потери работоспособности агрегата с определенной погрешностью.

Этим методом оценивают:

- цвет выхлопа. Выхлоп синего цвета явный признак попадания масла в камеру сгорания двигателя, следовательно, повышенный расход масла;
- нагар на свечах зажигания. «Махровый» нагар признак того, что в двигателе изношена поршневая группа;

- выход газов, паров из шланга системы вентиляции картера. На исправном двигателе газы и пары выходят без четкой пульсации потока;
- шумы и стуки в двигателе.

Проверка состояния двигателя по шумам и стукам позволяет выявить повышенные зазоры в сопряжениях деталей при их повышенных износах. Зазоры между шейками и подшипниками коленчатого распределительного валов, между поршнями и цилиндрами и поршневыми кольцами, между клапанами и коромыслами или регулировочными винтами, между зубьями распределительных шестерен, а также между цепью и звездочками привода механизма газораспределения. Повышенную шумность работы двигателя нетрудно обнаружить на слух, однако определить конкретное место стука в сопряженных деталях удастся лишь опытным автомеханикам.

Инструментальные методы - применение специальных приборов, стендов и другого оборудования, обеспечивающего количественное измерение параметров состояния машин и износа деталей.

При диагностировании с помощью контрольно-диагностических средств определяют параметры, по которым судят о структурных параметрах, отражающих техническое состояние диагностируемого механизма [5].

Структурный параметр - это физическая величина, непосредственно отражающая техническое состояние механизма (геометрическая форма, размеры, взаимное расположение поверхностей деталей). Структурные параметры, как правило, нельзя измерить без разборки механизма.

Диагностический параметр - это физическая величина, контролируемая средствами диагностирования и косвенно характеризующая работоспособность автомобиля или его составной части.

Различают номинальные, допускаемые, предельные и текущие значения диагностических и структурных параметров.

Номинальное значение параметра определяется его конструкцией и функциональным назначением. Номинальные значения параметров имеют обычно новые или капитально отремонтированные механизмы.

Допускаемым значением параметра называется такое граничное значение, при котором механизм может сохранять работоспособность и исправность до следующего планового контроля без каких-либо дополнительных воздействий.

Предельным значением параметра называется наибольшее или наименьшее его значение, при котором обеспечивается работоспособность механизма. При достижении предельного значения параметра дальнейшая эксплуатация механизма либо технически недопустима, либо экономически нецелесообразна. Текущим значением параметра называется его фактическое значение в данный момент.

Инструментальным методом оценивают: техническое состояние цилиндропоршневой группы по давлению в цилиндрах в конце такта сжатия (то есть определение компрессии). Проверку компрессии производят после проверки и регулировки зазоров клапанов на прогретом до температуры 80...90°С двигателя с использованием компрессометра

Диагностирование - это определение технического состояния автомобилей, их агрегатов и узлов без разборки. Диагностирование является техническим элементом ремонта автомобилей и агрегатов.

Приремонтное диагностирование выполняют непосредственно в ходе ремонта с целью уточнения потребности в выполнении отдельных операций.

### **1.1.3 Снятие и установка двигателя**

Для снятия силового агрегата автомобиль устанавливают на смотровую канаву и после отсоединения двигателя от кузова вынимают силовой агрегат из моторного отсека вверх с помощью гидравлического крана.

В зависимости от компоновки и конструктивных особенностей силовых агрегатов на рассматриваемых автомобилях последовательность и

технология выполнения отдельных работ по их снятию может несколько различаться, однако общий порядок выполнения этих работ примерно одинаков для всех автомобилей и рассматривается ниже [7].

1. Снять капот.
  2. Слить масло из двигателя.
  3. Слить охлаждающую жидкость
  4. Отсоединить шланги системы охлаждения двигателя, идущие к радиатору и отопителю.
  5. Отсоединить электропровода от аккумуляторной батареи, генератора, стартера, катушки зажигания, ЭПХХ карбюратора, датчиков и выключателей.
  6. Отсоединить шланг от вакуумного усилителя тормозов.
  7. Отсоединить шланги подачи топлива к топливному насосу и шланг перепуска топлива от карбюратора.
  8. Отсоединить приводы воздушной и дроссельной заслонок карбюратора.
  9. Отсоединить тросовый привод или рабочий гидроцилиндр сцепления.
  10. Отсоединить приемные трубы глушителя.
  11. Отсоединить привода передних колес (на переднеприводных автомобилях) или карданную передачу (у автомобилей с классической схемой компоновки) и закрыть отверстие вилки карданного шарнира в коробке передач заглушкой.
  12. Отъединить коробку передач от рычага переключений передач и отъединить от нее гибкий вал привода спидометра.
  13. Закрепить двигатель на подъемном устройстве.
  14. Отвернуть крепления двигателя к кузову.
  15. Вынуть двигатель в сборе со сцеплением.
- Установка двигателя на автомобиль производится в порядке, обратном его снятию [10].

#### 1.1.4 Очистка двигателя

Значение очистных работ при ремонте автомобилей и их агрегатов чрезвычайно велико, так как эффективность технологических процессов мойки и очистки существенным образом влияет на производительность труда, санитарно гигиенические условия работы. Качество работ по восстановлению изношенных поверхностей деталей, а также сборки агрегатов находится в прямой зависимости от полноты и качества выполнения очистных работ. Например, плохая очистка блоков цилиндров двигателей и их головок от нагара и накипи приводит к снижению эффективной мощности двигателей на 5...8%, увеличению расхода топлива на 10... 20%, снижению межремонтного ресурса сборочных единиц (агрегатов) на 30%. Производительность ремонтных работ на автомобилях и их деталях без очистных работ снижается на 15... 20%.

Загрязнение на поверхностях автомобиля и его составных частей происходит в процессе эксплуатации, а также ремонта [10].

Очистку деталей выполняют перед разборкой, дефектацией, механической обработкой, подготовкой к сборке и при сборке. Для условий производства выделяют два уровня очистки, различающихся массой остаточных загрязнений: макроочистка и микроочистка. При ремонте агрегатов следует добиваться абсолютной чистоты поверхностей деталей только тогда, когда это вызвано технологической необходимостью.

В условиях ремонтного производства требования по допустимой загрязненности поверхностей различны. Чистота поверхностей деталей определяется последующими технологическими операциями.

Двигатель, снятый с автомобиля, имеет, как правило, грязные наружные поверхности. При разборке попадание грязи между снимаемыми внутренними деталями может вызвать их повреждение, что недопустимо в случае их повторного использования. Поэтому до разборки двигатель, снаружи моют струей воды или водной эмульсией, подаваемой под

давлением из моечного пистолета. После очистки на наружных поверхностях не должно быть загрязнений, препятствующих доступу к элементам крепления.

Очистка поверхностей деталей - это процесс удаления загрязнений, осуществляемый различными способами [16].

Для очистки поверхностей деталей широко применяют моющие средства, моющее действие которых состоит в удалении жидких и твердых загрязнений с поверхности и переводе их в моющий раствор в виде растворов и дисперсий. В настоящее время во всех процессах мойки используют синтетические моющие средства (СМС). Основу их составляют поверхностно-активные вещества. Растворы СМС по моющей способности превосходят традиционные растворы едкого натра (КОН) и различных щелочных смесей. СМС в 3...5 раз эффективнее растворов едкого натра. СМС выпускается промышленностью в виде порошков. Они нетоксичны, негорючие, пожаробезопасные и хорошо растворимы в воде. Раствором СМС можно очищать детали из черных, цветных и легких металлов и сплавов. Детали, подлежащие непродолжительному хранению (10... 15 дней), после мойки в растворах СМС можно не подвергать дополнительной противокоррозионной обработке. Рабочая массовая концентрация раствора СМС зависит от загрязненности поверхностей деталей и составляет 5...20 г/л. Наиболее эффективное действие растворов СМС проявляется при температуре  $(80\pm 5)$  °С.

Широкое распространение получило удаление загрязнений с помощью растворителей. К основным растворителям, применяемым на ремонтных предприятиях, относятся дизельное топливо, керосин, бензин и уайт-спирит.

Их используют для очистки деталей (блоков, каналов коленчатых валов, обезжиривания поверхностей и др.) от асфальтосмолистых загрязнений.

При выполнении моечных операций используют моечно-очистную установку погружного типа модели М-312. Процесс мойки погружением с самыми различными по составу очищающими средствами менее

энергоемкий, легко интенсифицируется, отличается малыми потерями теплоты и активацией очищающей среды. Ванны применяют на ремонтных предприятиях с небольшими производственными программами. В этом случае процесс очистки интенсифицируется благодаря повышению температуры нагрева и концентрации раствора в ванне [16].

Ванна для очистки деталей погружением имеет корпус, в котором в нижней части объема моющей жидкости располагаются нагревательные элементы (электрические или паровые) и решетку для установки очищаемых изделий или контейнер с деталями. В верхней части ванны у поверхности раствора расположены бортовые отсосы для удаления выделений вредных паров. Ванна с большой поверхностью зеркала входит в кожух, оснащенный вытяжной вентиляцией и герметичной крышкой с гидрозатвором. Для сбора всплывших на поверхность масляных и жировых загрязнений ванна оснащена флотационным корытом. Для сокращения вредных испарений порой кислотные ванны покрывают слоем пластмассовых шариков. Качество очистки оценивают величиной остаточного загрязнения на деталях, которая может быть определена весовым, визуальным и люминесцентным способами контроля. При весовом способе определяют разницу в массе детали, прошедшей мойку и очистку, и чистой (эталонной) детали. Визуальный способ сводится к сравнению остаточной загрязненности поверхностей деталей с условной шкалой или шаблоном очистки качества очистки. Люминесцентный способ основан на свойстве масел светиться (флуоресцировать) при воздействии ультрафиолетового света (по величине светящихся пятен судят о загрязненности поверхности).

### **1.1.5 Разборка двигателя**

Разборка двигателя производится после его наружной очистки и мойки на специальном стенде, позволяющем поворачивать двигатель для обеспечения удобства выполнения разборочно-сборочных работ. Для того

чтобы обеспечить высокое качество последующей сборки двигателя и не нарушить уравновешенность его деталей необходимо устанавливать годные детали на прежние, приработанные места. Для этого при разборке детали метят без повреждения кернением, краской, бирками или надписями. К таким деталям относятся гильзы, поршни, поршневые кольца, пальцы и шатуны с крышками, коленчатый вал и маховик, маховик и сцепление, блок цилиндров и крышки коренных подшипников.

