

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Эксплуатации и ремонта машин

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

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

Тема: Организация участка восстановления шлицевых валов с разработкой конструкции сварочной головки

Шифр ВКР 35.03.06.383.18 СГ.00.000.ПЗ

Студент группы 2441С

\_\_\_\_\_

подпись

Шарапов Р.К.

Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель

ученое звание

\_\_\_\_\_

подпись

Ахметзянов Р.Р.

Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой д.т.н. профессор

ученое звание

\_\_\_\_\_

подпись

Адигамов Н. Р.

Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

## **АННОТАЦИЯ**

К выпускной квалификационной работе Шарапова Р.К. на тему Организация участка восстановления шлицевых валов с разработкой конструкции сварочной головки. Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на\_\_\_\_листах машинописного текста и графической части на\_\_\_\_листах формата А1.

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает \_\_ рисунков и\_\_таблиц. Список использованной литературы содержит \_ наименований.

В первом разделе дан анализ конструкций устройств сварочных головок и обоснование необходимости в разработке установки.

Во втором разделе разработана организация ремонта автотракторной техники.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления промежуточного вала трактора Т-150, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления коленчатого вала.

В четвертом разделе разработана конструкция поворотной сварочной головки.

В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В шестом разделе проведены расчеты по экономическому обоснованию приспособления.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

|                                                                                                                 |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                   |   |
| 1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВ СВАРОЧНЫХ ГОЛОВОК<br>И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ В РАЗРАБОТКЕ<br>УСТАНОВКИ ..... |   |
| 1.1 Обоснование необходимости разработки конструкции.....                                                       |   |
| 1.2.....                                                                                                        | А |
| нализ существующих конструкций .....                                                                            |   |
| 2 ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ .....                                                              |   |
| 2.1 Составление производственной программы участка .....                                                        |   |
| 2.2 Расчет годового объема работ .....                                                                          |   |
| 2.3 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени.....                                                    |   |
| 2.4 Расчет штата участка .....                                                                                  |   |
| 2.5 Расчет и подбор основного технологического оборудования.....                                                |   |
| 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА<br>ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ВАЛА ТРАКТОРА Т-150 .....               |   |
| 3.1 Выбор и обоснование номенклатуры восстанавливаемых деталей.....                                             |   |
| 3.2 Обоснование и выбор рационального способа восстановления<br>детали.....                                     |   |
| 3.3 Маршрутная технология восстановления детали .....                                                           |   |
| 4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПОВОРОТНОЙ СВАРОЧНОЙ<br>ГОЛОВКИ.....                                                   |   |
| 4.1 Устройство и принцип работы конструкции .....                                                               |   |
| 4.2 Расчет элементов конструкции.....                                                                           |   |
| 5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА .....                                                                   |   |
| 5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве .....                                              |   |
| 5.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....                                                                 |   |
| 5.3 Физическая культура на производстве .....                                                                   |   |
| 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....                                                                                      |   |
| 6.1 Экономическое обоснование конструкции сварочной головки.....                                                |   |

|                   |  |
|-------------------|--|
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  |  |
| ЛИТЕРАТУРА .....  |  |
| СПЕЦИФИКАЦИИ..... |  |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....   |  |

## **ВВЕДЕНИЕ**

В новых условиях хозяйствования необходимо увеличить темпы технического перевооружения автотранспортных предприятий. В связи с этим, необходимо повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня их технического обслуживания и ремонта, включая организацию проектирование или реконструкцию ремонтно-обслуживающего производства. Однако с ростом балансовой стоимости техники существенно увеличиваются и затраты на ее ТО и ремонт. Наиболее важный фактор снижения затрат – высокое качество ТО и ремонт машин.

При неполном возмещении годности и частичном восстановлении ресурса (менее 50% доремонтного) ремонтные воздействия становятся малоэффективными и не способствуют хорошему использованию машин в течение амортизационного срока. В связи с этим они преждевременно списываются, а затраты на их использование и текущие ремонты возрастают.

В хозяйствах после капремонта эксплуатируется более 50% автомобилей и 65% двигателей, что вызывает при низком моторесурсе высокую потребность в ремонтно-обслуживающем производстве. При повышении качества ремонта потребность в нем будет уменьшаться и затрат в сфере использования и текущего ремонта машин будут сокращаться.

