

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра технического сервиса

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

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

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления лемеха плуга с разработкой комплекта оснастки для сварочно-наплавочных работ»

Шифр 35.03.06.328.17.КОС.00.00.00 ПЗ

Дипломник студент \_\_\_\_\_ Александров Р.С.

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

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

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

Казань – 2017 г.

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

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

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### **ЗАДАНИЕ**

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

Студенту Александрову Р.С.

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса восстановления лемеха плуга с разработкой комплекта оснастки для сварочно-наплавочных работ»

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_

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

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

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

## 5. Перечень графических материалов

1. План участка
2. Ремонтный чертеж
3. Технологические карты на восстановление
4. Сборочный чертеж поворотного стола
5. Сборочный чертеж приспособления для срезания
6. Рабочие чертежи деталей

## 6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

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

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

## АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Александрова Р.С., выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления лемеха плуга с разработкой комплекта оснастки для сварочно-наплавочных работ».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из \_\_\_ листов печатного текста и графических материалов на \_\_\_ листах формата А1, содержит \_\_\_ рисунков, \_\_\_ таблиц, список использованной литературы содержит \_\_\_ наименований.

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

В первом разделе проводится анализ условий работы рабочих органов почвообрабатывающих машин. Приведены причины потери работоспособности. Во второй части приводится разработка технологического процесса восстановления детали. Проанализированы существующие способы восстановления лемехов, выбран рациональный способ восстановления лемеха, выполнен ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление. В третьем разделе приведены мероприятия по разработке производственного процесса. В четвертом разделе разрабатывается конструкция комплекта оснастки для восстановления лемехов, которая состоит из поворотного стола для срезания изношенных частей лемехов и приспособления для фиксации при сварочно наплавочных работах. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции.

Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции комплекта оснастки. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Кроме того дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения конструкции комплекта оснастки.

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ.....	
1.1 Анализ условий работы лемеха, причины потери работоспособности.....	
2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕМЕХА .....	
2.1 Разработка технологического процесса дефектации.....	
2.2 Выбор и обоснование рационального способа восстановления....	
2.3 Разработка ремонтного чертежа.....	
2.4 Разработка маршрутных и операционных карт .....	
2.5 Расчет режимов восстановления.....	
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА.....	
3.1 Годовая производственная программа .....	
3.2 Планируемая годовая программа по восстановлению.....	
3.3 Выбор режима работы и расчет фондов времени участка.....	
3.4 Расчет основных параметров производственного процесса ремонта	
3.5 Расчет штата участка восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	
3.6 Расчет и подбор основного технологического оборудования для участка восстановления деталей.....	
3.7 Определение производственной площади.....	
3.8 Общая компоновка участка.....	
4 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА ОСНАСТКИ ДЛЯ СВАРОЧНО - НАПЛАВОЧНЫХ РАБОТ.....	
4.1 Описание конструкции .....	
4.2 Расчет конструктивных элементов .....	
4.2.1 Расчет направляющей и кронштейна приспособления для срезания.	
4.2.2 Расчет подшипника .....	

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению рабочих органов почвообрабатывающих машин .....

5.2 Расчет местного вентиляционного устройства с газоприемником.....

5.3 Инструкция по безопасности труда при эксплуатации.....

5.4 Разработка мероприятий по охране окружающей среды.....

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....

6.1 Экономическое обоснование конструкции.....

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....

ПРИЛОЖЕНИЯ

СПЕЦИФИКАЦИЯ

## ВВЕДЕНИЕ

Около 75% деталей, выбраковываемых при первом капитальном ремонте, являются ремонтпригодными, либо могут быть использованы вообще без восстановления. Поэтому вместо приобретения новых запасных частей следует вторично использовать изношенные детали машин, восстанавливаемых в процессе ремонта.

Из ремонтной практики известно, что большинство выбранных по износу деталей теряют в весе не более 1-2% исходной массы. При этом прочность деталей практически сохраняется. Например, 95% деталей двигателей внутреннего сгорания выбраковывают при износах, не превышающих 0,3 мм. и большинство из них могут быть вторично использованы после восстановления.

Экономическая целесообразность ремонта обусловлена возможностью повторного использования большинства деталей как годных, так и предельно изношенных после восстановления. Это позволяет осуществлять ремонт в более короткие сроки с меньшими затратами металла и других материалов по сравнению с затратами при изготовлении новых машин.

Себестоимость восстановления для большинства восстанавливаемых деталей не превышает 50% стоимости новых, расход материалов в 15-20 раз ниже, чем на их изготовление. Высокая экономическая эффективность ремонта изношенных деталей восстановлением в конечном итоге снижает затраты и тем самым обеспечивает конкурентоспособность в условиях рыночного производства.

# 1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

## 1.1 Анализ условий работы и конструкторско-технологическая характеристика рабочих органов пахотного агрегата

В настоящее время для вспашки, основными орудиями почвообработки являются плуги различных марок. Применяемые плуги состоят из следующих основных узлов: рамы с механизмом навески, опорных колес, корпусов.

Корпус плуга включает следующие элементы: стойка, лемех, отвал, полевая доска.

Главным элементом корпуса плуга, лимитирующим его работоспособность является лемех. От срока службы лемехов зависят показатели надежности и долговечности плугов, а также эксплуатационные и технологические показатели: производительность, расход топлива, скорость движения, качество выполнения технологического процесса.

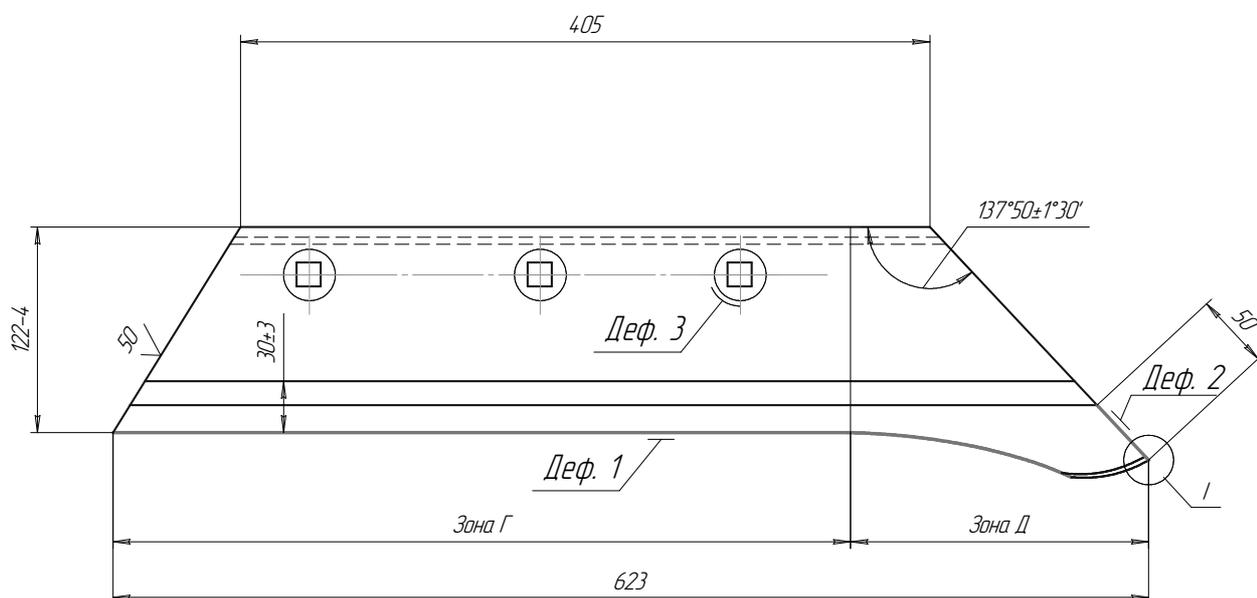
Основным фактором, влияющим на технико-экономические показатели работы пахотного агрегата, является износ лемеха.

Лемех предназначен для отрезания (отрывания) пласта почвы от дна борозды и направления его на отвал. Установка лемехов по отношению к дну борозды и к оси движения в большой степени предопределяет характер изнашивания, а также является причиной повышенной нагрузки приходящейся на носовую часть лемеха.

При вспашке почвы контур лемеха значительно изменяется. Наиболее сильно изнашивается носовая часть лемеха, в результате чего исчезает долотообразный выступ. Острый угол заднего конца лемеха по мере изнашивания скругляется, что объясняется повышенной скоростью движения частиц почвы, обтекающих этот угол.

В процессе работы лемеха приобретают следующие дефекты: износ по ширине (первая стадия такого износа – затупление); износ по толщине – абразивный износ рабочей поверхности, особенно на песчаных почвах; изгиб

(при столкновении лемеха с препятствием); коррозия; трещины; обломы.  
 Эскиз лемеха и основные дефекты представлены на рисунке 1.1.



- Деф. 1 – Износ режущей кромки
- Деф. 2 – Износ носка лемеха
- Деф. 3 – Износ отверстий под болт

МАТЕРИАЛ: СТАЛЬ Л 56 ГОСТ 380-57  
 ТВЕРДОСТЬ: НРС 38...63  
 МАССА: 4,5 кг

Рисунок 1.1 Эскиз лемеха ПНЧС 01.702

Основные дефекты, встречающиеся у лемехов ПНЧС 01.702 плуга ПЛП-6-35, приведены в таблице. 1.1.