Разборка двигателя имеет примерно одинаковую последовательность для всех рассматриваемых двигателей и выполняется в следующем порядке.

Снять приборы системы зажигания (распределитель или датчик-распределитель зажигания, его привод, провода высокого напряжения, свечи) и генератор.

Отсоединить шланги систем питания и охлаждения двигателя, снять бензонасос, карбюратор, вентилятор, жидкостный насос, термостат.

Снять указатель уровня масла и трубку, в которую он вставлен, снять масляный фильтр.

Снять с носка коленчатого вала шкив привода генератора.

Отвернуть переднюю крышку и, отсоединив механизмы натяжения, снять зубчатый ремень или цепь привода механизма газораспределения.

Снять впускной и выпускной газопроводы, крышку головки и головку цилиндров с прокладками.

Перевернуть двигатель картером вверх и снять масляный картер с прокладкой, масляный насос и маслоприемник.

Снять крышки шатунов, отвернув гайки болтов их крепления, и аккуратно, чтобы не повредить зеркало (рабочую поверхность) цилиндров, вынуть шатуны с поршнями через цилиндры и пометить крышки шатунов с шатунами для последующей правильной их сборки.

Снять крышки коренных подшипников вместе с нижними вкладышами, снять коленчатый вал, а затем верхние вкладыши коренных подшипников и упорные полукольца осевой фиксации коленчатого вала.

Выпрессовать подшипник первичного вала коробки передач из коленчатого вала, используя для этого специальный винтовой или ударный съемник.

Разобрать детали шатунно-поршневой группы. Снять поршневые кольца, выпрессовать поршневой палец при помощи прессы с оправкой.

### **1.1.6 Дефектация деталей двигателя и их ремонт**

Основная цель дефектации двигателя - определение степени износа и/или повреждения всех его деталей. Это необходимо для того, чтобы с одной стороны, приобрести необходимые запасные части, а с другой - определить те детали, которые могут быть отремонтированы или восстановлены [9].

Данный этап ремонта требует определенных навыков, опыта, аккуратности и терпения. После длительной эксплуатации двигатель обычно имеет большое количество изношенных или поврежденных деталей и поверхностей. Вследствие этого необходимо записывать все размеры изношенных поверхностей и повреждения деталей. Это исключает в дальнейшем уже при сборке обнаружение ранее незамеченных или забытых поврежденных, но не отремонтированных и не замененных деталей и, соответственно, увеличение сроков ремонта двигателя.

Дефектация является достаточно сложным и длительным процессом, предполагает высокую квалификацию и опыт специалистов, выполняющих контроль и измерение деталей. Эта работа возможна только после мойки деталей, иначе выполнить точные измерения невозможно из-за попадания грязи на ножку того или иного измерительного прибора.

### **1.1.7 Комплектовка деталей и сборка двигателя**

Перед сборкой двигателя все детали промываются, производится их тщательный осмотр и контрольные замеры для определения их технического состояния и возможности их использования при сборке.

Затем производится комплектование деталей и сборка отдельных групп деталей и узлов.

Если износ шеек коленчатого вала не превышает допустимого, то он комплектуется с вкладышами подшипников номинального размера. Если износ коренных и шатунных шеек коленчатого вала больше допустимого, то он комплектуется коренными и шатунными вкладышами увеличенной толщины одного из ремонтных размеров, определяемых по наиболее изношенной из коренных и из шатунных шеек. При этом производится перешлифовка коренных и шатунных шеек вала под размер соответствующих комплектов ремонтных вкладышей.

При невозможности ремонта коленчатого вала он заменяется на новый и комплектуется вкладышами номинального размера, а перед установкой в блок цилиндров производится его балансировка в сборе с маховиком и сцеплением.

При установке сцепления на маховик, для его центрирования в запрессованный в торце коленчатого вала подшипник, вставляют специальную оправку, или первичный вал коробки передач [1].

При установке коленчатого вала смазываются моторным маслом и устанавливаются в гнезда блока цилиндров и крышек вкладыши коренных подшипников, затем укладываются коленчатый вал, устанавливаются в пазы упорные полукольца и крепятся крышки коренных подшипников.

При необходимости замены деталей поршневой группы производится подбор поршней к цилиндрам по размерам таким образом, чтобы между цилиндром и поршнем обеспечивался зазор, равный 0,05.. .0,07 мм.

Подбор поршней к цилиндрам производится без поршневых колец при комнатной температуре. Помимо размеров поршни, устанавливаемые на один двигатель, должны подбираться по массе. Массы самого легкого и самого тяжелого поршней на двигателе не должна различаться более чем на 2,5...3,0 г., в связи с чем поршни при изготовлении сортируют по массе на соответствующие группы и имеют необходимую маркировку.

В одном цилиндре должны быть установлены поршень, поршневые кольца, палец и шатун одной размерной группы. Массы поршневых комплектов (поршень, поршневой палец, поршневые кольца и шатун) разных цилиндров одного двигателя не должны различаться по массе более чем на 8 г.

Поршневые пальцы подбирают к поршням и шатунам таким образом, чтобы при комнатной температуре смазанный моторным маслом палец входил нажимом большого пальца в отверстие поршня и не выпадал из него под действием собственной массы, а в головку шатуна входил с натягом, после нагрева шатуна до 240°C.

После подбора поршней, пальцев и шатунов производится их сборка с нагревом шатуна.

Поршневые кольца подбираются к цилиндрам в соответствии с их размерами по зазору в замке кольца, вставленного в соответствующий цилиндр двигателя и зазору между торцом кольца и его канавкой в поршне.

После подбора колец они устанавливаются в канавки поршня с помощью специального приспособления, а поршень с кольцами в цилиндр - с помощью специальной оправки.

Детали резьбовых соединений, имеющие более двух ниток сорванной резьбы, заменяют на новые, остальные детали прогоняют соответствующими метчиками и плашками.

Все устанавливаемые на двигатель при сборке детали, особенно используемые повторно, должны быть тщательно очищены, промыты, а их рабочие поверхности смазаны моторным маслом.

Затяжку ответственных резьбовых соединений при сборке необходимо производить с требуемым моментом, используя динамометрический ключ.

Общая сборка двигателя производится в обратном порядке.

### **1.1.8 Испытание и регулировка**

Двигатель после капитального ремонта должен пройти испытание обкаткой. Срок службы двигателя и его надежность при эксплуатации зависят не только от качества отремонтированных деталей и сборки, но и в значительной мере от правильного проведения обкатки [7].

При обкатке двигателя происходит приработка поверхностей трения, причем в основном в первые часы обкатки.

В целях сокращения продолжительности обкатки ее разбивают на два этапа: обкатка непосредственно на автомобиле без нагрузки и эксплуатационная обкатка. Для первого этапа можно рекомендовать следующий цикл обкатки (без нагрузки): 2 мин. при 750...950 об/мин.; 3 мин. при 1000...1200 об/мин.; 4 мин. при 1500...1800 об/мин.; 5 мин. при 2000...2400 об/мин. Минимальные обороты указаны в технических характеристиках конкретного двигателя.

В ходе испытания двигателя необходимо выполнить регулировку холостого хода, регулировку момента зажигания.

### **1.2 Цели и задачи ВКР**

Цель ВКР: повышение качества ремонта двигателя, снижение себестоимости ремонта, сокращение продолжительности пребывания двигателя в ремонте.

#### Задачи ВКР:

1. Совершенствовать технологический процесс ремонта двигателя.
2. Приобрести необходимое дополнительное оборудование.
3. Произвести проектирование участка в соответствии с технологическим процессом ремонта.
4. Разработать мероприятия по контролю качества выпускаемой продукции и безопасности жизнедеятельности в участке.
5. Снизить затраты ручного труда при ремонте за счет разработки конструкции оборудования для выпрессовки направляющих клапанов.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Обоснование трудоемкости работ на участке

Трудоемкость ремонта головок цилиндра двигателя – это сумма рабочего времени, затрачиваемого на выполнение всех операций ремонта. Учитывая структуру предприятия, принимаем, что на участке будут выполняться работы по снятию, разборке, очистке и сборки головок, а так же операции по дефектации и ремонту деталей. Трудоемкость анализируемых объемов работ принималась согласно существующего технологического процесса, норм времени на выполнение операций и распределения трудоемкости по видам работ.

В соответствии со схемой технологического процесса разборки двигателя КамАЗ-740 и типовыми нормами времени на ремонт, назначаем вид работ, разряд и соответствующие операции (табл. 2.1).

#### **Обоснование трудоемкости и годового объема работ на участке и распределение его по видам**

На основании данных типовых норм времени на разборку двигателя, определяем трудоемкость разборки двигателя на перспективу.

Трудоёмкость разборки одного двигателя автомобиля на перспективу определяем по зависимости [13].

$$T_{p.d.} = T_n \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_4; \quad (2.1)$$

где  $T_n$  – нормативная трудоемкость разборки двигателя,  $T_n = 5,7 \text{ час.}$ ;

$\kappa_1$  – коэффициент, учитывающий конструктивно-технологические особенности,  $\kappa_1 = 1$ ;

$\kappa_2$  – коэффициент, учитывающий годовую производственную программу,  $\kappa_2 = 0,86$ ;

$\kappa_3$  – коэффициент приведения, учитывающий количество ремонтируемых агрегатов и моделей,  $\kappa_3 = 1,0$ ;

$\kappa_4$  – коэффициент, учитывающий рост производительности труда на перспективу,  $\kappa_4 = 0,97$ ;

$$T_{p.d.} = 5,7 \cdot 1,0 \cdot 0,86 \cdot 1,0 \cdot 0,97 = 4,8 \text{ чел.ч}$$

Годовой объем работ на участке определяем по формуле:

$$T_z = T_{p.d.} \cdot W, \quad (2.2)$$

где  $W$  - оптимальная действительная программа

$$T_z = 4,8 \cdot 550 = 2640 \text{ чел.ч.}$$

Распределение работ по видам введем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Распределение трудоемкости ремонта головок блока цилиндров двигателя КамАЗ - 740 по видам работ

№ п/п	Наименование операций	Разряд работ	Трудоемкость	
			час	чел. ч
1.	Приемка головок блока цилиндров	2	0,17	0,14
2.	Наружная очистка	2	0,08	0,07
3.	Сжать пружины и снять сухари	3	0,48	0,4
4.	Снять втулки тарелок, тарелки, пружины	3	0,48	0,4
5.	Снять манжеты, шайбы и клапаны	3	0,48	0,4
6.	Выпрессовать направляющие втулки клапанов	3	0,27	0,22
7.	Мойка деталей	3	0,08	0,07
8.	Дефектация	5	0,33	0,27
9.	Ремонт изношенных деталей	5	1,7	1,4
10.	Притирка клапанов к гнездам	4	0,7	0,58
11.	Мойка головок блока цилиндров	2	0,13	0,1
12.	Сборка головок	4	0,8	0,66
13.	Выдача	2	0,17	0,14

## 2.2 Определение режимов работы участка и годовых фондов времени

Режим работы предприятия определяется количеством рабочих дней в году, смен работы предприятия в сутки, продолжительностью смены.