Улучшения качества ремонтных работ можно добиться за счет модернизации устаревшего ремонтно-технологического оборудования и совершенствования технологий ТО и ремонта на предприятиях, реконструкцией и техническим перевооружением производственно-технической базы предприятий автомобильного транспорта.

Целью данной выпускной работы является совершенствование организации ТР автомобилей автотранспортных цехах.

# **1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВ СВАРОЧНЫХ ГОЛОВОК И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ В РАЗРАБОТКЕ УСТАНОВКИ**

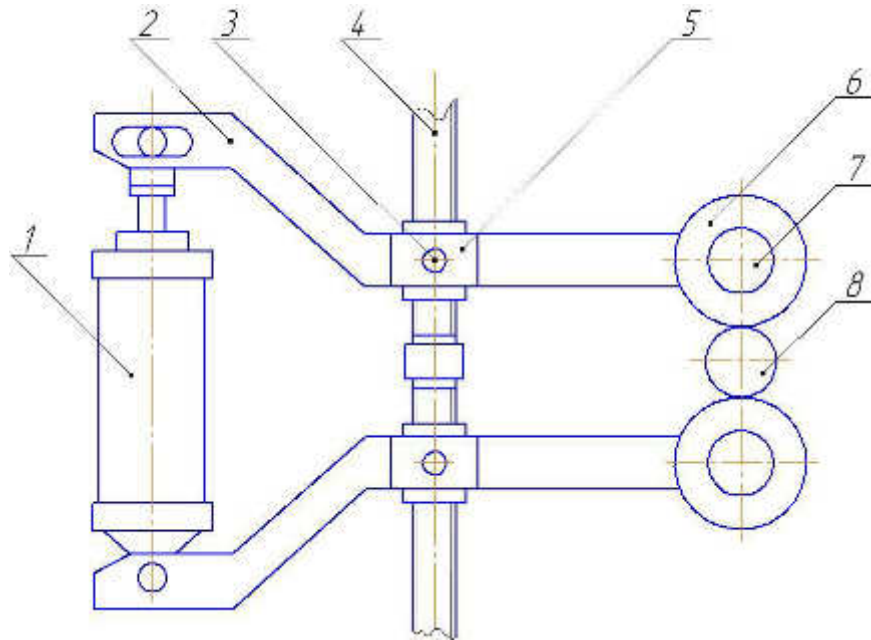
## **1.1 Обоснование необходимости разработки конструкции**

Как известно, существующие сварочные головки имеют узкий диапазон практического применения и служат в основном для выполнения замкнутых сварочных швов (если не применять специальный привод продольного перемещения) на цилиндрических поверхностях. Кроме этого в них отсутствуют вспомогательные устройства, позволяющие повысить степень механизации процесса. Отсюда следует, что для восстановления различных типов изношенных поверхностей требуется применение различных установок или переоборудования одной установки другим приспособлением. Это в свою очередь напрямую влияет на трудоемкость и себестоимость процесса, а также на производительность труда. Поэтому в ремонтное производство необходимо внедрять новые устройства и приспособления, позволяющие повысить качество ремонта, производительность труда, способствующие расширению возможностей существующих технологий ремонта, а также внедрению новых.

Нами предлагается поворотная сварочная головка для восстановления шлицевых валов методом горячей пластической деформации. Кроме этого с помощью данного устройства можно восстанавливать детали типа, «вал» приваркой стальной ленты или наплавкой порошка. Для этого необходимо вместо конического ролика установить круглый. В этом случае сварочный шов может располагаться под любым углом по отношению к плоскости нормальной к образующей детали. При этом отпадает необходимость применения ручного привода для продольного перемещения сварочной тележки. Изобретение предназначено для установок роликовой электроконтактной сварки и позволяет расширить диапазон их технологических возможностей. Приспособление также улучшает условия труда.

## 1.2 Анализ существующих конструкций

Наиболее распространенным является устройство (рисунок 1.1) для шовной электроконтактной сварки с помощью роликовых электродов, применяемое в большинстве установок.