Таблица 1.1 Карта дефектации

Возможный дефект	Размеры мм	
	номинальный	допустимый
1. Износ по ширине	122	92
2. Износ носка	50	--
3. Износ фасок крепежных отверстий	φ 24	--

Лемех ПНЧС 01.702 является рабочим органом плуга ПЛП-6-35, который предназначен для вспашки почв с удельным сопротивлением до 0,09 МПа на глубину до 30 см под зерновые культуры. Агрегатируется с тракторами Т-150, ДТ-75М. Лемех изготавливается из стали Л56, химический состав, механические, физические свойства которой представлены ниже в таблицах 3.2, 3.3, 3.4 соответственно.

Таблица 1.2 Химический состав стали Л 56 ГОСТ 380-57

Материал	C, %	S, %	Mn, %	S, %	P, %
Лемешная сталь Л 56 ГОСТ 380-57	0,54...0,64	0,15...0,47	0,5...0,8	≤ 0,05	

Таблица 1.3 Механические свойства стали Л 56 ГОСТ 380-57

Нормализация t=860-880 Отпуск t=610-630	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta$ , %	KCV кДж/м <sup>2</sup>
		569	334	11

Таблица 1.4 Физические свойства стали Л 56 ГОСТ 380-57

НВ	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м <sup>0</sup> С	$\alpha \cdot 10^6, 1/^\circ\text{C}$
300	7280	68	11

При износе лемеха ухудшаются агротехнические показатели вспашки (неравномерность глубины) и увеличивается тяговое сопротивление плуга. Степень износа (таблица 3.5) оценивают по ширине затылочной фаски и уменьшению ширины лемеха, которые определяют шаблоном или штангензубомером и линейкой.

Лемех восстанавливают, если его ширина будет меньше 90 мм, а для лемеха предплужника — больше 50 мм.

Восстановленный лемех должен удовлетворять следующим требованиям:

- поверхность ровная, без трещин; коробление лезвия не более 4 мм, а спинки — до 2 мм;
- отклонение линейных размеров от номинальных — длины  $\pm 10$  мм и ширины  $\pm 5$  мм;
- твердость лезвия НВ 444...650;
- толщина лезвия 1,0...1,5 мм при ширине фаски 5...7 мм и угле заточки 25...40°.

## 1.2 Анализ способов восстановления

Существует большое разнообразие способов устранения дефектов, присущих рабочим органам плугов.

Для выбора наиболее оптимального и рационального способа и проектирования технологии ремонта лемеха применительно к данным условиям, необходимо, провести анализ существующих и возможных способов ремонта лемехов.

### *Ремонт лемехов кузнечным способом (оттяжкой)*

Способ заключается в следующем: лемеха очищаются от грязи и доставляются на кузнечный участок. Их нагревают в горне до  $t=1000...1100^{\circ}\text{C}$ . После нагрева лемеха оттягивают на пневматическом молоте, со специальными бойками. После оттяжки лемеха затачиваются на обдирочно-заточном станке, угол заточки  $40^{\circ}$ . Потом проводят закалку (нагрев  $t=880^{\circ}\text{C}$ ); закаливают в воде  $\tau = 5...6$  с.

Для устранения, внутренних напряжений, лемех подвергают отпуску ( $t=630^{\circ}\text{C}$ , охлаждение на воздухе).

### *Восстановление лемеха приваркой лезвия с последующей наплавкой твердым сплавом*

Восстановление заключается в следующем: после износа режущей кромки более 10 мм, ее при помощи газовой резки выравнивают и на это место приваривается лезвие из малоуглеродистой стали. Потом лезвие наплавляется твердым сплавом. Шихта изготовлена на основе сормайтового порошка. Высота нанесенной на лезвие шихты не превышает 4 мм.

Расплавляется угольным электродом.

После восстановления не требуется закалка, так как наплавленный слой может быть разнообразного химического состава.

#### *Восстановление лемеха приваркой нового наплавленного лезвия*

Оно заключается в следующем: изношенное лезвие отрезается при помощи газового резака, на расстояние 30 мм. Кромку зачищают. И на это место приваривается новое, наплавленное лезвие, при помощи металлического электрода. Потом для устранения напряжений производится отпуск.

#### *Ремонт лемехов приваркой зубьев*

Способ заключается в следующем: к изношенному лемеху привариваются зубья. Оптимальное число зубьев – четыре. Зубья лучше приваривать к лемехам после третьей или четвертой оттяжек. Перед приваркой лемеха оттягивают потому, что межзубовые участки лезвия воспринимают часть давления почвы, и по мере изнашивания зубьев их роль возрастает. Оттяжку проводят обычным кузнечным способом.

Зубья можно изготовить из выбракованных рессорных листов автомобилей ЗИЛ, ГАЗ и т. д. Носковый зуб должен быть длиннее и шире остальных, так как он стачивается быстрее. Каждый зуб приваривают двойным швом, а затем затачивают. После этого лемех готов к работе.

#### *Наплавка лемехов порошкообразными твердыми сплавами горелкой независимого горения*

Изношенный лемех, оттягивают или фрезеруют лезвие. На лезвие насыпается шихта и выравнивается. Наплавку ведут горелкой независимого горения, угольными электродами, слева на право, начиная с носка лемеха, при этом перемещая горелку вдоль и поперек лезвия. После наплавки лемех выравнивают и затачивают.

#### *Индукционная наплавка лезвия твердыми сплавами*

Подготовленный для наплавки лемех с нанесенной на его поверхность шихтой нагревается токами высокой частоты. После наплавки лемех

подвергается термообработке – нормализации в наплавочном индукторе для устранения хрупкости. Этот метод автоматизирован и широко применяется на ремонтных заводах.

## 2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕМЕХА

### 2.1 Выбор и обоснование рационального способа восстановления

После проведенного выше анализа возможных способов восстановления лемехов, которые можно применить, выбираем наиболее предпочтительный в наших условиях.

На выбор подходящего для конкретной детали способа влияют:

- конструкция и материал детали,
- условия работы,
- величина износа,
- эксплуатационные особенности,
- показатели долговечности.

Выбор оптимального способа проводится по различным критериям.

По технологическому критерию рассматриваем вопрос о применимости способа в условиях ремонтной мастерской, поскольку лемех можно восстановить всеми выше описанными способами.

Восстановление лемеха способом индукционной наплавки на базе ремонтной мастерской, нецелесообразно применять, так как не имеется необходимого оборудования, и нет потребности в высокой производительности.

Восстановление лемехов способами наплавки электродами вручную практически можно применять в условиях ремонтной мастерской, но они сложно-выполнимые, требуют постановки дополнительного оборудования и изготовление приспособлений. Возникает трудность хранения и подготовки шихты к наплавке. Также очень трудно провести качественную наплавку, потому что она проводится вручную. Процесс наплавки очень трудоемкий и требует строгого соблюдения режимов.

Наиболее подходящим способом является, способ приварки, уже наплавленного лезвия. Он наиболее прост и не требует дополнительного

оборудования, и его легко и качественно может осуществить обычный сварщик, без особых усилий.

Критерий долговечности оценивает выбранный способ с точки зрения обеспечения данного ресурса и характеризуется коэффициентом долговечности:

$$K_d = T_B / T_H, \quad (2.1)$$

где  $T_B$  – ресурс восстановленной детали,

$T_H$  – ресурс новой детали,  $T_H = 70$  га, – среднее значение.

Для способа индукционной наплавки  $T_{B1} = 68$  га,.

$$K_{d1} = 68/70 = 0,97$$

Для способа восстановления приваркой нового наплавленного лезвия  $T_{B2} = 64$  га,.

$$K_{d2} = 64/70 = 0,91$$

Для способа восстановления наплавкой твердых сплавов газовой горелкой независимого горения, срок службы  $T_{B3} = 56$  га,.

$$K_{d3} = 56/70 = 0,8$$

Для способа восстановления приваркой лезвия с последующей наплавкой  $T_{B4} = 61$  га,.

$$K_{d4} = 61/70 = 0,87$$

Экономический критерий является решающим при выборе рационального способа восстановления.

Для проведения индукционной наплавки необходимо закупить дорогое оборудование, организовать поточную линию, а это невозможно и нет необходимости из-за больших затрат делать в условиях ремонтной мастерской.

Другие способы наплавки, из-за сложности технологического процесса и необходимого приобретения дополнительного оборудования так же невозможны в условиях ремонтной мастерской. Так как качественно очень трудно производить возникает необходимость проводить ремонт более часто, что требует дополнительных затрат. Наиболее дешевым способом восстановления является приварка нового наплавленного лезвия. Затраты идут в основном только на изготовление лезвий, которые можно делать, по кооперации с ремонтным заводом.

Проведя сравнение критериев можно сделать вывод, что наиболее рациональным способом, является приварка нового наплавленного лезвия потому что:

- он удовлетворяет по качеству восстановленных поверхностей;
- можно осуществить подручными инструментами и оборудованием;
- очень простой технологический процесс;
- восстановленные лемеха имеют высокий ресурс,  $K_d=0,91$ ;
- экономически доступен и обоснован;
- можно организовать в условиях любой ремонтной мастерской без больших дополнительных затрат.