Номинальный фонд времени мастерской при пятидневной рабочей недели определяется по формуле:

$$\Phi_n = (d_k - d_v - d_n) t_{cm} n - d_{nn} n, \quad (2.3)$$

где  $d_k$  - количество календарных дней в году;

$d_в$  - количество выходных дней в году;

$d_n$  - количество праздничных дней в году;

$d_{nn}$  - количество предпраздничных дней в году;

$t_{см}$  - время смены, ч;

$n$  - количество смен работы оборудования мастерской.

На планируемый период (2006 год)  $d_k = 365$  дней;  $d_в = 104$  дня;  $d_n = 11$  дней;  $d_{nn} = 9$  дней

$$\Phi_n = (365 - 104 - 11) \cdot 8 \cdot 1 - 8 \cdot 1 = 1992 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени мастерской определяется по формуле:

$$\Phi_{\partial} = \Phi_n \eta, \quad (2.4)$$

где  $\eta$  - коэффициент использования оборудования мастерской [5,13].

$$\Phi_{\partial} = 1992 \cdot 0,98 = 1952 \text{ ч.}$$

Номинальный фонд времени рабочих определяется по формуле 2.3.

Действительный фонд времени рабочих определяется по формуле:

$$\Phi_{\partial p} = (\Phi_n - d_o \cdot t_{см}) \cdot \eta_p, \quad (2.5)$$

где  $d_o$  - продолжительность отпуска рабочего за планируемый период;

$\eta_p$  - коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам.

Согласно кодекса законов о труде, рабочим устанавливается отпуск в размере 28 календарных дней. При пятидневной рабочей недели количество дней отпуска за вычетом выходных (восемь рабочих дней) за анализируемый период продолжительность отпуска рабочего составит 20 рабочих дней.

$$\Phi_{\partial p} = (1992 - 20 \cdot 8) \cdot 0,9 = 1649 \text{ ч.}$$

### 2.3 Построение графика цикла ремонта двигателя

Продолжительность пребывания двигателя при ремонте на участке в ремонтной мастерской определяется путем построения графика ремонтного цикла.

Для построения графика необходимо знать такт ремонта двигателя, который определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_n}{W}, \quad (2.6)$$

где  $\Phi_n$  – годовой номинальный фонд времени предприятия, ч;

$W$  – проектируемая программы предприятия, шт.

$$\tau = \frac{1992}{550} = 3,6 \text{ ч.}$$

График строится на один ремонтный объект. При этом учитывается отступление, заключающееся в том, что технологический процесс выполняется последовательно и непрерывно, без вспомогательных операций и производственных остановок процесса ремонта. Продолжительность пребывания двигателя в ремонте представляет собой период от начала первой операции до конца последней операции по ремонту двигателя.

Продолжительность пребывания двигателя в ремонте на участке решается путем построения графика ремонтного цикла, модулирующего собой линейное моделирование производственного процесса.

Исходными данными для построения графика ремонтного цикла являются:

- последовательный перечень работ, составляющий процесс ремонта объекта (таблица 2.1.);
- разряд работ, составляющих процесс ремонта объекта;
- трудоемкость работ по операциям скорректированной с учетом годовой программы ремонтного предприятия.

При построении графика цикла ремонта двигателя необходимо соблюдать следующие требования:

- работы, выполняемые одним рабочим, должны быть сходны технологически и отличаться друг от друга не более чем на один разряд;
- каждый рабочий должен быть загружен на такт производства, недогрузка допускается не более 5%, перегрузка не более 15%; [14]
- очередная работа должна начинаться не раньше, чем закончена работа, технологически ей предшествующая;
- все работы, составляющие технологический процесс ремонта, должны выполняться с максимально возможной параллельностью;
- время работы каждого рабочего изображается прямой линией, равной продолжительности такта, изображаемого в прямом масштабе.

При построении графика цикла определяется количество рабочих по каждому виду работ по формуле:

$$P_{расч} = \frac{T_i}{\tau}, \quad (2.7)$$

Определив расчетное количество рабочих по каждой операции, рассчитывают их загрузку в процентах по формуле:

$$K = \frac{P_{расч}}{P_{пр}} \cdot 100\%, \quad (2.8)$$

где  $P_{пр}$  – принятое количество рабочих, чел.

По графику ремонтного цикла можно определить наименование рабочих мест, участков или отделений, выявить работы, выполняемые на каждом рабочем месте.

По результатам построения графика цикла определяем форму организации производства по ремонту двигателя.

Для обоснования формы организации ремонта, кроме построения ломаной линии, определяются коэффициенты параллельности и последовательности выполнения работ по формулам:

$$K_{нар} = \frac{T_{нар}}{T_{об}}, \quad (2.9)$$

$$K_{noc} = \frac{T_{noc}}{T_{об}}, \quad (2.10)$$

где  $K_{пар}$ ,  $K_{noc}$  – коэффициенты соответственно параллельности и последовательности выполняемых работ;

$T_{пар}$ ,  $T_{noc}$  – трудоемкость соответственно параллельно и последовательно выполняемых работ, чел.-ч;

$T_{об}$  – общая трудоемкость ремонта двигателя, чел.-ч.

Из графика цикла видно, что коэффициент параллельности выполняемых работ равен 0, а последовательности выполняемых работ 1.

Для определения количества рабочих, занятых в каждом такте, необходимо в соответствующем масштабе отложить количество рабочих и построить линию, показывающую, сколько человек занято на выполнении ремонтных работ.

По результатам построения явочное количество производственных рабочих, задействованных в ремонте головки блока цилиндров двигателя КамАЗ-740 – 2 человека. При этом они выполняют работы на рабочих местах:

- разборочном;
- приемно-моечном;
- дефектовочно-комплектовочном;
- ЦВИДе.

Время нахождения головок блока цилиндров двигателя в ремонте (цикл ремонта) – 5,3 ч.

Фронт ремонта на участке определяем по формуле:

$$f = \frac{t_y}{\tau}, \quad (2.11)$$

где  $t_y$  – время нахождения двигателя в ремонте на участке.

$$f = \frac{5,3}{3,6} = 1,5$$

## 2.4 Расчет численности работающих и составление штатной ведомости

Так как явочное количество рабочих определено по графику цикла, списочное количество рабочих на участке определяем по формуле [7,13]:

$$P_{\text{дсп}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{д}}}, \quad (2.12)$$

где  $\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени, ч.

Результаты расчета количества рабочих сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Сводные показатели численности производственных рабочих по рабочим местам

Наименование рабочего места	Трудоем- кость чел.-ч.	Фонд времени		Число рабочих			
		Фн	Фд	явочное		списочное	
				Расч	Прин	Расч	Прин
Разборочное	1144	1992	1649		1	0,69	1
Приемно - моечное	286	1992	1649		0	0,14	0
Дефектовочное	132	2004	1659		1	0,19	1
ЦВИД	1089	2004	1659		0	0,76	0
Итого	2651				2		2

Штат производственных и вспомогательных рабочих распределяем по специальности и разделам и заносим в таблицы 2.3.

Таблица 2.3 - Штатная ведомость производственных рабочих

Наименование рабочих мест	Профессия	Количество работающих по разрядам						Количество	
		1	2	3	4	5	6	мужчин	женщин
Разборочное	Слесарь	-	1	-	-	-	-	1	
Приемно-моечное	Слесарь	-	-	-	-	-	-		
Дефектовочное	Дефектовщик	-	-	-	-	1	-	1	
ЦВИД	Слесарь	-	-	-	-	-	-		
	Расточник	-	-	-	-	-	-		
	Шлифовщик	-	-	-	-	-	-		
	Сварщик	-	-	-	-	-	-		

## **2.5 Обоснование номенклатуры и расчет количества основного и выбор вспомогательного оборудования**

Количество основного технологического оборудования на участке определяем по рабочим местам в соответствии с технологическим процессом ремонта двигателя (рисунок 2.1) и графика цикла ремонта объекта.

К основному оборудованию участка относятся моечные машины, выполняющие очистку узлов и деталей двигателя от всех типов загрязнений, стенды, механизмирующие технологический процесс ремонта, оборудование, позволяющее восстанавливать дефекты в базовых деталях двигателя. Вспомогательное: стеллажи, верстаки, шкаф для инструментов, корзины для деталей.