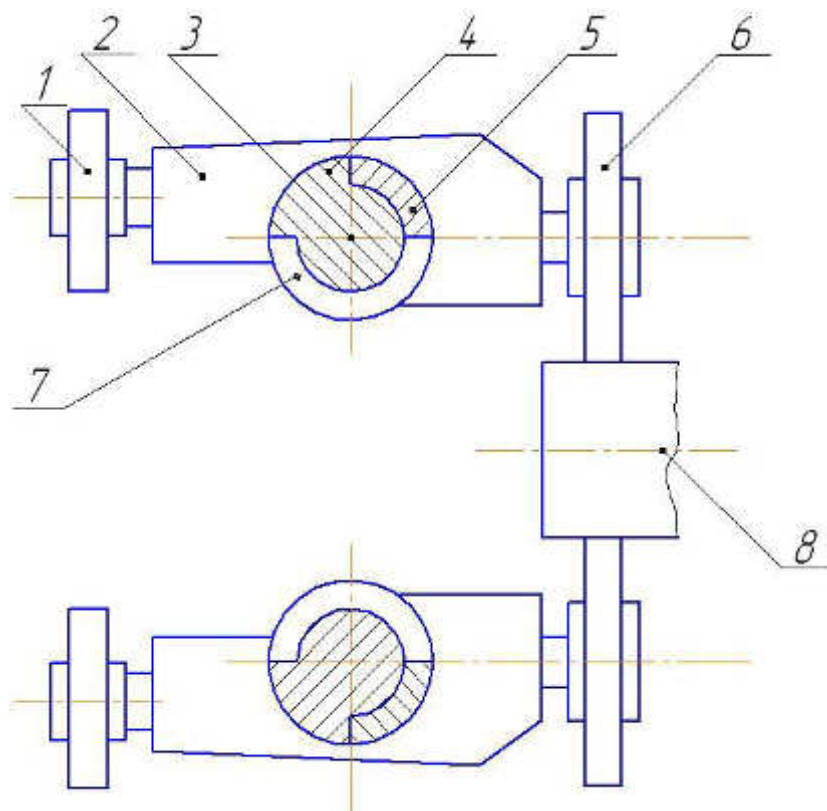


1-привод сжатия; 2-сварочная клещевина; 3-шарнир; 4-винтовой привод; 5-гайка; 6-сварочный ролик; 7-ось ролика; 8-наплавляемая деталь.

Рисунок 1.1 - Устройство для шовной сварки.

Устройство позволяет восстанавливать наружные поверхности деталей вращения методом наплавки. Устройство состоит из основания на котором установлен винтовой привод 4, пропущенный через гайки 5. С гайками, посредством шарнира 3 соединены сварочные клещевины 2. Клещевины между собой соединены приводом сжатия 1. На концах клещевин установлены роликовые электроды 7.

Существует также устройство для шовной сварки (рисунок 1.2) позволяющее повысить производительность и расширить технологические возможности путем обеспечения сварки одними и теми же головками наружных и внутренних поверхностей деталей цилиндрической формы без перестановки электродов.



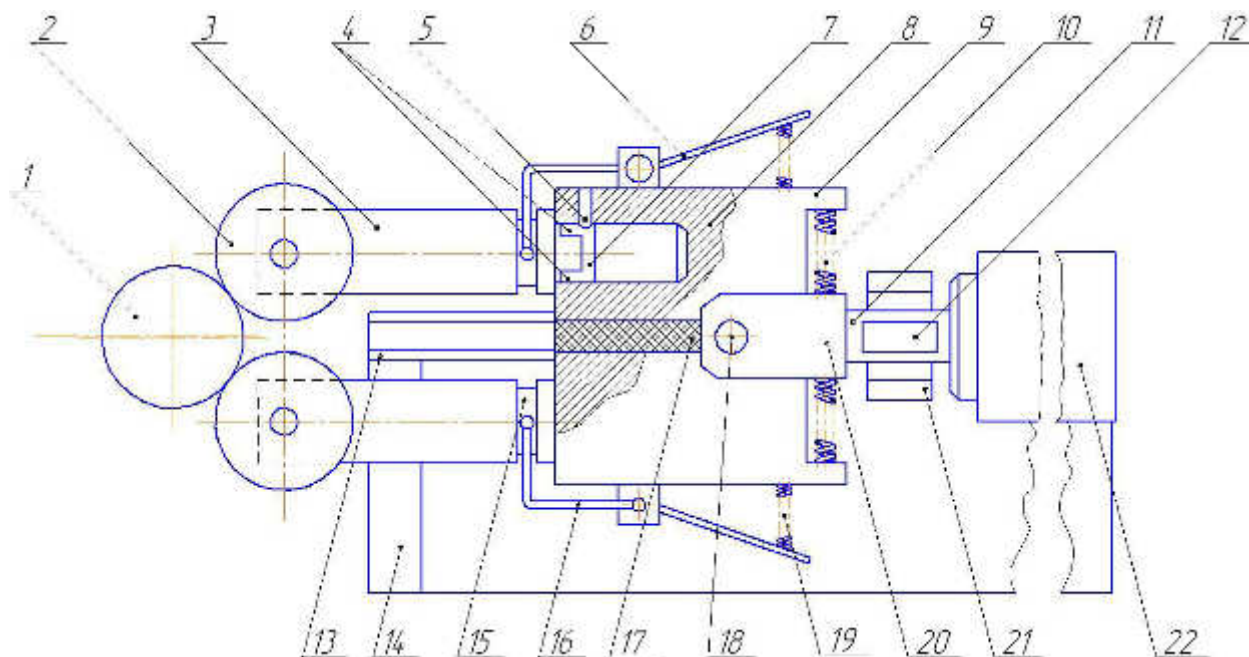
1-роликовый электрод для внутренних швов; 2-поворотный блок; 3-ось; 4-секторный выступ; 5-выступ; 6-роликовый электрод для наружных швов; 7-втулка блока; 8-наплавляемая деталь.