## 2.2 Разработка ремонтного чертежа лемеха

Ремонтный чертеж (РЧ) выполняется перед разработкой технического процесса восстановления детали. На РЧ указываются дефекты возникающие при эксплуатации. На РЧ указывается общий вид детали тонкими линиями в предварительно выбранном масштабе (с учетом рационального заполнения поля чертежа)

Поверхности деталей которые подвержены износу и имеют дефект указываются номерами на выносных полках.

Поверхности деталей которые подвержены износу обводят линией которая в три раза толще основной.

Там где есть дефекты, указываются размеры. В отличие от рабочих чертежей детали на которых указываются все без исключения размеры. Разметы указываются согласно рабочим чертежам и указывают отклонения. Так же на РЧ пишется шероховатость поверхности и допуски отклонения формы и расположения поверхности после восстановления детали. Если на главном виде невозможно показать все дефекты показываются дополнительные виды. В верхнем правом углу чертится таблица, в ней указывают дефекты, коэффициент повторяемости, способы восстановления. Технические требования, которые необходимо выдержать при восстановлении этой детали указываются с правой стороны над штампом. В штампе, в основной графе указывается название детали с индексом РЧ. В графе «материал» указывается исходный материал детали.

Кроме того на РЧ пишется маршрут движения детали при ее восстановлении.

Очистка, дефектация, обезжиривание, наплавка, затачивание, контроль восстановленной поверхности.

На ремонтном чертеже корпуса представлены следующие дефекты:

1. Затупление кромки лезвия.
2. Износ носка лемеха.
3. Повреждение отверстий под болты.
4. Трещины.

### 2.3 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления лемеха, расчет норм времени

Возможны два маршрута восстановления. Первый – восстановление кузнечным способом, второй – восстановление лемеха способом приварки наплавленного лезвия.

Лемеха имеющие износ режущей кромки до 10 мм восстанавливаются кузнечным способом, более 10 мм сварочным способом.

Ниже рассмотрим технологический процесс по операциям, так же рассчитаем нормы времени. Составленная технологическая документация на

технологический процесс восстановления лемехов, представлена в виде маршрутной карты на формате А1.

Норма времени рассчитывается по формуле [1] :

$$T_H = T_{шт} + T_{п.з.} / n_{шт}, \text{ мин} \quad (2.2)$$

где  $T_H$  – норма времени,

$T_{шт}$  – штучное время,

$T_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время.

#### 005 Моечная

Оборудование: машина моечная ОМ – 14266.

Материалы: моющее средство «Лабомид», концентрация 30 г/л воды,  $t=80^{\circ}\text{C}$ .

Содержание: уложить лемеха в контейнер. Поместить его в моечную машину. Очистить поверхности от грязи.

Приспособления, оснастка, инструмент: контейнер ОРГ – 1598; рукавицы ГОСТ 124020-82.

Норма времени:  $T_{шт}=1$  мин,  $T_{п.з.}=0,5$  мин,  $n=10$  шт,  $T_H=1+0,5/10=1,05$  мин.

#### 010 Дефектовочная

Оборудование: стол слесарный ОРГ-1468-01-060А.

Содержание: замерить лемех: по ширине отклонение от номинального менее 10 мм – восстановить кузнечным способом, более 10 мм – сварочным способом, более 30 мм – браковать. При наличии трещин сколов – браковать.

Приспособления, оснастка, инструмент: штангенциркуль ШЦ 1-125-01 ГОСТ 166-80, рукавицы ГОСТ 124020-82.

Норма времени:  $T_{шт}=0,44$  мин,  $T_{п.з.}=0,08$  мин,  $T_H=0,44+0,08=0,52$  мин.

#### 015 Термическая

Оборудование: горн кузнечный ГО-3366.

Материалы: уголь древесный.

Содержание: уложить лемеха в насадку, установить в горн, произвести отжиг при  $t = 860^{\circ}\text{C}$ , охлаждать на воздухе.

Приспособления, оснастка, инструмент: насадка собственного изготовления,

клещи кузнечные 1200-0304 ГОСТ 11386-75, рукавицы ГОСТ 124020-82.

Нормы времени:  $T_{шт}=60$  мин,  $T_{п.з.}=5$  мин,  $n=5$  шт,  $T_H=60+5/5=61$  мин.

#### 020 Правочная

Содержание: править лемеха в штампе.

Оборудование: гидравлический пресс ОКС-1671М.

Приспособления, оснастка, инструмент: штамп-02.07.002.04.02, рукавицы ГОСТ 124020-82.

Нормы времени:  $T_{шт}=4$  мин,  $T_{п.з.}=0,5$  мин,  $n=1$  шт,  $T_H=4+0,5=4,5$  мин.

#### 025 Сварочная (газовая резка)

Оборудование: ацетиленовый генератор АНВ-1,25, баллон с кислородом ГОСТ 949-73.

Содержание: отрезать изношенную часть лемеха, закрепить в приспособлении, по направляющей.

Приспособления, оснастка, инструмент: приспособление собственного изготовления, рукавицы ГОСТ 124020-82, очки 24175-81.

Нормы времени:  $T_{шт}=4$  мин,  $T_{п.з.}=0,5$  мин,  $T_H=4+0,5=4,5$  мин.

#### 030 Слесарная

Оборудование: ручная шлифовальная электрическая машина ИЭ-2008.

Содержание: закрепить лемех в приспособлении, зачистить кромку основы лемеха до устранения неровностей.

Приспособления, оснастка, инструмент: приспособление собственного изготовления, рукавицы ГОСТ 124020-82, круг шлифовальный ПП 150x20x10-23А40С16К ГОСТ22124-81.

Нормы времени:  $T_{шт}=5$  мин,  $T_{п.з.}=0,5$  мин,  $T_H=5+0,5=5,5$  мин.

#### 035 Сварочная

Оборудование: трансформатор сварочный ТДМ-317У2.

Содержание: уложить основы лемехов и новые лезвия в приспособления, сварить с тыльной стороны, в случае не проварки подварить с лицевой стороны ниточным швом.

Приспособления, оснастка, инструмент: приспособление собственного

изготовления, электрододержатель ЭДВ-300, защитная маска ММ-Э105-41  
ГОСТ 124-05-778,

Нормы времени:  $T_{шт}=8$  мин,  $T_{п.з.}=0,1$  мин,  $T_H=8+0,1=8,1$  мин.

#### 040 Слесарная

Оборудование: ручная шлифовальная машина ИЭ-2008.

Содержание: с лицевой стороны обработать сваркой шов, чтобы он не выступал над поверхностью более 1 мм.

Приспособление, оснастка, инструмент: приспособление собственного изготовления, круг шлифовальный ПП 150x20x15 23А 40С16К ГОСТ 2424-81, рукавицы ГОСТ 124020-82.

Нормы времени:  $T_{шт}=5$  мин,  $T_{п.з.}=0,5$  мин,  $T_H=5+0,5=5,5$  мин.

#### 045 Сверлильная

Оборудование: станок вертикально-сверлильный 2Н125.

Содержание: зенковать отверстия  $d = 24$  мм,  $3 \times 45^\circ$ .

Приспособления, инструмент, оснастка: зенковка коническая 1633  $\Phi$  24  
ГОСТ 14953-69, рукавицы ГОСТ 124020-82.

Нормы времени:  $T_{шт}=2,7$  мин,  $T_{п.з.}=2,3$  мин,  $T_H=2,7+2,3=5$  мин.

#### 050 Термическая

Оборудование: горн кузнечный ГО-3336.

Материалы: уголь древесный.

Содержание: уложить лемеха в горн. Произвести отпуск при  $t = 610 \dots 630^\circ\text{C}$ ,  
охлаждать на воздухе.

Приспособления, оснастка, инструмент: стеллаж для остывания лемехов  
собственного изготовления, клещи кузнечные 1200-0304 ГОСТ 11386-75,  
рукавицы ГОСТ 124020-82.

Нормы времени:  $T_{шт}=15$  мин,  $T_{п.з.}=4$  мин,  $n=5$  шт,  $T_H=15+4/10=15,4$  мин.

#### 055 Контрольная

Оборудование: верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.

Содержание: осмотреть лемех, обработать сварной шов молотком, в случае  
непровара или наличия раковин браковать.

Приспособления, оснастка, инструмент: молоток ГОСТ 1918-81, рукавицы ГОСТ 124020-82.

Нормы времени:  $T_{шт}=0,5$  мин,  $T_{п.з.}=0,08$  мин,  $T_H=0,5+0,08=0,58$  мин.

Норму времени на выполнение всех операции технологического процесса восстановления определяем суммированием, что составляет  $T_H=112$  мин или 1,87 ч.

#### 2.4 Расчёт и выбор параметров и режимов приварки лезвия

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

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

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

Таблица 2.1 – Зависимость диаметра электрода от толщины детали

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

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

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

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

Сила сварочного тока, А, рассчитывается по формуле:

$$I'_{св} = K \cdot d_э, \quad (2.3)$$

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

$d_э$  – диаметр электрода, мм.