Опираясь на выполненные ранее расчеты, принимаем следующий перечень технологического и вспомогательного оборудования:

### 1) разборочное:

- корзины для узлов и деталей – 1 шт;
- шкаф для хранения монтажного инструмента и приспособлений ОРГ-1603 – 1 шт;
- верстак слесарный на одно рабочее место ОРГ1468-01-060А – 1 шт;
- стенд для выпрессовки направляющих втулок клапанов;

### 2) приемно-моечное:

- ОМ-4610 – моечная машина для очистки узлов и деталей;
- шкаф для хранения монтажного инструмента и приспособлений ОРГ-1603 – 1 шт;
- верстак слесарный на одно рабочее место ОРГ1468-01-060А – 1 шт;
- корзины для узлов и деталей – 1 шт;

### 3) дефектовочное:

- стол для дефектации деталей ОРГ1468-01-090А – 1 шт;

- шкаф для хранения приборов и измерительного инструмента ОРГ1468-07-010А – 1 шт;
- магнитный дефектоскоп М-217 – 1 шт;
- контейнер для утиля ОРГ1598 – 1 шт;
- контейнер для мусора ОРГ1598 – 1 шт;
- контейнер для утиля ОРГ1598 – 1 шт;

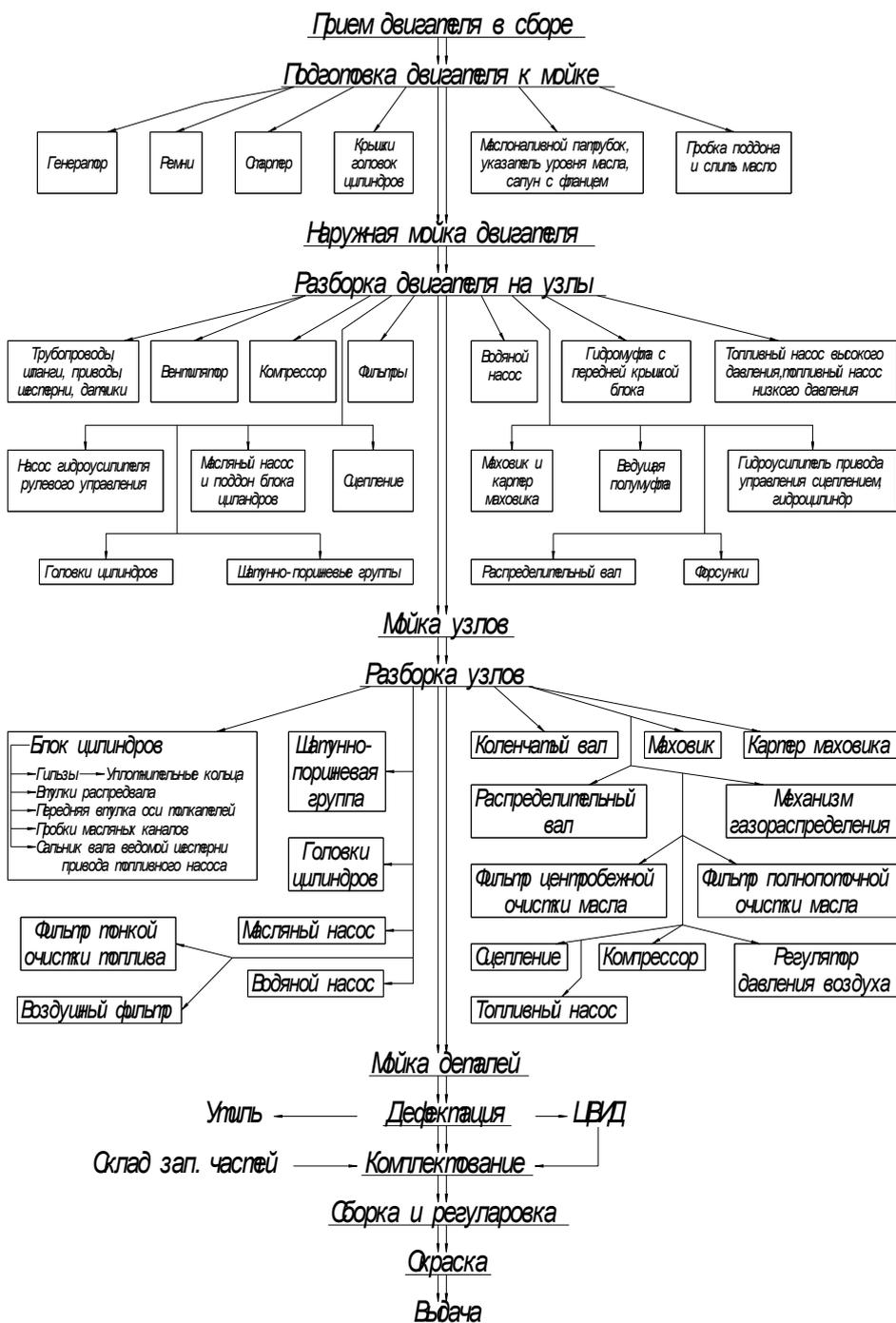


Рисунок 2.1 – Технологический процесс разборки двигателя

#### 4) ЦВИД:

- верстак слесарный на одно рабочее место ОРГ1468-01-060А – 1 шт;
- шкаф для хранения монтажного инструмента и приспособлений ОРГ-1603 – 6 шт;
- универсальный станок для притирки клапанов М – 3;
- станок для шлифования клапанов СШК – 3;
- токарный станок 1Е110;
- корзины для узлов и деталей – 6 шт.

Остальные участки расположены в специально оборудованных помещениях и оснащены технологическим оборудованием для своевременного выполнения ремонтных работ.

### 2.6 Расчет площади участка ремонта двигателя

Площадь участка по ремонту головок блока цилиндра двигателя складывается из площади рабочих мест. Для расчета площади рабочих мест принимаем один из наиболее точных способов расчета, который заключается в том, что площадь любого рабочего места равна площади пола, занимаемого оборудованием с учетом проходов. Площадь участка можно определить по формуле

$$F = F_{об} \cdot K, \quad (2.13)$$

где  $K$  – коэффициент проходов рекомендуемый для участка ремонта двигателя.

Суммарная площадь оборудования определяется из ведомости оборудования (приложение пояснительной записки). Коэффициент проходов  $K = 4 \dots 4,5$  [19,20].

$$F = 18,7 \cdot 4,5 = 835 \text{ м}^2$$

Учитывая место положения рабочих мест по ремонту двигателя в мастерской и возможность реконструкции за счет изменения расположения

других участков и отделений, принимаем, что участок располагается в центральном пролете мастерской шириной 18 м.

Длину участка определяем по формуле:

$$F_{уч} = A \cdot B, \quad (2.14)$$

где  $A$  – ширина участка, м;

$B$  – длина участка, м;

$F_{уч}$  – площадь участка, м<sup>2</sup>.

$$B = \frac{835}{12} = 17 \text{ м}$$

## 2.7 Компоновка участка по ремонту головок блока цилиндров двигателя

На участке имеется основное и вспомогательное оборудование: станки, стенд, верстаки, стеллажи, шкафы для инструментов. Оборудование располагаем по методике станки располагаем в зависимости от размеров на 800 , 900, 1500 мм от стен. Друг от друга станки располагаются на расстоянии 800 мм. Стеллажи и верстаки располагаем к стенам в притык, а от станков и других верстаков на расстоянии 700-800 мм. Рабочие места и оборудование на них располагаем согласно технологическому процессу и схеме грузопотока на предприятии.

## 2.8 Выбор оборудования

Таблица 2.4 – Оборудования на участке ТО [18]

№	Наименование оборудования	Модель	Габаритные размеры, мм	Количество, шт	Балансовая стоимость, руб	Мощность, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Зона ТО и Р						

Продолжение таблицы 2.4

1	Подъемник эл/гидравлический ножничный	RAV518NL	2900x3690x2300	2	254685	2.5
2	Подъемник 2- стоечный эл/гидр. 4000 кг	МАНА HL4.0A	2900x3690x2300	9	168964	3.0
3	Кран гидравлический	RSC-2TF	1700x1000x1690	1	42476	-
4	Гидравлическая трансмиссионная стойка	П-181.04	640x640x1200	1	56634	-
5	Гидравлический пресс	ПГ-7.4	1450x1230x1420	1	23786	-
6	Станок радиально- сверлильный	ГС545	710x390x980	1	12854	1,5
7	Мотор-Тестер	MT10	-	5	68520	0,2
8	Дрель электрическая	BOSH	-	3	8420	1,5
9	Установка для слива масла	Samoa 372400	-	3	18765	-
10	Шкаф для инструмента и приспособлений	ОРГ-1603	2000x1000x500	9	-	-
11	Манометр МТА-4	МТА-4	-	1	6700	0,11
12	Набор инструмента	CS- TK77PMQ	-	1	8680	-
13	Комплект пневматического инструмента	BETA	-	3	19868	-
Пост диагностики						
1	Диагностический сканер(универс) с комплект кабелей	DDF556	630x300x425	1	424256	-
2	Стенд проверки развала - схождения	Hunter DSP 600	4800x3310x2230	1	521265	2,0
3	Рельсовая система	Fisher	4600x340x2232	1	293124	1,5
4	Подъемник ножничный канавный, 3,5 т	Hunter RX 40	2900x3690x2300	2	63786	3,0

Продолжение таблицы 2.4

5	Прибор для проверки силы света и установки фар	ОМА-684А	660x590x1770	1	21568	-
6	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-060А	1200x800x1000	1	-	-
7	Газоанализатор	ИНФА-КАР09/01	290x95x950	1	56670	-
8	Набор инструмента	CS-ТК77PMQ	400x280x50	3	7680	-
Участок мойки						
1	Шланговая мойка высокого давления	Kärcher HDS 10/20-4M	1330x750x1060	1	75862	2,5
2	Пылесос	DELVIR PLAY 215 S	390x390x450	1	8850	1,5
	Набор насадок	Kärcher	-	1	4700	-
Агрегатный участок						
1	Установка для шлифовки клапанов	Р 186	560x440x350	1	33864	0,5
2	Стенд для сборки и разборки двигателей	Р 621	570x650x1000	1	-	-
3	Стеллаж для инструментов	собств. изгот.	2000x600x2000	2	-	-
4	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-060А	1200x800x1000	1	12700	-
Участок ремонта электрооборудования						
1	Тележка инструментальная	ТИ5	554x445x1121	2	-	-
2	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-060А	1200x800x1000	1	12700	-
3	Шкаф для инструмента	ОРГ-1603	2000x1000x500	2	-	-
4	Ларь для ветоши	ОРГ-1468-090А	100x500x500	1	-	-

## **3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

### **3.1 Обоснование предлагаемой конструкции**

При работе газораспределительного механизма, при открытии и закрытии клапанов происходит перемещение последних вдоль поверхностей направляющих втулок. При этом поверхность отверстия втулки загружено неравномерно, что приводит к асимметричному износу отверстия. Для замены втулки в условиях мастерских выпрессовываются слесарным инструментом при помощи молотка и наставок, что приводит к динамическому воздействию на поверхности отверстия в головки цилиндра, к увеличению диаметра последних и ослаблению посадок в сопряжении «втулка – отверстие в головки цилиндров» и как следствие к увеличению трудоемкости и себестоимости ремонта. Для выполнения технологического процесса выпрессовки втулок для конкретно взятой головки цилиндров выпускаются стенды одновременно выпрессовывающие все втулки головки цилиндров. Существенным недостатком данной конструкции является ее специализация, то есть невозможность использования для выпрессовки втулок другой головки цилиндров.