Рисунок 1.2 - Универсальная головка для контактной электросварки.

Устройство состоит из поворотного блока 2, установленного с возможностью поворота на оси 3. На одном конце поворотного блока установлены роликовые электроды 6 большего диаметра для сварки наружных поверхностей деталей. На другом их конце установлены дополнительные роликовые электроды 1 меньшего диаметра для сварки внутренних поверхностей детали. Механизм фиксации каждого поворотного блока на осях электродных головок выполнен в виде секторного выступа 4 на оси, ограниченного дугой окружности, стягивающей угол  $90^\circ$  и ответного выступа 5, выполненного на втулке 7.

Существует также устройство для электроконтактной наплавки наружных цилиндрических поверхностей (рисунок 1.3).





1-наплавляемая деталь; 2-роликовый электрод; 3-поворотный стержень; 4-продольные канавки; 5-штифт; 6-двуплечий рычаг; 7-кольцевая проточка; 8-клевшина; 9-выступ клевшины; 10-пружина; 11-шток; 12-ролик траверсы; 13-направляющие; 14-основание; 15-кольцевая проточка; 16-вилка; 17-перемычка; 18-палец; 19-пружина; 20-серьга; 21-траверса; 22-силовой цилиндр.

Рисунок 1.3 - Устройство для электроконтактной наплавки наружных цилиндрических поверхностей.

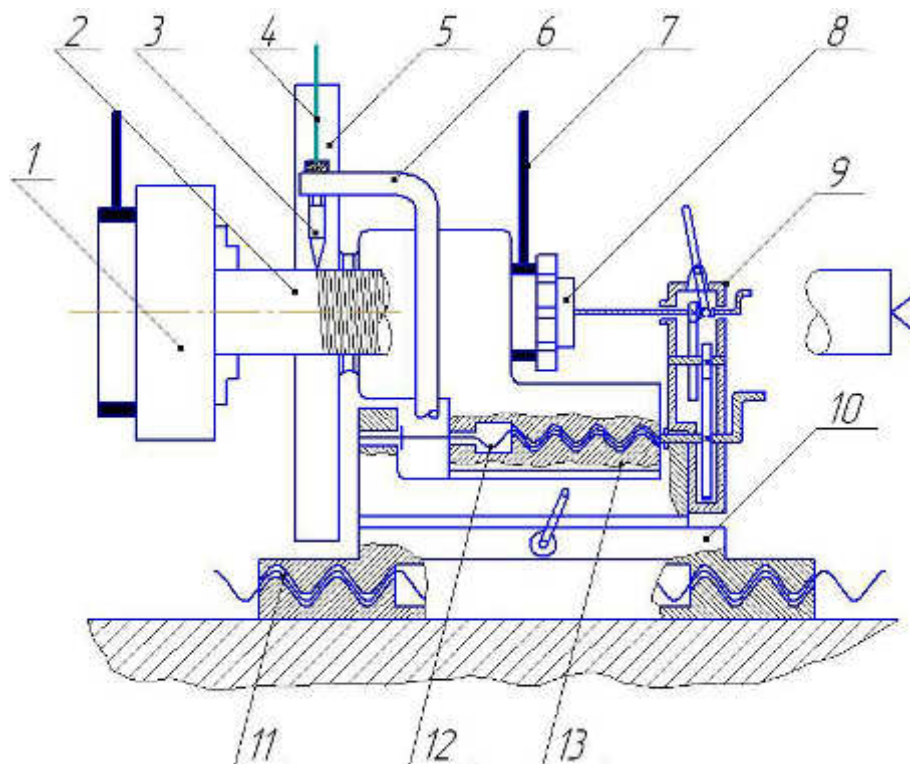
Устройство содержит основание 14, на котором установлены две клевшины 8. В них закреплены электродные головки, которые выполнены в виде стержней 3, которые вставлены в цилиндрические отверстия в корпусе каждой клевшины. На свободных концах стержней установлены роликовые электроды 2. Между клевшинами располагается перемычка 17, которая с помощью серьги 20 и пальца 18 шарнирно связана со штоком 11 пневмоцилиндра 22. На штоке жестко закреплена траверса 21. Ее ролики опираются на направляющие 13 основания 14. Между торцевыми поверхностями серьги и выступами 9 клевшин установлены пружины сжатия 10. На концах стержней выполнены продольные канавки 4, которые между собой соединены проточкой 7. На участках стержней, расположенных у торцов клевшин, выполнены кольцевые проточки 15. Клевшины снабжены направляющими в виде штифтов 5. Вилки 16 двуплечих рычагов 6