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

Таблица 2.2 – Зависимость коэффициента  $K$  от диаметра электрода

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

$$I'_{св} = 45 \cdot 5 = 225 \text{ А}$$

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

Принимая во внимание поправки назначим силу тока:

$$I_{св} = 225 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 272,5 \text{ А}$$

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

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

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{100 \cdot F \cdot \rho}, \quad (2.4)$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент наплавки,  $\alpha_H = 10 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ ;

$F$  – площадь поперечного сечения шва при однопроходной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве),  $\text{см}^2$ ,  $F = 0,22 \text{ см}^2$ ;

$\rho$  – плотность металла электрода,  $\text{г/см}^3$  (для электрода 29/9  $\rho = 8,5 \text{ г/см}^3$ ).

$$V_{\text{св}} = \frac{10 \cdot 272,5}{100 \cdot 0,22 \cdot 8,5} = 14,57 \text{ м / ч.}$$

Расчет массы наплавленного металла,  $\text{г}$ , при ручной дуговой наплавке производится по формуле:

$$G_H = F_{\text{НП}} \cdot h_H \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где  $F_{\text{НП}}$  – площадь наплаваемой поверхности,  $\text{см}^2$ ,  $F = 28 \text{ см}^2$ ;

$h_H$  – требуемая высота наплаваемого слоя,  $\text{см}$ ;

$$G_H = 22 \cdot 2 \cdot 8,5 = 374 \text{ г.}$$

Время горения дуги,  $\text{ч}$ , (основное время) определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{G_j}{I_{\text{н\ddot{a}}} \cdot \alpha_j}. \quad (2.6)$$

$$t_0 = \frac{374}{272,5 \cdot 10} = 0,14 \text{ ч.}$$

Полное время сварки (наплавки),  $\text{ч}$ , приближенно определяется по формуле:

$$T = \frac{t_0}{K_{\text{П}}}, \quad (2.7)$$

где  $t_0$  – время горения дуги (основное время),  $\text{ч}$ ;

$K_{\text{П}}$  – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки  $0,5 \dots 0,55$ .

$$T = \frac{0,14}{0,5} = 0,28 \text{ ч} = 16,8 \text{ мин.}$$

Расход электродов,  $\text{г}$ , для ручной дуговой сварки (наплавки) определяется по формуле:

$$G_M = G_H \cdot K_{\text{э}}, \quad (2.8)$$

где  $K_9$  – коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 г наплавленного металла,  $K_9=1,6$ .

$$G_M = 374 \cdot 1,6 = 598 \text{ г.}$$

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

#### 3.1 Обоснование производственной программы

На основании статистических данных планово экономических отделов предприятия по потребности в запасных частях и спроса восстановления по кооперации определяется производственная программа по восстановлению изношенных деталей; которая представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Программа отделения по восстановлению изношенных деталей

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

#### 3.2 Расчет трудоемкости ремонтных работ

Удельные трудоемкости по восстановлению изношенных деталей были определяют в результате нормирования восстановительных работ методами хронометрирования, методом аналогии и аналитическим методом. Эти значения приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Удельная трудоемкость восстановление деталей по номенклатуре

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

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

$$T_{осн} = T_{уд} \cdot n$$

(3.1)

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

Полученные значения сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 Основная трудоемкость восстановления деталей по номенклатуре

Наименование деталей	Основная трудоемкость
1. Рабочие органы почвообрабатывающих машин	1120

2. Коленчатые валы	392
--------------------	-----

Продолжение таблицы 3.3

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

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

Исходные данные для расчета дополнительных трудоемкостей по восстановлению деталей приведены в таблице 3.4.

Объем дополнительных работ находится в процентном соотношении от трудоемкости основных работ

Таблица 3.4 Объем дополнительных работ в отделении по восстановлению изношенных деталей.

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

оборудования		
Продолжение таблицы 3.4		
2. Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	5%	795,8
3. Прочие неучтенные работы.	10%	1597,6
		3979

Далее находим общую трудоемкость по формуле

$$T_{общ} = T_{осн} + T_{доп} \quad (3.2)$$

где  $T_{осн}$  – основная трудоемкость

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

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

### 3.3 Расчет фондов времени отделения

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

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

$$\Phi_{ном.} = (D_{к} - D_{вых} - D_{пр}) * n_{см} * t_{см} \quad (3.3)$$

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

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

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

$n_{см}$  - количество смен в сутки;

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

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

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (\Phi_{\text{н}} - K_0 * t_{\text{см}}) * \eta_{\text{р}}, \quad (3.4)$$

где  $K_0$  - общее количество дней для отпуска (28 дней)

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

Результат расчетов действительного фонда времени сведены в таблицу 3.2

Таблица 3.2 Действительные фонды времени

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

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н}} * \eta_{\text{о}} * n_{\text{с}}, \quad (3.5)$$

где  $n_{\text{с}}$  – число смен;

$\eta_{\text{о}}$  – коэффициент использования оборудования ( $\eta_{\text{о}} = 0,97 \dots 0,98$  [1])

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

### 3.4 Распределение общей трудоемкости по участкам

Трудоемкость работ распределяют по участкам определения по восстановлению изношенных деталей и заносят в таблицу 3.4

Таблица 3.4 Распределение трудоемкости по участкам.

Общая трудоемкость работ чел.ч.	Трудоемкость работ по участкам											
	Участок очистки		Участок измеритель-но дефектовочный		Участок ремонт электрооборудования.		Слесарно—механический участок		Участок сварочно нап-лавочный		Склад хранения гото-вой продукции и ремо-нтного фонда.	
	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.
19895	15	2984,25	15	2984,25	20	3979	35	6963,25	12	2387,4	3	596,85

### 3.5 Расчет численности рабочих

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

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

Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют по формуле:

$$P_{уч}^{СП} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{ДР} \cdot K}, \quad (3.6)$$

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

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

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

$K$  - коэффициент перевыполнения норм выработки

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

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

#### 1. Участок очистки

$$P_{СП} = \frac{2984,25}{1566,4 \cdot 1,1} = 2 \text{ чел}$$

#### 2. Участок измерительно дефектовочный

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

#### 3. Участок ремонта генераторов.

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

#### 4. Слесарно-механический участок

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

#### 5. Участок сварочно-наплавочный

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

Всего 11 человек.

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

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

В таблице 3.5. приведено распределение рабочих по разрядам.

Таблица 3.5 Распределение рабочих по разрядам

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

### 3.6 Расчет основного производственного оборудования

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

Количество металлорежущих станков определяют по формуле:

$$S_{ст} = \frac{T_{ст} \cdot K_H}{\Phi_{до} \cdot \eta_3}, \quad (3.7)$$

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

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

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

$\eta_3$  - коэффициенты загрузки станка, равный 0,85...0,90

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

Расчитанное число станков распределяют по видам, ориентируясь на следующее соотношение: токарные – 3...50%, расточные – 8...10%, строгальные – 8...10%, фрезерные – 10...12%, сверлильные - 10...15%, шлифовальные – 12...20% от общего количества.

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

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

Число моечных машин определяют по формуле:

$$S_M = \frac{Q}{\Phi_{до} \cdot q \cdot \eta_M \cdot \eta_i}; \quad (3.8)$$

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

$q$  – производительность моечной машины, т/ч;

$\eta_M$  - коэффициент загрузки моечной машины по массе равный 0,6...0,8.

$\eta_i$  - коэффициент использования моечной машины, по времени равный 0,8...0,9.

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

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

### 3.7 Расчет производственных площадей участков

Площадь отделения по восстановлению изношенных деталей подразделяются на производственные и вспомогательные. К производственным площадям относятся площади занятые технологическим оборудованием, рабочими местами, наземными транспортными устройствами, объектами ремонта, заготовками деталями, находящимися возле рабочих мест,

а также рабочими зонами, проходами и проездами между оборудованием (кроме магистральных проездов).

Расчет производственных площадей участков рассчитываем по формуле:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot \sigma, \quad (3.9)$$

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

$\sigma$  - коэффициент учитывающий рабочие зоны и проходы;

Расчет производственных площадей участков сводятся в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 Расчет производственных площадей участков

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

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

### 3.8 Компонировка сварочно-наплавочного участка

Определив площадь участка для сварки и, зная трудоемкость работ, производится общая компоновка участка, т.е. рациональное размещение

оборудования с учетом требований технологического процесса сварочно-наплавочных работ.

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

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

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

Подъемно-транспортное устройство выбирают, исходя из массы, частоты подъема и направления перемещения деталей, габаритных размеров грузов и расстояния перевозок. В процессе компоновки и планировки окончательно уточняются площади участков и заносятся в таблицу 3.7

## 4 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА ОСНАСТКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕМЕХОВ

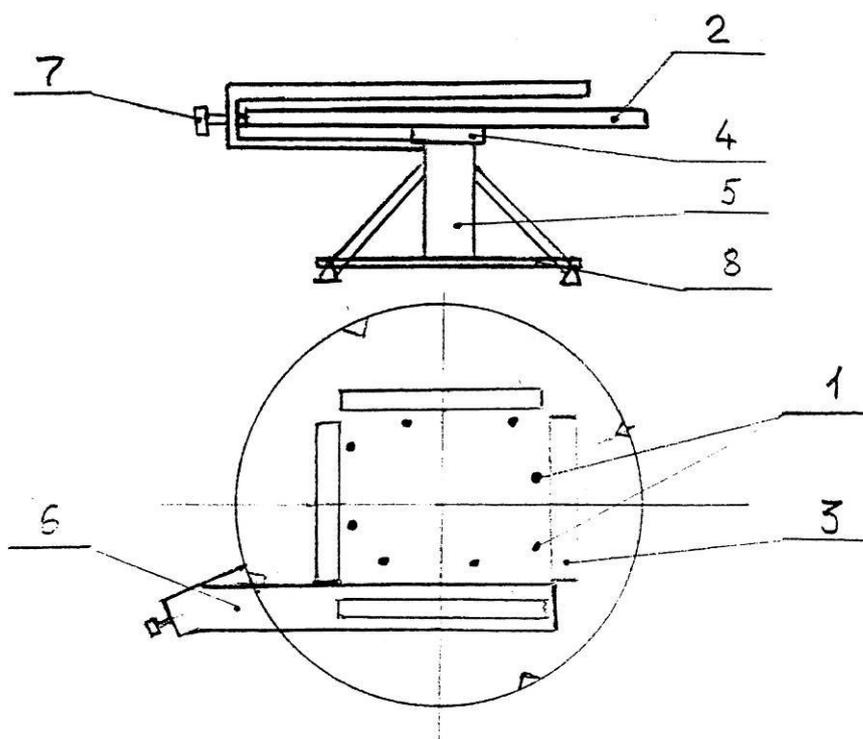
### 4.1 Описание конструкторской разработки

В данном разделе дипломного проекта разрабатывается комплект оснастки для восстановления лемехов. Он включает в себя два приспособления: первое - для отрезки изношенных лезвий, второе - для сварки основы с новым лезвием. Эти приспособления предназначены для облегчения процесса восстановления.