При проектировании стенда для выпрессовки втулок принимаем за основу одношпindelную конструкцию стенда, что позволит расширить номенклатуру ремонтируемых узлов и агрегатов и несколько упростит конструкцию.

### **3.2 Обоснование основных элементов привода оборудования**

#### **3.2.1 Определение усилия выпрессовки**

Исходным параметром для расчета стенда является определение усилия выпрессовки втулки. Расчетная схема такого типа оборудования представлена на рисунке 3.1.

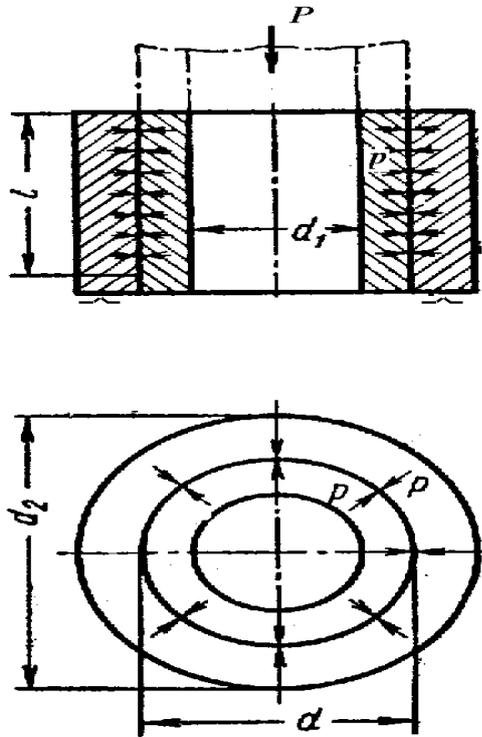


Рисунок 3.1 – Расчетная схема

Усилие выпрессовки можно определить по формуле:

$$P = fp\pi dl, \quad (3.1)$$

где  $P$  - усилие выпрессовки, Н;  $l$  - длина сопряжения, м;  $f$  - коэффициент трения при покое;  $d$  - диаметр сопряжения, м;  $p$  - максимальное давление в сопряжении, Па.

Коэффициент трения  $f = 0,3$  [2,4,8].

Давление  $p$  связано с расчетным натягом  $\delta$  зависимостью:

$$p = \frac{\delta}{\left(\frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2}\right)d}, \quad (3.2)$$

где  $E_1$  и  $E_2$  - модули продольной упругости охватываемой и охватывающей детали;  $c_1$  и  $c_2$  - коэффициенты Ляме соответственно охватываемой и охватывающей детали.

Коэффициенты Ляме определяются по формулам:

$$c_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1, \quad (3.3)$$

и

$$c_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} + \mu_2, \quad (3.4)$$

где  $d_1$  и  $d_2$  - диаметры, соответственно отверстия в валу и внешний диаметр охватывающей детали, м;  $\mu_1$  и  $\mu_2$  - коэффициенты Пуассона соответственно для охватываемой и охватывающей деталей.

Согласно задания –  $d = 12$  мм.

$d_1$  – диаметр охватывающей детали  $\approx 20$  мм;

$d_2$  - внутренний диаметр отверстия во втулке равен 8 мм;

$\delta$  - максимальный натяг в сопряжении – 0,1 мм.

Головка цилиндров изготавливается из алюминиевого сплава, направляющая втулка из металлокерамического материала, следовательно, коэффициенты Пуассона соответственно для них равны  $\mu_1 = 0,25$   $\mu_2 = 0,25$  [9].

$$c_1 = \frac{0,012^2 + 0,008^2}{0,012^2 - 0,008^2} - 0,25 = 2,35$$

и

$$c_2 = \frac{0,020^2 + 0,012^2}{0,020^2 - 0,012^2} + 0,22 = 2,38$$

Значения модуля упругости  $E_1 = 1,2 \times 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>,  $E_2 = 1,2 \times 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>.

$$p = \frac{0,1 \times 10^{-3}}{\left( \frac{2,35}{1,2 \times 10^{11}} + \frac{2,38}{1,2 \times 10^{11}} \right) \times 0,30} = 10,4 \text{ МПа.}$$

Для обеспечения технологического процесса разборки и сборки сопрягаемых деталей усилие выпрессовки принимаем равным:

$$P = 0,3 \times 10,4 \times 10^6 \times 3,14 \times 0,012 \times 0,01 = 29,3 \text{ кН.}$$

Учитывая, что в период эксплуатации происходило окисление сопрягаемых поверхностей, увеличивающее натяг в сопряжении принимаем усилие выпрессовки равным 30 кН.

### 3.2.2 Расчет рычага привода исполнительного рабочего органа

Приняв, что усилие к исполнительному органу (пуансону) будет передаваться через рычаг, из расчета на прочность определим основные размеры рычага. Примем длину плеч рычага равную от пальца гидроцилиндра до оси рычага – 600 мм, а от оси до пальца серьги пуансона – 400 мм. Расчетная схема рычага представлена на рисунке 3.2.

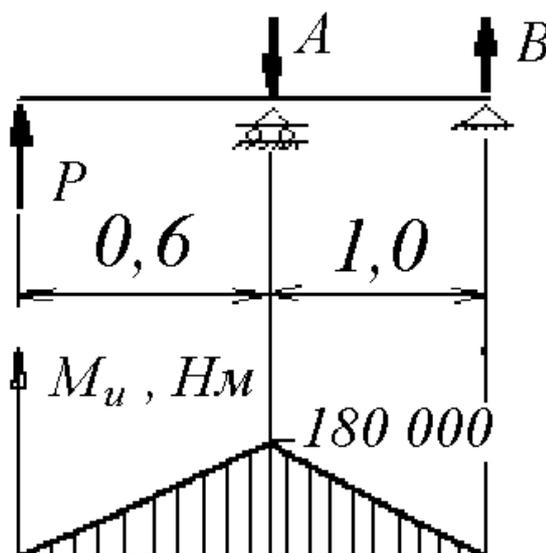


Рисунок 3.2 – Расчетная схема и схема изгибающих моментов рычага

Опасным сечением рычага будет его ось. Величина изгибающего момента в этом сечении [8]:

$$M_u = P \times 0,6. \quad (3.5)$$

$$M_u = 0,6 \times 30000 = 18000 \text{ Нм.}$$

Так как сечение рычага не сплошное и в него входит диаметр пальца оси, определим диаметр пальца из условия прочности на срез.

Усилие, действующее на палец будет равно реакции в опоре А. Определим ее из условия равенства моментов относительно опоры В:

$$\sum M_B = 0 \quad - P \times 1,6 + A \times 1,0 = 0 \quad (3.6)$$

$$A = \frac{30000 \times 1,6}{1,0} = 48000 \text{ Н.}$$

Приняв, что палец будет изготовлен из стали 40Х диаметр пальца можно определить по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi [\tau_{cp}]}} \quad (3.7)$$

где  $[\tau_{cp}]$  – допустимое напряжение на срез, Па.

Допустимое напряжение на срез для стали 40Х равно  $115 \times 10^6$  Па [2].

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 48000}{3,14 \times 115 \times 10^6}} = 0,022 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр пальца 24 мм.

Размеры рычага в опасном сечении определяем из условия прочности на изгиб:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} \leq [\sigma_u] \quad (3.8)$$

где  $\sigma_u$  – изгибающее напряжение в опасном сечении, Па;  $[\sigma_u]$  – допустимое напряжение для материала рычага, Па;  $W$  – момент сопротивления рычага в опасном сечении, м<sup>4</sup>.

Сечение рычага в опасном сечении представлено на рисунке 3.3, следовательно, момент сопротивления можно определить по формуле:

$$W = \frac{b(h^3 - d^3)}{6h}, \quad (3.9)$$

где  $b$  – ширина рычага, м;  $h$  – высота рычага в опасном сечении, м.

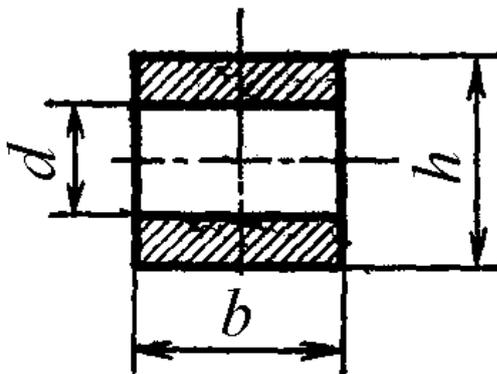


Рисунок 3.3 – Опасное сечение рычага

Принимаем ширину рычага в опасном сечении 60 мм, высоту рычага – 80 мм, определим величину изгибающего момента [4]:

$$W = \frac{0,060 \times (0,080^3 - 0,024^3)}{6 \times 0,080} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$\sigma_u = \frac{18000}{1,0 \times 10^{-4}} = 180 \times 10^6 \text{ Па}$$

Принимаем, что рычаг будет изготовлен из стали 40Х [ $\sigma_u$ ] = 190 МПа, то есть условие запаса прочности на изгиб соблюдается.

Определим диаметры пальцев, соединяющие рычаг с гидроцилиндром и с серьгой пуансона по формуле 3.7. При этом усилие на срез, передаваемое на палец во втором случае равно усилию выпрессовки, т.е. 300 кН, а во втором можно определить из условия:

$$P \times 0,6 = B \times 1,0,$$

$$B = \frac{30000 \times 0,6}{1,0} = 18000 \text{ Н.}$$

Диаметр пальца соединяющего рычаг с цилиндром:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 18000}{3,14 \times 115 \times 10^6}} = 0,014 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр пальца 20 мм.

Диаметр пальца, соединяющего рычаг с серьгой:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 300000}{3,14 \times 115 \times 10^6}} = 0,18 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр пальца 20 мм.

### 3.2.3 Выбор цилиндра

Площадь поршня гидравлического цилиндра в зависимости от прилагаемого усилия определяется по формуле [10]:

$$F_n = \frac{P10^4}{p\eta_{мех}}, \quad (3.10)$$

где  $P$  - усилие, прилагаемое к рабочему органу технологического оборудования, Н;  $p$  - рабочее давление в гидравлической системе, Па;  $\eta_{\text{мех}}$  - механический КПД цилиндра, в расчетах можно применять равным 0,95.