размещены в кольцевых проточках 15, а противоположные концы вилок подпружинены пружинами 19.

У данного устройства сварочные клещевины (стержни) установлены с возможностью поворота вокруг продольной оси и фиксации, что позволяет производить наплавку, например, шеек коленчатого вала и быстро перестраивать устройство в зависимости от направления наплавки.

К недостаткам трех вышеописанных устройств можно отнести то, что для перемещения электродной головки вдоль образующей обрабатываемой детали необходимо применение специального приводного устройства, что усложняет конструкцию в целом, либо применения ручного привода, что снижает степень механизации процесса. Также минусом является то что наплавка детали осуществляется только перпендикулярно образующей детали.

Известна головка (рисунок 1.4) для электроконтактной наплавки деталей машин, которая предназначена для повышения стабильности качества наплавляемого металлопокрытия и увеличения срока службы сварочного ролика. Это достигается конструктивным решением головки, обеспечивающем дополнительное перемещение сварочного ролика 4 вместе с узлом подвески 13 и механизмом нагружения относительно собственного основания 10. Кроме этого на этом же основании жестко закреплена на стойке 6 направляющая втулка 3 для присадочной проволоки 4. В результате этого в процессе наплавки проволока контактирует с роликом не по кольцевой площадке, а по непрерывной спирали с перекрещивающимися витками последовательно по всей его ширине.