#### *Описание приспособления № 1*

Приспособление 1 предназначено для отрезания изношенных лезвий, газовой резкой по установленной линии.

Общий вид приспособления представлен на рисунке 3.1.



1 – установочные штыри; 2 – площадка; 3 – вырезы; 4 – подвижный узел;  
5 – труба; 6 – кронштейн с направляющей; 7 – фиксатор; 8 – подставка.

Рисунок 4.1 Общий вид приспособления для отрезки лезвий

Приспособление №1 состоит из следующих составляющих: круглой площадки 2 имеющей прямоугольные вырезы 3, а так же отверстия под штыри 1. Ее изготавливают из листа стали марки Ст. 3 ГОСТ 535-75. К площадке по центру приваривается втулка, которая вместе с подшипником

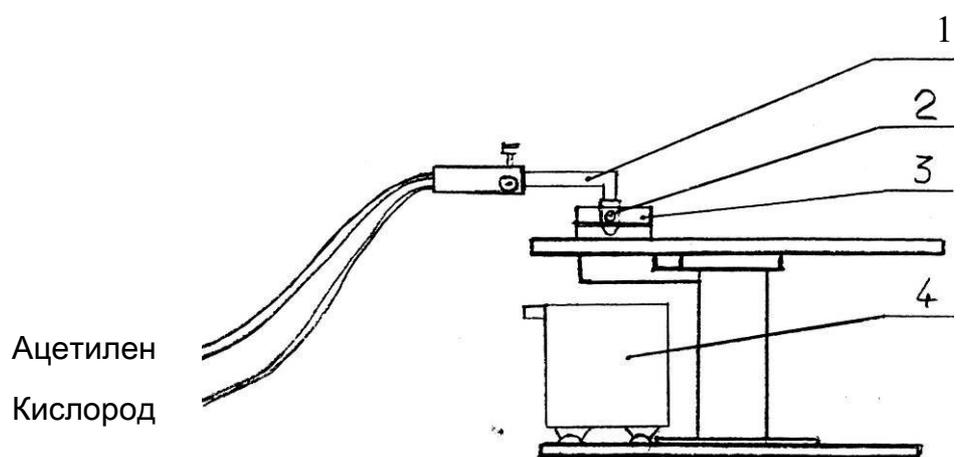
и стаканом составляют подшипниковый узел 4, который закреплен на трубе 5. Также к трубе приварен кронштейн с направляющей 6. Он изготовлен из швеллера № 25. На кронштейне закреплен пружинный фиксатор. Верхняя часть приспособления крепится к подставке 8, которая изготовлена из уголков № 5 ГОСТ 8509-72.

Принцип работы приспособления для отрезки изношенных лезвий

После дефектации, правки изношенные лемехи устанавливаются на площадку, сразу 4 штуки на установочные штыри 1 (см. рисунок 4.1).

Сварщик настраивает газовый резак 1 на определенную высоту при помощи ограничительных колесиков 2 (рисунок 4.2), которые при помощи хомутика закреплены на резачке. Лемех путем поворота площадки оказывается под направляющей 3 и фиксируется в этом положении. Сварщик передвигает резак по направляющей 3 и отрезает изношенное лезвие. Отрезанное лезвие через вырезы падает в ящик 4.

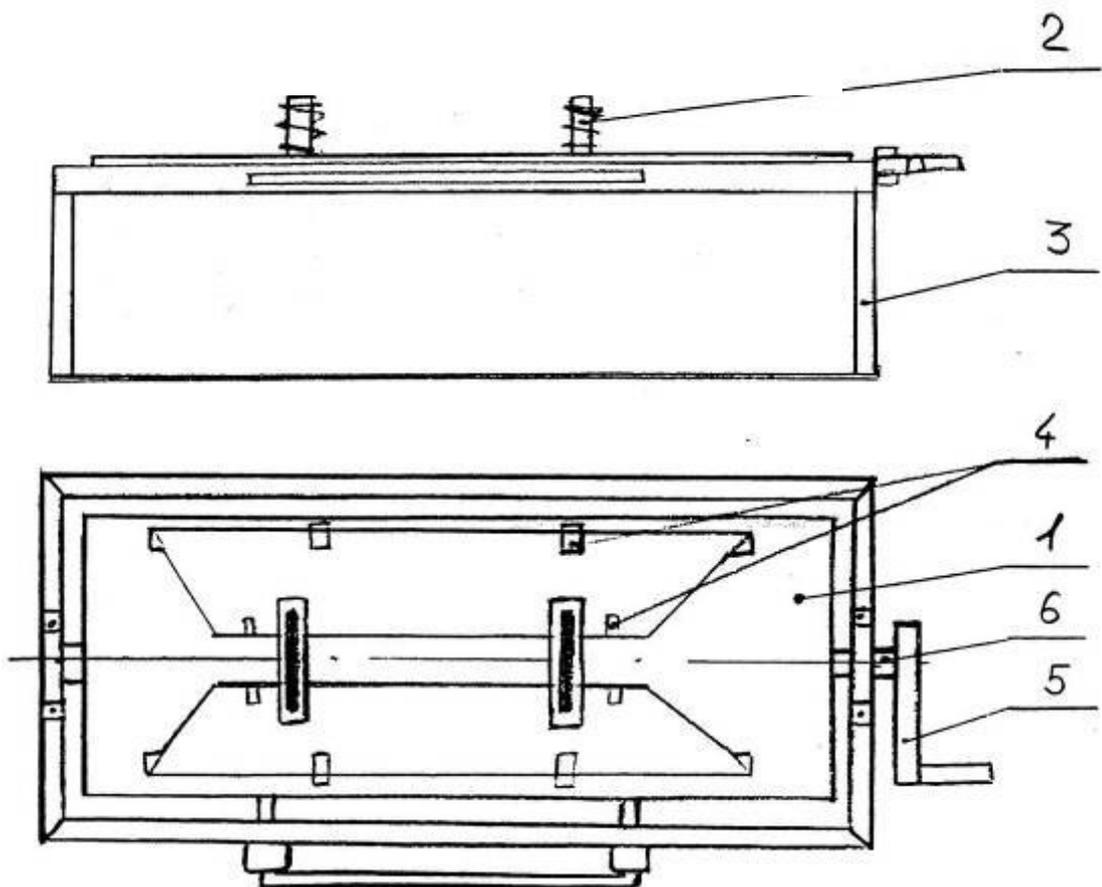
Приспособление комплектуется газовым резаком, баллоном с кислородом и ацетиленовым генератором.



1 – резак; 2 – ограничительные колесики; 3 – направляющая;  
4 – ящик.

Рисунок 4.2 Схема работы приспособления

Схема второго приспособления показана на рисунке 4.3.



1 – площадка; 2 – зажимное устройство; 3 – подставка; 4 –  
упоры;  
5 – рычаг; 6 – ось.