Так как все элементы привода планируется закрыть защитными щетками, то рабочее давление гидросистемы принимаем  $10 \times 10^6$  Па [2/].

$$F_n = \frac{18000 \times 10^4}{10 \times 10^6 \times 0,95} = 18,9 \text{ см}^2.$$

Диаметр поршня определяем из уравнения:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}.$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 18,9}{3,14}} = 4,9 \text{ см}.$$

Принимаем гидроцилиндр ЦС-50 с диаметром поршня 50 мм.

Действительное рабочее давление гидросистемы определяем по формуле 3.10.

$$F = \frac{3,14 \times 5^2}{4} = 19,6 \text{ см}^2.$$

$$p = \frac{18000 \times 10^4}{19,6 \times 0,95} = 9,7 \times 10^6 \text{ Па}.$$

### 3.2.4 Выбор масляного насоса

В гидроприводе технологического оборудования наибольшее распространение получили шестеренчатые насосы, отличающиеся простотой конструкции и малым весом.

При выборе насоса гидропривода находят его производительность [2,8]:

$$Q = 0,06 \frac{F_n l_n}{t \eta_n}, \quad (3.11)$$

где  $Q$  - производительность насоса, л/мин;  $F_n$  - суммарная площадь поршней цилиндров в рабочем положении,  $\text{см}^2$ ;  $l_n$  - ход поршня рабочего цилиндра, определяется при кинематическом расчете проектируемого оборудования, см;  $t$  - время рабочего хода исполнительного органа технологического оборудования, с;  $\eta_n$  - объемный КПД гидросистемы оборудования;  $n$  - число одновременно работающих цилиндров;  $d$  - диаметр поршня цилиндра, см.

Принимаем рабочий ход поршня равный 100 мм стандартного цилиндра ЦС-50, тогда время рабочего хода принимаем 3 с.

$$Q = 0,06 \frac{19,6 \times 10}{3 \times 0,8} = 4,9 \text{ л/мин.}$$

Теоретическая производительность насоса за один оборот приводного вала определяем по формуле:

$$q = \frac{Q \times 1000}{n \eta_o}, \quad (3.12)$$

где,  $n$  - рекомендуемая частота вращения привода насоса, об/мин /5, т.1, с.506/;  $\eta_o$  - объемный КПД насоса, [8],  $\eta_o = 0,9 \dots 0,95$ .

$$q = \frac{4,9 \times 1000}{1000 \times 0,925} = 5,3 \text{ см}^3/\text{об.}$$

Принимаем насос НШ-10Д, теоретическая производительность которого  $10 \text{ см}^3/\text{об.}$

Действительная производительность масляного насоса можно определить по формуле [8,10]:

$$Q = \frac{qn\eta_o}{1000}, \quad (3.13)$$

$$Q = \frac{10 \times 1000 \times 0,925}{1000} = 9,3 \text{ л/мин.}$$

### 3.2.5 Обоснование размеров масляного бака

Исходя из опыта эксплуатации технологического оборудования, емкость бака в литрах применяется численно равной количеству масла, нагнетаемому всеми насосами за 1...2 мин.

Наиболее целесообразно изготавливать баки плоской формы. Площадь поверхности масляного бака рассчитывают следующим образом: всю смачивающую поверхность бака принимают с коэффициентом, равным 1; остальную поверхность, не соприкасающуюся с рабочей жидкостью, с коэффициентом 0,5. Для проверки правильности выбора размеров бака и температурного режима работы гидропривода рассчитывают площадь всей поверхности охлаждения рабочей жидкости. В общую площадь охлаждения входит площадь масляного бака, площадь всех маслопроводов, цилиндров и другой аппаратуры, соприкасающейся с рабочей жидкостью.

Расчетная площадь поверхности охлаждения будет:

$$F = \frac{1,4 p Q K_c K_{ц} (\eta_n)}{k \eta_n (T - T_o)}, \quad (3.14)$$

где  $p$  - давление масла, кг/см<sup>2</sup>;  $Q$  - производительность насосов, л/мин;  $k$  - коэффициент теплопередачи от масла через стальную стенку в воздух,  $k = 18...40$  ккал/м<sup>2</sup>ч град.);  $K_c$  - коэффициент использования рабочего времени смены ( $K_c = 0,75$ );  $K_{ц}$  - коэффициент использования расчетной мощности за один рабочий цикл к расчетной мощности:  $K_{ц} = 0,4...0,5$ ;  $\eta_n$  - общий КПД насоса ( $\eta_n = 0,9$ );  $T$  - максимальная допустимая температура масла в баке (принимается не более 70°C);  $T_o$  - температура окружающего воздуха.

$$F = \frac{1,4 \times 10 \times 9,3 \times 0,75 \times 0,45 \times 0,8}{18 \times 0,9 \times (1 - 20)} = 0,54 \text{ м}^2.$$

Приняв высоту бака конструктивно равной 0,30 м, определим периметр бака:

$$l = 0,54 / 0,30 = 1,8 \text{ м.}$$

Принимаем масляный бак размером 500×400×300 мм.

### **3.2.6 Выбор распределительного устройства**

В гидросистемах технологического оборудования применяются тракторные и специальные распределители.

Тракторные распределители выпускаются согласно ГОСТ 8754-88. ГОСТ предусматривает четыре типоразмера распределителей, предназначенных для управления навесными, полунавесными и прицепными машинами.

Наряду с тракторными распределителями в технологическом оборудовании используются, для распределения подачи масляного потока, предохранительные клапаны с электромагнитным или ручным управлением разгрузкой (распределителем).

Распределительное устройство выбирается исходя из функционального назначения технологического оборудования и проектируемого для него гидравлического привода. В случае, если исполнительный орган оборудования выполняет одну какую-либо функцию, а возврат его возможен под действием собственного веса или возвратной пружины, то в качестве распределительного устройства может быть принят предохранительный клапан с управлением разгрузкой, в противном случае целесообразно использовать один из тракторных распределителей.

Марка распределительного устройства выбирается по производительности используемого в гидросистеме насоса. При этом пропускная способность распределителя должна быть не меньше производительности насоса.

Принимаем однозолотниковый распределитель Р75-В1, с пропускной способностью 75 л/мин.

### 3.2.7 Обоснование привода масляного насоса

Требуемая мощность электродвигателя привода масляного насоса определяется по формуле:

$$N = \frac{P_1 Q}{61 \eta_n}, \quad (3.15)$$

где  $N$  - мощность электродвигателя, кВт;  $P_1$  - давление настройки предохранительного клапана, МПа;  $\eta_n$  - полный КПД насоса, /9, т.1, с. 566/.

Давление настройки предохранительного клапана принимается из расчета допустимой возможной перегрузки в гидравлической системе технологического оборудования равной от 1 до 10% рабочего давления /9, т.1, с.565/, т.е.

$$P_1 = 1,05 \times 10 = 10,5 \text{ МПа}$$

$$N = \frac{10,5 \times 9,3}{61 \times 0,8} = 2,0 \text{ кВт.}$$

По найденной мощности электродвигателя  $N$  и частоте вращения вала насоса выбирают, как правило, асинхронный электродвигатель трехфазного тока /11, с. 326, 328/.

Принимаем электродвигатель серии 4А типоразмера 100L6У3 мощностью 2,2 кВт.

### 3.3 Инструкция по использованию и уходу за предлагаемой конструкцией

Использование и уход за стендом сводится к соблюдению правил техники безопасности при работе с оборудованием и поддержанию агрегатов узлов и деталей стенда в исправном состоянии.

Для обеспечения долговечности работы трущихся поверхностей деталей стенда целесообразно выполнить правильное обоснование смазочных материалов. Проанализировав работу стенда и рекомендации по смазки трущихся поверхностей принимаем, что смазка трущихся

поверхностей “пуансон-корпус” будет ежемесячно осуществляться смазкой УС - 2.

В качестве рабочей жидкости в гидроприводах используют минеральные масла - индустриальное 20. Для защиты от подсоса воздуха в конструкции гидравлического привода используется короткий всасывающий трубопровод длиной менее 1,0 м с достаточно большим сечением, масляный насос располагается ниже уровня масла. Подвод маслопроводов к цилиндру осуществляется в самой верхней точки последних, чтобы происходил полный обмен масла и воздух уносился при выталкивании масла. С целью уменьшения износа трущихся поверхностей деталей гидравлического привода стенда, надо производить замену масла через 3000...5000 часов работы стенда.

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА**

### **4.1 Основные задачи охраны труда**

Главная задача охраны труда - предупредить производственный травматизм и профессиональные заболевания. Предпосылки для решения этой задачи на каждом предприятии закладываются в момент их проектирования. Вот почему требования охраны труда должны учитываться уже при выборе площадки для размещения проектируемого предприятия. Участок для размещения объекта должен соответствовать санитарным и противопожарным требованиям. Место для проектируемого предприятия обязательно согласовывается с санитарной инспекцией. Оно должно располагаться с подветренной стороны от жилого квартала, иметь относительно ровную, с небольшим уклоном, поверхность без заболоченных участков, с низким залеганием грунтовых вод. Прилегающая территория должна способствовать отводу сточных вод и хорошему естественному освещению. Нужно чтобы поблизости были источники доброкачественной питьевой и технической воды.

Генеральный план объекта обязательно увязывается с природными особенностями прилегающей местности. Производственные здания располагаются по отношению к другим объектам с соблюдением санитарных и противопожарных разрывов. Генеральный план представлен в Приложении А .

### **4.2 Основные опасные производственные факторы и вредности при проведении технического сервиса**

Колебания твердых тел, воспринимаемые человеком через кожный покров, кости и мягкую ткань, оцениваются как сотрясения или вибрации. Вибрация генерируется ручным электрифицированным инструментом, различными машинами, оборудованием, транспортом.

К человеку вибрация передается в момент контакта с вибрирующим объектом. Если действию вибрации подвергаются руки, то ее называют локальной, если весь организм — общей. Длительное действие общей

вибрации на организм человека приводит к расстройству нервной системы нарушению функциональных свойств сосудов и вестибулярного аппарата. Локальная вибрация поражает нервно-мышечный и опорно-двигательный аппарат и приводит к спазму периферических сосудов [11].

Увеличение интенсивности и длительности вибрации в ряде случаев приводит к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни. Чаще всего к этой болезни приводит локальная вибрация.

Таким образом, вибрация, действующая на организм человека, является одним из неблагоприятных факторов. Защита работающих от ее вредного воздействия — одна из сложных технических, медицинских и социально-экономических задач.