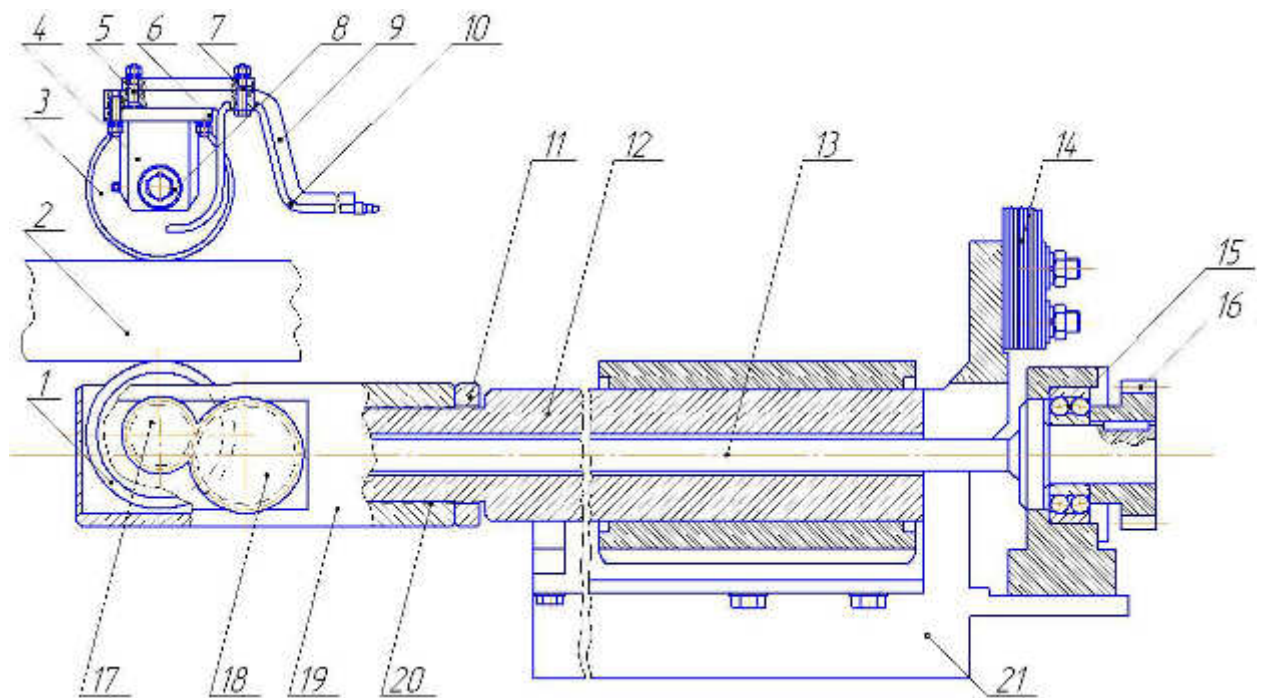
1-патрон; 2-наплавляемая деталь; 3-направляющая втулка; 4-присадочная проволока; 5-сварочный ролик; 6-стойка; 7-токоподвод; 8-ось ролика; 9-редуктор; 10-основание головки; 11-ходовой винт; 12-ходовой винт; 13-узел подвески.

Рисунок 1.4 - Головка для электроконтактной наплавки деталей машин.

С момента включения привода станка начинает вращаться деталь и фрикционно связанный с ней ролик. Одновременно ходовым винтом 11 перемещается основание головки с шагом, обеспечивающим перекрытие соседних витков наплавляемой проволоки. Сварочный ролик в начале наплавки устанавливают в крайнее левое положение ходовым винтом 12 вручную при выключенном редукторе 9. Затем включается редуктор, соединяющий вращающуюся ось 8 ролика с ходовым винтом 12 узла подвески, который начинает перемещаться вправо вместе со сварочным роликом относительно присадочной проволоки.

Недостатком данной конструкции также является невозможность регулирования угла установки роликовых электродов по отношению к плоскости нормальной к образующей детали.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является универсальная машина для шовной контактной сварки (рисунок 1.5), предназначенная для сварки как продольных, так и поперечных швов.



1-нижний сварочный ролик; 2-наплавляемая деталь; 3-верхний сварочный ролик; 4-стойка; 5-винт; 6-колодка; 7-болт; 8-втулка; 9-верхний хобот; 10-трубка; 11-контргайка; 12-нижний хобот; 13-вал; 14-токоподвод; 15-подшипник; 16-ведомая шестерня; 17-ведомая шестерня сменной головки; 18-ведущая шестерня сменной головки; 19- корпус нижней сварочной головки для продольных швов; 20-резьба; 21-основание.

Рисунок 1.5 - Универсальная машина для шовной контактной электросварки.

Устройство состоит из верхнего сварочного ролика 3, который с помощью втулки 8 крепится к стойке 4, расположенной на колодке 6. Колодка крепится с помощью болтов к верхнему сварочному хоботу 9. Совокупность данных элементов образует верхнюю сварочную головку. Нижняя сварочная головка предусмотрена сменной, т.е. для сварки продольных и поперечных швов применяются разные устройства. Нижний сварочный ролик 1 для сварки продольных швов расположен на оси, установленной в корпусе 19 головки, которая крепится на нижнем сварочном хоботе 12 при помощи резьбы 20 и контргайки 11. Ось ролика через

цилиндрические шестерни 17 и 18 получает вращение от оси шестерни 18. На данной оси установлена ведомая коническая шестерня, связанная через ведущую коническую шестерню с приводным валом 13.

К недостаткам устройства можно отнести следующее: узел поворота роликовых электродов позволяет поворачивать их лишь в два положения - вдоль образующей обрабатываемой детали вращения и перпендикулярно ей. Причем поворот роликовых электродов в рабочие позиции трудоемкий и занимает много времени. Для перемещения электродной головки вдоль образующей обрабатываемой детали в устройстве необходима установка специального тиристорного привода тока, позволяющего изменять скорость продольного перемещения сварочной головки. При этом существенно усложняется конструкция и снижается надежность устройства в целом.