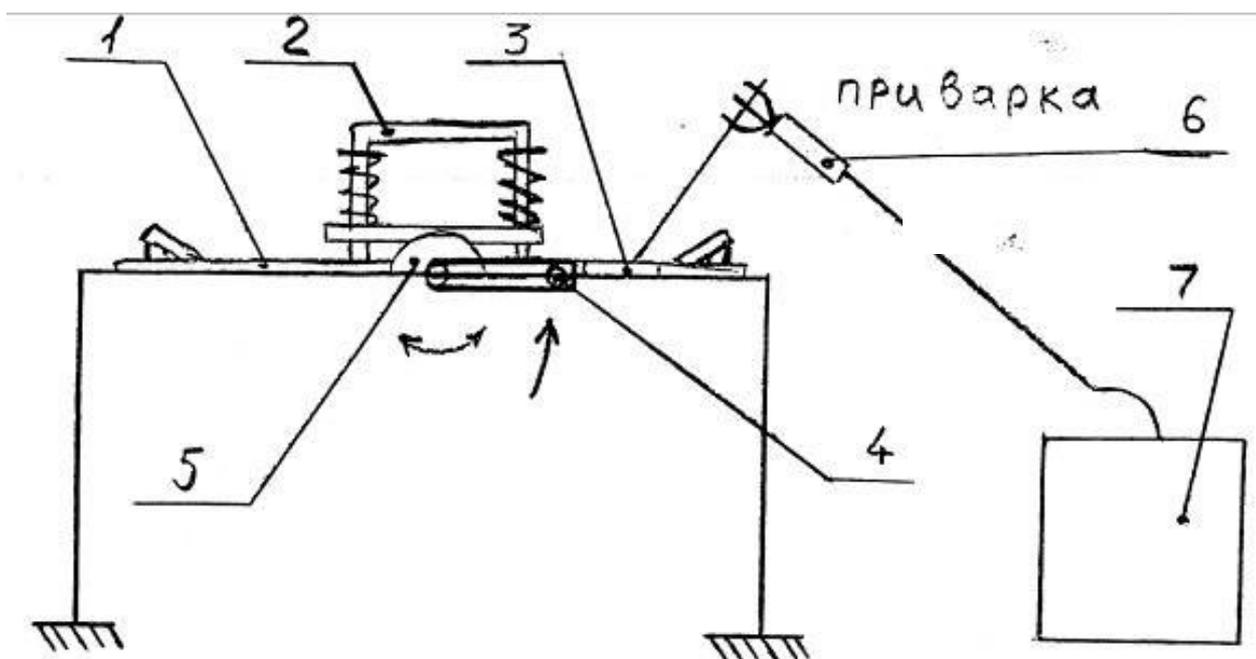
Рисунок 4.3 Схема приспособления для сварки лезвий:

Приспособление предназначено для электросварки основы лемеха с новым лезвием.

Состоит приспособление из следующих составляющих: площадка 1 (см. рисунок 4.3), к которой прикреплена ось 6. В площадке имеются вырезы, в которых снизу приварены упоры 4. На площадке закреплено зажимное устройство 2. К оси 6 крепится ручка 5. Верхняя часть приспособления приварена к подставке 3, которая сварена из уголка № 5 ГОСТ 8509-72.

Принцип работы приспособления для сварки лезвий

Принципиальная схема работы приспособления представлена на рисунке 4.4.



1 – площадка; 2 – зажимное устройство; 3 – лемех; 4 – рычаг; 5 – подшипниковый узел; 6 – электрододержатель ЭДВ-300 с электродом; 7 – электросварочный агрегат.

Рисунок 4.4 Принципиальная схема работы приспособления

После зачистки кромок основ лемехов, производим электросварку. Для этого укладываем основы лемехов и новые лезвия (лицевой стороной вниз) в вырезы, имеющие конфигурацию нового лемеха. Затем лемеха закрепляют зажимным устройством 2. Привариваем эти две составляющие встык. Затем с помощью ручки 5, переворачиваем лист стола 1 и подвариваем лемех ниточным швом. После чего лист стола 1 возвращаем в исходное положение. Лемеха снимаются и складываются.

Приспособление комплектуется сварочным трансформатором ТДМ-317У2.

## 4.2 Конструктивные расчеты

### 4.2.1 Расчет кронштейна и направляющей приспособления для отрезки лезвий

Рассмотрим направляющую. Примем ее для расчета как балку с жесткой заделкой. На нее действует одна сила – воздействие резака. Примем силу действия резака  $F_1 = 100 \text{ Н}$ , длина направляющей 1 м.

В жесткой заделке возникают две опорные реакции: сила  $Y_A$  и крутящий момент  $M_A$ . Определим их.

Для нахождения реакции  $Y_A$  составим уравнение сил в плоскости  $OY$ .

$$\sum Y_i = 0: Y_A - F = 0,$$

(4.1)

$$Y_A = F = 100 \text{ Н.}$$

Для нахождения  $M_A$  составим уравнение моментов относительно точки А.

$$\sum M_A(F_i) = 0: -M_A + F_1 \cdot 1 = 0,$$

(4.2)

$$M_A = F \cdot 1, M_A = 100 \cdot 1 = 100 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_A = 100000 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Балка изготовлена из швеллера № 10, соответственно  $[W] = 34,8 \text{ см}^3$ .

Проведем проверку на прочность балки по формуле:

$$W = M_{\max} / [\sigma],$$

(4.3)

где  $W$  – момент сопротивления сечения балки;

$M_{\max}$  – максимальный крутящий момент;

$[\sigma]$  – допустимое напряжение, равное 140 МПа.

$$W = 100000 / 140 = 714 \text{ мм}^3 = 0,71 \text{ см}^3$$

$$[W] = 34,8 \text{ см}^3,$$

$$W < [W]$$

Момент сопротивления меньше допустимого, следовательно балка, проверку на прочность проходит.

Рассмотрим кронштейн направляющей. Примем его как балку с жесткой заделкой. На нее действует сила и крутящий момент – воздействие направляющей. Длина кронштейна 0,9 м.

Найдем силу, действующую на кронштейн, которая складывается из силы действующей на направляющую и силы равной весу направляющей и определяется по формуле

$$F=F_1+F_2=F_1+mg,$$

(4.4)

где  $F_1$  – сила от действия резака, Н;

$F_2$  – сила от воздействия веса направляющей, Н;

$m$  – масса направляющей, кг.

$$F=100+8,6 \cdot 1,2 \cdot 10=203 \text{ Н}$$

Момент действующий на кронштейн равен 100 Н·м (рассчитан выше). Найдем опорные реакции в заделке кронштейна. Составим уравнение сил в плоскости ОУ:

$$\sum Y_i=0, \quad F-Y_B=0, \quad (4.5)$$

$$Y_B=F=203 \text{ Н.}$$

Для нахождения реакции  $M_B$  составим уравнение моментов относительно точки В.

$$\sum M_B(F_i)=0: \quad -M-F \cdot 0,9+M_B=0, \quad (4.6)$$

$$M_B=M+F \cdot 0,9, \quad M_B=100+203 \cdot 0,9=283 \text{ Н·м.}$$

Балка изготовлена из швеллера № 10, соответственно  $[W]=34,8 \text{ см}^3$ .

Проведем проверку на прочность.

$$W=M_{\max}/[\sigma], \quad (4.7)$$

$$W=283000/140=2021 \text{ мм}^3=2,021 \text{ см}^3,$$

$$[W]=34,8 \text{ см}^3 > W,$$

Балка проверку на прочность проходит.

#### 4.2.2 Расчет подшипника приспособления для сварки лезвий

Рассчитаем подшипник при следующих данных: радиальную нагрузку на подшипник примем  $F_R=1000 \text{ Н}$ ; осевую  $F_A=1 \text{ Н}$ ; диаметр вала в месте посадки подшипника  $d=60 \text{ мм}$ ; угловая скорость вала  $W=1 \text{ рад/с}$ ; нагрузка на подшипник постоянная и спокойная; температура нагрева не превышает  $60^\circ \text{ С}$ ; по условиям монтажа и работы подшипник самоустановки не требует; номинальная долговечность подшипника  $L_h=20000 \text{ ч}$ .

Так как нагрузки на подшипник сравнительно не большие и осевая нагрузка по сравнению с радиальной невелика, то выбираем радиальный однорядный шариковый подшипник легкой серии № 212 по ГОСТ 8338-80, для которого статическая грузоподъемность  $C_0=30900$  Н и динамическая грузоподъемность  $C=40200$  Н.

Примем коэффициент вращения  $V=1$ ; коэффициент безопасности  $K_B=1$ ; температурный коэффициент  $K_T=1$ .

Отношению  $F_A/C_0=1/30900=0,3 \cdot 10^{-4}$  соответствует коэффициент осевого нагружения  $e=0,22$ . Отношение  $F_A/(VF_R)=1/(1 \cdot 1000)=0,001 < e=0,22$  и, следовательно, коэффициент радиальной нагрузки  $X=1$ , а коэффициент осевой нагрузки  $Y=0$ .

Эквивалентная динамическая нагрузка подшипника рассчитывается по формуле

$$P=(XVF_R+YF_A)K_B \cdot K_T=(1 \cdot 1 \cdot 1000=0,1) \cdot 1 \cdot 1=1000 \quad \text{Н} \quad (4.8)$$

Частота вращения кольца подшипника определяется по формуле

$$N=30W/\pi=30 \cdot 1/3,14=9,5 \quad \text{мин}^{-1} \quad (4.9)$$

При долговечности подшипника  $L_h=20000$  ч и частоте вращения кольца  $n=9,5$  мин<sup>-1</sup> отношение  $C/P=4,93$ . Следовательно, требуемая динамическая грузоподъемность подшипника:

$$C=4,93 \cdot P=4,93 \cdot 1000=4930 \text{ Н}$$

Таким образом, выбранный подшипник удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям.

#### 4.2.3 Расчет пружины приспособления для сварки лезвий

Рассчитаем винтовую цилиндрическую пружину сжатия из проволоки круглого сечения при условии, что силы пружины при предварительной деформации  $F_1=12$  Н; при рабочей деформации  $F_2=80$  Н; рабочий ход пружины  $h=30$  мм.