### **4.3 Нормирование разрывов и габаритов безопасности**

Для обеспечения безопасности труда человека в системе человек — машина — среда требуется создание определенной пространственной совместимости. Необходимо, чтобы взаимное расположение всех элементов производственной среды в состоянии покоя или передвижения не создавало опасности травмирования. Системой средств безопасности предусмотрен метод нормирования разрывов и габаритов безопасности. Под разрывом и габаритом безопасности обычно понимают минимально допустимые размеры пространства или расстояние между объектами, из которых один или оба представляют потенциальную опасность, которая может легко проявиться при меньших расстояниях между ними. Нормирование разрывов и габаритов безопасности играет большую роль в предупреждении производственного травматизма.

Нормы технологического проектирования регламентируют ширину проходов и проездов, расстояние между оборудованием при их различном взаимном расположении. Так, на территории ремонтной мастерской ширина дороги (проезда) при одностороннем движении транспорта должна быть на 1,8 м; ширина пешеходной дорожки должна быть не менее 0,9 м.

Требования безопасности к конструкции ремонтно-технологического оборудования устанавливают следующие разрывы при установке оборудования на сборочном участке ремонтного предприятия:

Расстояние между оборудованием, мм

- по фронту 500... 1200 мм между тыльными сторонами оборудования 500...1000 мм от стены 1200...1500 мм до тыльной и боковых сторон оборудования 500...800 мм.

Расстояние между сборочными столами при расположении, мм

- по фронту 2000...2500 в «затылок» 1000... 1700.

Расстояние между слесарными верстаками при расположении, мм

- попарно по фронту 2000 в «затылок» 1000

Между ремонтируемыми машинами, их боковыми сторонами и торцами, а также между машиной и стеной или стационарным оборудованием должно быть расстояние не менее 1,2 м. При установке на хранение ширина прохода между машинами должна быть не менее 1 м.

Для конкретных производственных условий работы разрывы и габариты безопасности устанавливают соответствующими стандартами, нормами технологического проектирования, общими и специальными правилами безопасности.

#### **4.4 Анализ технологического процесса на ремонтной базе технического сервиса**

В процессе проведения технического обслуживания (ТО) и ремонта автомобилей рабочий подвергается воздействию ряда неблагоприятных факторов, которые могут вызвать нежелательные изменения состояния его здоровья.

При диагностировании и ремонте топливной аппаратуры следует остерегаться попадания топлива на открытые участки тела, а паров испарения топлива в зону дыхания.

При диагностике, проверке и регулировке двигателя и других систем автомобиля, необходимо соблюдать определенные меры безопасности. Наличие вращающихся узлов и механизмов опасно тем, что при попадании на них можно получить серьезные травмы.

При диагностировании и ремонте электрических систем автомобиля следует опасаться соприкосновения с токоведущими частями и, как следствие, поражения электрическим током.

На малярном участке следует остерегаться травматизма органов дыхания и глаз [11].

#### **4.5 Пожарная безопасность в ремонтных мастерских и пунктах технического сервиса**

Пожарная безопасность в ремонтных мастерских обеспечивается соблюдением установленных правил пожарной безопасности. Контроль за выполнением этих правил осуществляют заведующий мастерскими и инженер по охране труда.

В ремонтных мастерских должны быть средства, тушения пожара, доска боевого пожарного расчета, табель с указанием расчета, инструкции о мерах пожарной безопасности. Участки, цехи, склады группируют по признакам пожарной опасности. Кузнечные, сварочные, термические, окрасочные разделяют несгораемыми стенами, перегородками и перекрытиями с дверными проемами наружу. В ремонтных мастерских не допускается проводить ремонт техники с баками, наполненными топливом, или применять горючие и легковоспламеняющиеся жидкости для мойки и обезжиривания деталей. Емкость из-под легковоспламеняющихся жидкостей ремонтируют после промывки каустической содой, продувки паром и тщательного высушивания, сварку или пайку проводят при открытых отверстиях бензобаков и заполнении емкости водой.

Окраску, мойку, обезжиривание деталей, регулировку гидросистем и топливной аппаратуры выполняют в отдельных помещениях, обеспеченных эффективными средствами пожаротушения и путями эвакуации.

Цехи холодной обработки металлов (сборочные, слесарные, ремонтно-механические) по степени пожарной опасности относятся к категории Д. Пожары в них могут возникнуть от перегрузки электрооборудования, сильно разогретого металла при резании [17].

Основную пожарную и взрывную опасность представляют цехи сварочных работ, так как в них могут находиться ацетиленовые и кислородные баллоны или ацетиленовые генераторы, из которых возможна утечка газа.

В окрасочных цехах пожары бывают от самовозгорания волокнистых материалов, пропитанных скипидаром и красками, вспышки или взрыва паровоздушных смесей в вентиляционных воздуховодах, искрения электрооборудования. Рабочее колесо вентилятора или лопасти должно устанавливаться из неискрообразующих материалов. Искры могут образоваться в штепсельных соединениях, выключателях, светильниках, если они не взрывоопасного исполнения; искры возникают при пульверизационной окраске, если отсутствуют надежное заземление распылителя; может произойти саморазложение нитролаковой пленки со вспышкой, если она попадает на трубы или радиаторы со вспышкой или если она попадает на трубы или радиаторы систем отопления помещений.

При пульверизационной окраске спирты и растворители, температура вспышки которых составляет 13...14°C, быстро испаряются, создается туман взрывоопасной смеси, что создает явную пожарную и взрывную опасность. Удаляют взрывоопасную смесь вентиляцией, работающей на принципе инъекции. Невзрывоопасная окраска изделий осуществляется методом окунания.

#### 4.6 Физическая культура на производстве

Производственная гимнастика как элемент научной организации труда должна массово и прочно войти в режим трудового дня. Ей отводится роль профилактического средства поддержания высокой работоспособности на протяжении рабочего дня. Сеченовский феномен активного отдыха - важное условие для плодотворной интеллектуальной деятельности. Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что чередование умственного труда с выполнением физических упражнений и повышают сопротивляемость организма эмоциональному стрессу и предупреждению процессами, работой анализаторов, точными и быстрыми действиями и т.д.

Основное назначение физических упражнений, которые используются в процессе труда, - снижение профессионального утомления. Оказывая благотворное влияние на организм работающего, физические упражнения регулируют мозговое и периферическое кровообращение. Мышечные движения создают огромное число нервных импульсов, которые обогащают мозг массой ощущений, способствуют устойчивому настроению.

Важно учитывать виды труда, которые отличаются степенью физической нагрузки большим нервно-психическим напряжением (это профессии педагога, врача, инженера, ученого и т.д.).

По степени физической активности и величине нервно-психологического напряжения выделяют медицинских работников, труд которых связан с большой ответственностью за принятие правильного решения, в особенности труд хирургов, отличающийся высоким нервно-эмоциональным напряжением и длительным статическим напряжением мышц в процессе операции.

Перечисленные выше виды труда предъявляют высокие требования к деятельности головного мозга, зрительного анализатора, связанного с напряжением внимания, к продолжительным статическим нагрузкам на мышечный аппарат.

В производственной гимнастике нужно включать специальные упражнения на разгибание туловища, наклоны, вращение в плечевых суставах, повороты, вращение туловищем и другие упражнения [24].

### **Производственная гимнастика на рабочем месте**

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности (феномен активного отдыха И.М. Сеченова). Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Микропаузы активного отдыха - самая короткая форма производственной гимнастики, длятся всего 20 - 30 с. Их цель - ослабить утомление.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден, следует ориентироваться на средние показатели по субъективным ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут

возникнуть жалобы на плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу [24].

Организация занятий производственной гимнастикой во многом основывается на требованиях гигиены и физиологии труда. Кроме того, необходимы надлежащие гигиенические условия в местах занятий. Гимнастика проводится в цехах, непосредственно у рабочего места, в проходах или расположенных вблизи коридорах и подсобных помещениях, удовлетворяющих гигиеническим требованиям. В теплый период года занятия по возможности следует проводить на открытом воздухе.

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность оборудования, удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку (метеорологические условия, загрязнение воздуха

пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.) [24].

Запрещается проводить занятия при температуре воздуха выше 25°C и влажности выше 70%, при наличии в воздухе даже незначительных количеств ядовитых веществ, при повышенном или пониженном барометрическом давлении, при шуме свыше 70дБ. Оценка степени загрязнения воздуха производственных помещений газами и пылью проводится на основании сравнения с предельно допустимыми концентрациями этих веществ в рабочей зоне (мг/м<sup>3</sup>): аммиак - 20, бензин - 300, окись углерода - 20, пары ртути - 0,01, сероводород - 10; пыль нетоксическая, не содержащая двуокиси кремния - до 10, содержащая двуокись кремния - 2, пыль стеклянная и минерального волокна - 4.

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно приходиться не менее 1,5 м<sup>2</sup> свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (гребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже

чем за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками) [24].

### **Заключение**

Движение, в широком понимании этого слова, является основным биологическим раздражителем, стимулирующим процессы биологического роста и развития, поддерживающим и развивающим функциональные проявления организма. Ограниченное использование движений, характерное для режима работы людей умственного труда, нередко приводит к известной дисгармонии между нервно психическими и физическими раздражителями.

Это обстоятельство является одной из причин развития некоторых заболеваний и функциональных отклонений в системах человеческого организма, особенно его нервной системы, что приводит к понижению общей работоспособности.

Серьезным средством предупреждения функциональных расстройств, а также устранения уже имеющихся расстройств (если они не приобрели стойкого характера) являются регулярные занятия гимнастикой.

Систематические занятия физическими упражнениями оказывают всестороннее положительное воздействие на организм человека. Основные черты этого воздействия характеризуются улучшением функциональной деятельности нервной, сердечно сосудистой и дыхательной систем и пищеварительного аппарата, стимуляцией процессов тканевого обмена и укреплением мышечной системы и приводят к повышению общей устойчивости и работоспособности организма.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

### 5.1 Техничко-экономические показатели конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле [2]:

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (6.45)$$

где  $C_k$  – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

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

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

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

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

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

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

Масса конструкции определяется по формуле [6]:

$$G = (G_k + G_r) \cdot k, \quad (6.46)$$

где  $G_k$  – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг ;

$G_r$  – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг ;

$k$  – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление материалов, ( $k=1,05 \dots 1,15$ ).