## **2 ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

### **2.1 Составление производственной программы участка**

Производственная программа участка восстановления представляет собой объем ремонтно-обслуживающих работ в течение планового периода. В нашем случае годовая программа восстановления деталей составляется на основании расчета числа капитальных ремонтов тракторов, комбайнов и автомобилей хозяйства, а также с учетом обслуживания техники близлежащих хозяйств. При проектировании участка также учитывается то, что технологические возможности проектируемого устройства и внедряемой установки позволят значительно увеличить номенклатуру восстанавливаемых деталей, за счет совмещения двух различных технологических процессов с помощью одной установки. Кроме шлицевых валов на участке также предусматривается восстановления поверхностей типа „вал” при помощи электроконтактной приварки стальной ленты.

На составление производственной программы влияют также следующие организационные и технологические предпосылки:

1. обеспечение максимального удовлетворения спроса на всю номенклатуру восстанавливаемых деталей во время эксплуатации и в период ремонта техники;
  2. создание дополнительных рабочих мест для работников хозяйства;
  3. учет реальных возможностей в своевременном сборе и транспортировке изношенных деталей со всех хозяйств обслуживаемой зоны.
- Для расчета годовой производственной программы участка составим номенклатуру восстанавливаемых деталей с указанием их количества и средней площади восстановления.

### **2.2 Расчет годового объема работ**

Годовой объем работ по восстановлению отдельных частей деталей рассчитывается по формуле [ ]:

$$N_b = K \times n \times H_b, \quad (2.1)$$

где  $K$  – число капитальных ремонтов машин определенной марки или их составных частей, в которых установлена данная деталь;

$n$  – число деталей определенного наименования на одной машине (агрегате), шт.;

$H_b$  – коэффициент восстановления деталей данного наименования.

Так как центральная ремонтная мастерская относится к объектам ремонтно-обслуживающей базы первого уровня, то число капитальных ремонтов тракторов рассчитаем групповым методом, с помощью формулы [ ]:

$$K_{к.р}^{т.і} = \frac{W_r^t \times n_{т.і}}{6 \times M_{ТО-3}^{т.і}}, \quad (2.2)$$

где  $W_r^t$  – среднегодовая наработка на один трактор, у.э.га.

$W_r^t = 794$  у.э.га. (пункт 1);

$n_{т.і}$  – число тракторов  $i$ -ой марки, шт.;

$M_{ТО-3}^{т.і}$  – периодичность проведения ТО-3 трактора  $i$ -ой марки, у.э.га.

$M_{ТО-3}^{Т-40} = 600$  у.э.га. [ ];

$M_{ТО-3}^{МТЗ-80,82} = 840$  у.э.га.;

$M_{ТО-3}^{Т-150,150К} = 1920$  у.э.га.;

$M_{ТО-3}^{ДТ-75М} = 1240$  у.э.га.

Расчетное число ремонтов округляем до целого. При этом значения после запятой менее 0,85 отбрасываются, более 0,85 округляются до 1. тогда годовое количество капитальных ремонтов каждой марки трактора составит:

$$K_{к.р}^{Т-40} = \frac{794 \times 1}{6 \times 600} = 0,22 \approx 0;$$

$$K_{к.р}^{МТЗ-80,82} = \frac{794 \times 21}{6 \times 840} = 3,31 \approx 3;$$

$$K_{к.р}^{Т-150} = \frac{794 \times 1}{6 \times 1920} = 0,14 \approx 0;$$

$$K_{к.р}^{Т-150К} = \frac{794 \times 6}{6 \times 1920} = 0,41 \approx 0;$$

$$K_{к.р}^{ДТ-75} = \frac{794 \times 14}{6 \times 1240} = 1,49 \approx 1.$$

Число капитальных ремонтов комбайнов  $i$ -ой марки рассчитаем с помощью формулы [ 1 ]:

$$K_{к.р}^{т.i} = \frac{W_{г}^k \times n_{к.i}}{M_{к.р}^{к.i} \times K_{м.ч \rightarrow физ.га}^{к.i}}, \quad (2.3)$$

где  $W_{г}^k$  - среднегодовая наработка на один комбайн, физ.га.