Изготовление пружины предусматриваем из пружинной стальной проволоки 1-го класса по ГОСТ 9889-85. Пологая, что диаметр проволоки пружины равен 1...2 мм, ориентируясь на кривую графика рисунок 20.4 , примем допускаемое напряжение для проволоки  $[\tau]=500$  МПа, что соответствует рекомендации ГОСТ 13764-68. Предположим, что сила пружины при максимальной деформации

$$F_3=1,3 \cdot F_2, \quad (4.10)$$

$$F_3=1,3 \cdot 80=104 \text{ Н}$$

Примем индекс пружины (с. 335)  $c=5$ . Коэффициент влияния кривизны витков (с. 336)  $k=1,24$ .

Диаметр проволоки пружины найдем по формуле

$$d=1,6 \sqrt{k c F_3 / [\tau]}, \quad (4.11)$$

$$d=1,6 \sqrt{1,29 \cdot 5 \cdot 104 / 500}=1,8 \text{ мм}$$

Принимаем  $d=2$  мм.

Средний диаметр пружины находим по формуле

$$D=c \cdot d, \quad (4.12)$$

$$D=5 \cdot 2=10 \text{ мм}$$

Принимаем  $D=20$  мм

Наружный диаметр пружины находим по формуле

$$D_H=D+d, \quad (4.13)$$

$$D_H=20+2=22 \text{ мм}$$

Проверим выбранную пружину по  $C_1$  – жесткость одного витка и  $\lambda_3'$  – наибольший прогиб одного витка.

Жесткость одного витка находим по формуле

$$C_1=10^4 d / c^3, \quad (4.14)$$

$$C_1=10^4 \cdot 2 / 5^3=160 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Жесткость пружины найдем по формуле

$$C=(F_2-F_1)/h, \quad (4.15)$$

$$C=(80-12)/30=2,27 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Число рабочих витков пружины найдем по формуле

$$n=C_1/C, \quad (4.15)$$

$$n=160/2,27=70$$

Максимальную деформацию пружины найдем по формуле

$$\lambda_3=F_3/C, \quad (4.16)$$

$$\lambda_3=104/2,27=46 \text{ мм}$$

Наибольший прогиб одного витка найдем по формуле

$$\lambda_3'=\lambda_3/n, \quad (4.17)$$

$$\lambda_3'=46/70=0,7$$

Полное число витков пружины найдем по формуле

$$n_1=n+n_2, \quad (4.18)$$

$$n_1=70+2=72$$

Шаг пружины найдем по формуле:

$$t=\lambda_3'+d, \quad (4.19)$$

$$t=0,7+2=2,7 \text{ мм}$$

Высота пружины при максимальной деформации найдем по формуле

$$L_3=(n_1+1-n_3)d, \quad (4.20)$$

где  $n_3$  – число зашлифованных витков,  $n_3 = 2$ .

$$L_3=(72+1-2) \cdot 2=142 \text{ мм}$$

Высота пружины в свободном состоянии определяется по формуле

$$L_0=L_3+\lambda_3, \quad (4.21)$$

$$L_0=142+46=188 \text{ мм}$$

Длина развернутой пружины определяется по формуле

$$L \approx 3,2 \cdot D \cdot n_1, \quad (4.22)$$

$$L \approx 3,2 \cdot 20 \cdot 72 \approx 4608 \text{ мм}$$

В данном разделе были разработаны два приспособления для восстановления лемеха. Они разработаны для облегчения процесса восстановления. Первое приспособление предназначено для отрезки изношенной части лезвия. Оно увеличивает производительность и делает легче труд человека. В него помещаются сразу четыре лемеха. Пока

производится резка лемеха, предыдущий отрезанный лемех остывает. Второе приспособление упрощает процесс приварки лезвий. В нем разработаны специальные фиксаторы и крепеж лемеха упрощающие процесс. В результате увеличивается точность, качество и производительность ремонта.

Графическая часть данного раздела представлена на листах формата А1.

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению лемехов

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Задачей охраны труда является: исключить или снизить воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих, а также снизить несчастные случаи на производстве для сохранения жизни, здоровья, работоспособности людей. [19]

При выполнении наплавочных работ возникают травматические ситуации. Профилактика производственного травматизма на сварочных и наплавочных работах основывается на выявлении и устранении причин производственного травматизма. Нередко бывает, когда наплавщик работает в опасных условиях, не соответствующих установленным нормам и требованиям охраны труда в целом или ее составляющим - техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, электробезопасности и т. д.

Профессиональную подготовку сварщики и наплавщики получают в процессе обучения в специальных школах, на курсах сварщиков по специальным программам. В процессе обучения сварщики и наплавщики получают знания и навыки по технике сварки и наплавки, эксплуатации сварочного оборудования, а также по технике безопасности, производственной санитарии, по электробезопасности и противопожарной профилактике.

Однако с целью исключения опасных действий и повышения знаний, умения и навыков безопасного выполнения сварочных и наплавочных работ все сварщики, наплавщики и их подручные при поступлении на работу

проходит на рабочем месте инструктаж вводный, периодический (повторный) и курсовое обучение по безопасным методам ведения сварочных и наплавочных работ.

## 5.2 Безопасность труда при сварке и наплавке в среде защитных газов

В сварочном производстве широко распространена электродуговая сварка и наплавка в среде защитных газов. Защитными газами могут быть аргон, гелий, азот и углекислый газ. Эти газы для электродуговой сварки и наплавки поставляют и хранят в стальных баллонах под давлением. Газы должны соответствовать ГОСТу или техническим условиям, разработанным для данного газа. Сварку в среде защитных газов можно выполнять неплавящимся электродом (вольфрам, графит, уголь) и плавящимся из электродной проволоки, близкой по составу к свариваемому металлу. В зависимости от металла сваривать его можно на переменном или постоянном токе. Источники питания — обычные сварочные генераторы и специальные генераторы ПГС-350, ПГС-500, а также выпрямители ВС-200, ВСС-300-3 и др. Наплавку выполняют на полуавтомате, установленном на токарном или другом специальном станке, или на полуавтомате, применяемом для ручной сварки и наплавки. Оба полуавтомата работают на постоянном токе обратной полярности от выпрямителя ВСС/300-3. Защитной средой зоны плавящегося электрода и обрабатываемого металла, предохраняющей от окисления, применяют наиболее доступный и относительно дешевый углекислый газ. Его можно получить из сухой углекислоты или в баллонах под давлением до  $75 \text{ кгс/см}^2$ . Чтобы получить углекислый газ из сухой углекислоты, следует применять специальные аппараты для ее испарения. Во всех случаях применения при сварке и наплавке углекислого газа необходимо его сушить.

В среде углекислого газа сварка и наплавка сопровождаются мощной лучистой энергией сварочной дуги, сильным разбрызгиванием расплавленного металла и большим выделением в воздух рабочей зоны

различных вредных газов и пыли. Среди них значительное место занимают соединения марганца и кремния. Наличие марганцевых соединений и углекислого газа в зоне дыхания сварщика оказывает вредное действие на нервную систему, и, если не принять соответствующие меры, не исключено заболевание сварщика.

Для удаления вредных веществ из зоны дыхания сварщика рабочее место оборудуют общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией. Учитывая, что углекислый газ в 1,5 раза тяжелее воздуха, а также присутствие большого количества марганцевых и кремниевых окислов, рабочее место сварщика оборудуют местными отсосами с забором воздуха из нижних слоев. Нижние отсосы устраивают через перфорации (отверстия) в крышке сварочного стола; верхние — через наклонные вытяжные панели.

Целесообразно местную вытяжную вентиляцию делать вместе со сварочным полом. Рабочее место сварщика, оборудованное таким столом, обеспечивает нормальную воздушную среду. Загрязнение воздушной среды на таком рабочем месте не превышает предельно допустимых санитарных норм.

Защищают лицо и глаза от вредного действия лучистой энергии сварочной дуги щитками или масками, применяемыми при ручной дуговой сварке. Светофильтры защитных щитков и масок аналогичны светофильтрам, применяемым при ручной дуговой сварке.

Для предохранения рук от ожогов брызгами расплавленного металла к электрододержателю прикреплен защитный щиток, а сварщика обеспечивают спецодеждой, обработанной огнестойкой пропиткой.

От поражения лучистой энергией сварочной дуги и брызгами расплавленного металла людей, работающих рядом, защищают устройством кабин, где производится ручная сварка и наплавка, а также специальными укрытиями с местными отсосами, если сварочные и наплавочные аппараты установлены на токарных станках или на других механизмах.

Защитное укрытие может быть любой конструкции, обеспечивающее изолированность сварочной дуги и удаление вредных газов и пыли. Наиболее удобны и эффективны укрытия, применяемые при наплавке в среде защитных газов. Они надежно нейтрализуют лучистую энергию сварочной дуги, а воздухопроводы их, соединенные с вытяжной вентиляцией, полностью удаляют вредные пары, газы и пыль, возникающие при наплавочных работах. В случае применения полуавтомата для ручной сварки в среде углекислого газа в технологическом потоке рабочее место сварщика следует отгораживать переносными щитами или ширмами, а в месте сварки устраивать передвижную вентиляцию.

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

Проходя по телу, электроток может травмировать человека, а при неблагоприятных условиях может наступить смертельный исход. Тяжесть поражения электротоком зависит от величины тока, проходящего через тело, времени нахождения человека под напряжением, пути прохождения тока по телу, состояния среды, в которой произошел контакт тела человека с токоведущими частями и других факторов.