Расчет масс сконструированных деталей, узлов и агрегатов вводим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Расчет масс сконструированных деталей

Наименование деталей	Количество	Масса детали, кг
Шпиндель	1	0,5
Палец	1	0,4
Потрон	1	0,8
Серьга	1	0,3

Продолжения таблицы 6.1

Цанга	1	1,3
Кронштейн	1	15
Прочие	1	30,9
Итого		49,2

Таблица 6.2 - Массы готовых деталей, узлов, агрегатов

Наименование деталей	Масса деталей, кг
Крепежные изделия	0,4
Прочие изделия	0,4
Итого	0,8

Масса сконструированных изделий:  $G_k = 49,2$  кг;

Масса готовых изделий и агрегатов:  $G_r = 0,8$  кг;

Масса всей установки:

$$G = (49,2 + 0,8) \cdot 1,1 = 50 \text{ кг.}$$

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле [6]:

$$C_{61} = C_{60} \cdot G_0 \cdot \sigma / G_1 \quad (6.47)$$

где  $C_{60}$ ,  $C_{61}$  - балансовые стоимости существующей и проектируемой конструкций, руб.;

$G_0$ ,  $G_1$  - массы существующей и проектируемой конструкций, кг;

$\sigma$  - коэффициент учитывающий дешевизну изготовления 0,9-0,95.

$$C_{61} = 35000 \cdot 50 \cdot 0,95 / 400 = 28262 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость проектируемой конструкции вполне приемлема.

Расчет технико-экономических показателей конструкции

Таблица 6.3 – Техничко - экономические показатели.

Наименование показателей	Ед. изм.	Существ. констр.	Проект. констр.	Проект в % к аналогу
Масса конструкции	кг	44	50	118
Балансовая стоимость	руб	35000	57500	164

Продолжения таблицы 6.3

Кол-во обслуживающего персонала	чел	1	1	-		
Норма амортизации	%	11	10	90		
Норма затрат на ремонт и ТО	%	10	8	80		
Срок службы	лет	3	3	100		
Годовая программа	час	120	120	-		
Металлоемкость	кг/ ед.	0,3	0,2	77		
Фондоёмкость	руб./ед.	58	95,8	165		
Трудоемкость	чел.ч./ед	0,2	0,2	-		
Уровень эксплуатационных затрат	руб./ед	1178,8	1074,5	91		
Уровень приведенных затрат	руб./ед.	4536	4450	98		
Годовая экономия	руб.		51600			
Годовой экономический эффект	руб.		48225			
Срок окупаемости	лет		1,11			
Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений			0,9			

Определяем металлоемкость конструкции [6]:

$$M_e = G / (W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}), \quad (6.48)$$

где  $G$  - масса конструкции, кг;

$M_e$  – металлоемкость, кг/шт;

$T_{\text{год}}$  - годовая загрузка, ч;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы, лет;

$W_z$  – часовая производительность, ед/ч.

Для проектируемой конструкции принимаем примерно  $W_z = 5$  ед/ч.

$$M_e^1 = 50 / (5 \cdot 120 \cdot 3) = 0,22 \text{ кг/ед.}$$

$$M_e^0 = 44 / (5 \cdot 120 \cdot 3) = 0,18 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость конструкции определяется по формуле [6]:

$$F_e = C_{\delta} / (W_z \cdot T_{\text{год}}), \text{ руб./ед.}; \quad (6.49)$$

$$F_e^1 = 57500 / (5 \cdot 120) = 95,8 \text{ руб./ед.}$$

$$F_e^0 = 35000 / (5 \cdot 120) = 58 \text{ руб./ед.}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле [6]:

$$T_e = n_p / W_z, \quad (6.50)$$

где  $n_p$  – количество обслуживающих рабочих, чел.

$$T_e^1 = 1 / 5 = 0,2 \text{ чел. ч/ед.}$$

$$T_e^0 = 1 / 5 = 0,2 \text{ чел. ч/ед.}$$

Определяем себестоимость работы выполняемый с помощью проектируемой конструкции по формуле [6]:

$$S = C_{\text{зп}} + C_3 + C_{\text{рто}} + A, \quad (6.51)$$

где  $C_{\text{зп}}$  – затраты на зарплату, руб./ед;

$C_{\text{рто}}$  – затраты на ремонт и ТО, руб./ед;

$A$  – затраты на амортизацию руб. /ед;

$C_3$  – затраты на электроэнергию руб. /ед.

Затраты на заработную плату определяются [6]:

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_e$$

где  $z$  – часовая тарифная ставка, руб.

$$z = 100 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 100 \cdot 5 = 500 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют по формуле [6]:

$$C_{\text{рто}} = C_{\delta} \cdot N_{\text{рто}} / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}})$$

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

$$C_{\text{рто}}^1 = 57500 \cdot 8 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 230 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто}}^0 = 57500 \cdot 10 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 287,5 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизацию определяются по формуле [6]:

$$A = C_{\delta} \cdot a / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}})$$

где  $a$  – норма амортизации, %.

$$Ca^1 = 57500 \cdot 10 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 287,5 \text{ руб./ед.}$$

$$Ca^0 = 57500 \cdot 11 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 316,25 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле, [6]:

$$C_3 = 57 \text{ руб.}$$

Себестоимость работы спроектированной конструкции определяют по формуле [6]:

$$S^1 = 500 + 287,5 + 230 + 57 = 1075 \text{ руб./ед.}$$

$$S^0 = 500 + 316,25 + 287,5 + 57 = 1161 \text{ руб./ед.}$$

Уровень приведенных затрат определяют по формуле:

$$C_{\text{пр}} = S + E_n \cdot k,$$

где  $C_{\text{пр}}$  – уровень приведенных затрат, руб.

$E_n$  – нормативный коэффициент капитальных вложений,  $E_n = 0,15$ .

$k$  - удельные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$C_{\text{пр}}^1 = 622 + 0,15 \times 22500 = 4450 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{пр}}^0 = 625 + 0,15 \times 22500 = 4536 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле [6]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S^0 - S^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}},$$

где  $(S^0 - S^1)$  – себестоимость РТО в хозяйстве и по проекту, руб./ед.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 86 \cdot 5 \cdot 120 = 51600 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле [6]:

$$E_{\text{год.эф.}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot \Delta K = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot C_{\text{о.п.ф}}^1 - C_{\text{о.п.ф}}^0,$$

где  $(C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1)$  – разница приведенных затрат аналога и конструкции, руб./ед.

$$E_{\text{год}} = 51600 - 0,15 \cdot 22500 = 48225 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений находим по формуле [6]:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{б1}} / \mathcal{E}_{\text{год}};$$

где  $T_{\text{ок}}$  – срок окупаемости дополнительных вложений, лет;

$$T_{\text{ок}} = 57500 / 51600 = 1,11 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений определяют по формуле [6]:

$$E_{\text{эф}} = 1 / T_{\text{ок}}$$

где  $E_{\text{эф}}$  - коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.

$$E_{\text{эф}} = 1 / 1,11 = 0,9.$$

Как видно из таблицы 6.2 в результате разработки новой конструкции, металлоемкость, себестоимость и приведенные затраты уменьшились.

Годовая экономия составила 51600 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составила 1,11 лет, а коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений равна 0,9.

## **ВЫВОДЫ**

В результате ВКР было произведен проект участка технического обслуживания и рабочих мест в соответствии с технологическим процессом ремонта двигателей. Подсчитано общее количество производственных рабочих по рабочим местам. Подобрано и рассчитано необходимое количество оборудования и подъемно – транспортных средств.

Разработана конструкция оборудования для выпрессовки направляющих втулок клапанов.

Разработаны мероприятия по безопасной жизнедеятельности и охране труда в мастерской, а также мероприятие по противопожарной безопасности.

Экономические расчеты подтверждают целесообразность разработанного стенда. В результате годовая экономия составила 51600 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составила 1,11 лет, а коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений равна 0,9.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хафизов К.А. Выпускная квалификационная работа / Хафизов К.А. Хафизов Р.Н. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2014. – 280 с.
2. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2005. – 326 с.
3. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве / П.А. Андреев, В.М. Баутин. - М., 1999. – 246 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 1086 с.
5. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих мероприятий / С. М. Бабусенко. – М.: ВО Агропромиздат, 1998. – 326 с.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Гуревич Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цирин. – М.: Агропромиздат, 1998. – 340 с.
8. Детали машин и основы конструирования / М. Н. Ерохин, А. В. Карп, Е. И. Соболев и др. – М.: «КолосС», 2004. – 463 с.
9. Дипломное проектирование: Учебно- методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
10. Иоселевич Г.Б. Прикладная механика / Г. Б. Иоселевич. – М.: Высшая школа, 2009. – 430 с.
11. Канарев Ф.М. Охрана труда / Ф. М. Канарев. – М.: Агропромиздат, 1998. – 359 с.

12. Корж А. Г. Справочник по ремонтно-обслуживающему производству агропромышленного комплекса / А.Г. Корж. - Киев, 1998. – 469 с.
13. Методическое указание по проектированию предприятий технического сервиса в сельском хозяйстве. Разработано доц., кандидат тех. Наук Жуленков В. И. , Фасхутдинов Х.С. Офсет КазГАУ –Казань, 1995 стр63.
14. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: «КолосС», 2000. – 863 с.
15. Матвеев В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А. Матвеев. - М.: Колос, 1999. – 280 с.
16. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учеб для студ. ВУЗ.- 2-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2004.- 336 с.
17. Михайлов В.Н., Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве.- М.; Колос,2002. -424 с.: ил.
18. Михайлов В.Н., Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Проектирования и расчет средства обеспечения безопасности. .- М.; Колос,2007. -136 с.
19. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин / А.П. Смелов, И.С.Серый. – М.: Колос, 2007. – 192 с.
20. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин / Н. Ф. Тельнов. – М.: «Агропромиздат», 2002. – 540 с.
21. Техническое обслуживание и ремонт машин / И.Е. Ульман, Г.С. Игнатов, В.А. Борисенко и др. – М.: «Агропромиздат», 2000. - 380 с.
22. Черепанов С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники / С. С. Черепанов, А.А. Афанасьев. – М.: «Колос», 2001. – 256 с.
23. Шевченко П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов / П. И. Шевченко – Л.: «Машиностроение», 2001. – 335 с.
24. Физическая культура: учебное пособие / Под редакцией В.А. Коваленко. - М.: Изд-во АСВ, 2000.- 432 с.

# **СПЕЦИФИКАЦИЯ**