Для защиты людей от поражения током при касании корпусов электросварочного и наплавочного оборудования в случае замыкания питающей электросети на это оборудование создают защитное заземление. Правильно выполненное и исправное защитное заземление обеспечивает прохождение тока замыкания из питающей электросети через место замыкания, заземляющее устройство, заземлители и далее в землю.

## 6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

### 6.1 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяются по формуле стр.115 [12]:

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

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 ( $K_{нац}=1,4 \dots 1,5$ ).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяется по формуле стр.115 [12]

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

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

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

$$C_k = 60 \cdot 65 = 3900 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются по формуле стр.116 [12]

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

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

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

Заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяется по формуле стр.116 [12]

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

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

$C_d$  – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основная заработная плата определяется по формуле стр.117 [12]

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

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

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

$K_t$  – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате,

( $K_t=1,025 \dots 1,03$ ).

$C_{пр} = 87 \cdot 10 \cdot 1,03 = 896$  руб.

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.117 [12]

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

(6.6)

$$C_{доп} = \frac{10 \cdot 896}{100} = 89,6 \text{ руб}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле стр.117 [12]

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

(6.7)

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (896 + 89,6)}{100} = 43,3 \text{ руб}$$

$C_{зп} = 896 + 89,6 + 43,3 = 1028,9$  руб.

Стоимость материала заготовок определяется по формуле стр.117 [12]

$$C_M = Ц \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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

$Q_3$  – масса заготовки, кг.

Масса заготовки определяется из выражения стр.117 [12]

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

где  $Q_d$  – масса детали, кг;

$$Q_{заг} = \frac{35}{0,8} = 43,75 \text{ кг.}$$

$$C_M = 40 \cdot 43,75 = 1750 \text{ руб.}$$

$$C_{од} = 1028,9 + 1750 = 2778,9 \text{ руб.}$$

$K_3$  – коэффициент использования массы заготовки ( $K_3=0,29\dots0,99$ ).

Заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле стр.117 [12]

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

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

Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется по формуле стр.118 [12]

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot Z_{ч} \cdot K_t, \quad (6.11)$$

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

$$C_{сб} = 6 \cdot 87 \cdot 1,03 = 537,66 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.118 [12]

$$C_{д.сб} = \frac{(5\dots12)C_{сб}}{100}. \quad (6.12)$$

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 537,66}{100} = 53,76 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле стр.118 [12]

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

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(537,66 + 53,76)}{100} = 26 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 537,66 + 53,76 + 26 = 617,42 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяются по формуле стр.118: [12]

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

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

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{896 \cdot 69,5}{100} = 622,72 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 3900 + 2778,9 + 1560 \cdot 1,5 + 537,66 + 622,72 = 10179 \text{ руб.}$$

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

№п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	280	240
2	Балансовая стоимость	руб	14500	10179
3	Потребляемая мощность	кВт	2,2	2,2
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел. ч	87	87
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8

9	Годовая загрузка конструкции	ч	126	126
10	Время 1 цикла	ч	1	0,5

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

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

на стационарных работах периодического действия [7]

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

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

$\tau$  – коэффициент использования рабочего времени смены  
( $\tau = 0,60 \dots 0,95$ ).

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 0,6}{60} = 2,4 \text{ шт/час}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 0,6}{30} = 4,8 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле [7]:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.16)$$

где  $G$  – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{e0} = \frac{280}{2,4 \cdot 126 \cdot 5} = 0,18 \text{ кг/шт}$$

$$M_{e1} = \frac{240}{4,8 \cdot 126 \cdot 5} = 0,07 \text{ кг/шт}$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле [7]:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.17)$$

где  $C_6$  – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{14500}{2,4 \cdot 126} = 47,9 \text{ руб./шт}$$

$$F_{e1} = \frac{10179}{4,8 \cdot 126} = 16,8 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находится из выражения [7]:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z},$$

(6.18)

где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{2,4} = 0,41 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{4,8} = 0,2 \text{ чел. ч/шт}$$

Себестоимость работы определяется по формуле [7]:

$$S = C_{\text{зп}} + C_3 + C_{\text{пто}} + A. \quad (6.19)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле [7]:

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

$$C_{\text{зп0}} = 87 \cdot 0,41 = 35,67 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{зп1}} = 87 \cdot 0,2 = 17,4 \text{ тыс. руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле [7]:

$$C_3 = Ц_3 \cdot Э_e, \quad (6.21)$$

где  $Ц_3$  – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$Э_e$  – энергоемкость процесса, кВт/шт

Энергоемкость процесса определяется из выражения [7]:

$$Э_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (6.22)$$

где  $N_e$  – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$W_z$  – часовая производительность конструкции; ед./ч.

$$\Xi_{\epsilon 0} = \frac{2,2}{2,4} = 0,91 \text{ кВт/шт}$$

$$\Xi_{\epsilon 1} = \frac{2,2}{4,8} = 0,45 \text{ кВт/шт}$$

$$C_{\epsilon 0} = 2,81 \cdot 0,91 = 2,5 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{\epsilon 1} = 2,81 \cdot 0,45 = 1,26 \text{ руб/кВт},$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле [7]:

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

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{14500 \cdot 8}{100 \cdot 2,4 \cdot 126} = 3,83 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{10179 \cdot 8}{100 \cdot 4,8 \cdot 126} = 1,34 \text{ тыс. руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяются по формуле [7]:

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

где  $a$  – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{14500 \cdot 13}{100 \cdot 2,4 \cdot 126} = 6,23 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{10179 \cdot 13}{100 \cdot 4,8 \cdot 126} = 2,18 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_0 = 35,67 + 2,5 + 3,83 + 6,23 = 48,23 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_1 = 17,4 + 1,26 + 1,34 + 2,18 = 22,19 \text{ тыс. руб./шт}$$

Приведенные затраты определяются по формуле [7]:

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

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

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

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

$$C_{\text{прив}0} = 48,23 + 0,15 \cdot 47,9 = 55,4 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{прив}1} = 22,19 + 0,15 \cdot 16,8 = 24,71 \text{ тыс. руб./шт}$$

Годовая экономия определяется по формуле [4]:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (48,23 - 22,19) \cdot 4,8 \cdot 126 = 15748 \text{ тыс. руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле [7]:

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

где  $\Delta K$  – дополнительные капитальные вложения, руб. ( $\Delta K = F \cdot e1$ )

$$E_{\text{год}} = 15748 - 0,15 \cdot 126 = 15729 \text{ тыс. руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле [7]:

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

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{10179}{15748} = 0,64 \text{ года}$$

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

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

$$E_{\text{эф}} = \frac{15748}{10179} = 1,54$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	2,4	4,8	200
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	47,9	16,8	35
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	0,91	0,45	56
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,18	0,07	38
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	0,41	0,2	48
6	Уровень эксплуатационных затрат,	3,83	1,34	34

	руб./ед			
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	55,4	24,71	44
8	Годовая экономия, руб.	-	15748	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	15290	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,64	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,54	-

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день в виду новой ситуации на международном рынке и переход на мероприятия по замещению импортной продукции, возрастает нагрузка на сельскохозяйственную технику в частности на почвообрабатывающие машины. Поддержание почвообрабатывающих машин в постоянном работоспособном состоянии является актуальной задачей на сегодняшний день , а это возможно при наличии современных способов восстановления изношенных рабочих органов и эффективного оборудования.

Предлагаемая технология восстановления лемехов позволяет снизить себестоимость продукции, так затраты на восстановление значительно ниже новой детали.

Предлагаемая конструкция комплекта оснастки позволяет существенно сократить время на восстановление одного из важнейших элементов почвообрабатывающих машин - лемехов. Срок окупаемости капитальных вложений, от внедрения комплекта оснастки составляет 0,64 года, экономический эффект 15290 тыс. рублей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день в виду новой ситуации на международном рынке и переход на мероприятия по замещению импортной продукции, возрастает нагрузка на сельскохозяйственную технику в частности на почвообрабатывающие машины. Поддержание почвообрабатывающих машин в постоянном работоспособном состоянии является актуальной задачей на сегодняшний день, а это возможно при наличии современных способов восстановления изношенных рабочих органов и эффективного оборудования.

Предлагаемая технология восстановления лемехов позволяет снизить себестоимость продукции, так затраты на восстановление значительно ниже новой детали.

Предлагаемая конструкция комплекта оснастки позволяет существенно сократить время на восстановление одного из важнейших элементов почвообрабатывающих машин - лемехов. Срок окупаемости капитальных вложений, от внедрения комплекта оснастки составляет 1,5 года, экономический эффект 6362 тыс. рублей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочедамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»/под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007, – 77с.
2. Агеев В.А. Методика расчета геометрии камер сгорания и охлаждения высокоскоростного газопламенного напыления // Сварочное производство, 1993. – №3.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912с.: ил.
4. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. И доп. – Спб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.
5. Бабенко Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов: Методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию. – Хабаровск, Изд-во ДГАПС, 1997. – 65 с.
6. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990.
7. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
8. Газотермическое напыление: Учеб. пособие / кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.: ил.
9. Галиев И. Г. Методические указания к выполнению курсовой работы по «Организации технического сервиса». – Казань: КазГАУ, 2007, – 42 с.
10. Голованов Н.Ф., Гинзбург Е. Г., Фирун Н. Б. Зубчатые и червячные передачи. – Л.: Машиностроение, 1967.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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