$W_{г}^k = 515,7$  физ.га (пункт 1) для зерноуборочного комбайна

$W_{г}^k = 234,6$  физ.га (пункт 1) для кормоуборочного комбайна комбайна;

$n_{к.i}$  - число комбайнов  $i$ -ой марки, шт.;

$M_{к.р}^{к.i}$  - периодичность проведения капитального ремонта комбайна  $i$ -ой марки, физ.га.

$M_{к.р}^{к.i} = 1200$  м.ч. для всех марок комбайнов;

$K_{м.ч \rightarrow физ.га}^{к.i}$  - коэффициент перевода м.ч. в физ.га для  $i$ -ой марки комбайна

$K_{м.ч \rightarrow физ.га}^{СК-5} = 0,74$  ;

$K_{м.ч \rightarrow физ.га}^{КСК-100} = 1,33$  ;

$K_{м.ч \rightarrow физ.га}^{ДОН 1500} = 0,74$  .

тогда годовое количество капитальных ремонтов каждой марки комбайна составит:

$$K_{к.р}^{СК-5} = \frac{515,7 \times 4}{1200 \times 0,74} = 2,32 \approx 2;$$

$$K_{к.р}^{КСК-100} = \frac{234,6 \times 3}{1200 \times 1,33} = 0,44 \approx 0;$$

$$K_{к.р}^{ДОН-1500} = \frac{515,7 \times 5}{1200 \times 0,74} = 2,9 \approx 3.$$

Число капитальных ремонтов автомобилей  $i$ -ой марки рассчитаем с помощью формулы [ 1 ]:

$$K_{к.р}^{a.i} = \frac{W_{г}^a \times n_{a.i}}{M_{к.р}^{a.i}}, \quad (2.4)$$



где  $W_{\Gamma}^T$  - среднегодовая наработка на один автомобиль, тыс.км.

$$W_{\Gamma}^T = 25,5 \text{ тыс.км. (пункт 1);}$$

$n_{a,i}$  - число автомобилей  $i$ -ой марки, шт.;

$M_{K,P}^{a,i}$  - периодичность проведения капитального ремонта автомобиля  $i$ -ой марки, тыс.км.

$$M_{K,P}^{a,i} = 120 \text{ тыс.км для всех марок автомобилей [ ]:}$$

$$K_{K,P}^{\text{КамаЗ}} = \frac{25,5 \times 3}{120} = 0,63 \approx 0;$$

$$K_{K,P}^{\text{ЗИЛ}} = \frac{25,5 \times 6}{120} = 1,27 \approx 1;$$

$$K_{K,P}^{\text{ГАЗ}} = \frac{25,5 \times 2}{120} = 0,42 \approx 0;$$

$$K_{K,P}^{\text{УАЗ}} = \frac{25,5 \times 7}{120} = 1,49 \approx 1;$$

Используя формулу (2.1) годовую суммарную трудоемкость работ по восстановлению деталей машин можно определить по формуле :

$$T = \sum T_i, \quad (2.5)$$

где  $T_i$  - трудоемкость работ восстановления деталей каждой марки машины, чел.-ч.

$$T_i = K_i \times F_{\text{ср},i} \times T_{\text{эксп}} \times H_{B,i}, \quad (2.6)$$

где  $K_i$  – число капитальных ремонтов машин определенной марки или их составных частей, в которых установлена данная деталь;

$F_{\text{ср},i}$  – средняя площадь восстановления по маркам машин, мм<sup>2</sup>;

$T_{\text{эксп}}$  – средняя трудоемкость восстановления 1 мм<sup>2</sup> поверхности электроконтактной приваркой, чел.-ч;

$$T_{\text{эксп}} = 0,00028 \text{ чел.-ч/ мм}^2 \text{ (паспортные данные);}$$

$H_{B,i}$  – коэффициент восстановления деталей данного наименования.

Коэффициент восстановления деталей машин  $H_B$  [ ] изменяется в широком интервале в зависимости от марки трактора или автомобиля, кроме того в пределах одного наименования  $H_B$  может изменяться от 0,47 до 0,79 (для

полуоси) или от 0,54 до 0,9 (для головки цилиндров), что свидетельствует об большом варьировании данного параметра. Поэтому с учетом вышесказанного, а также учитывая неполный перечень приведенных в таблице [ ] деталей, мы вынуждены использовать средний коэффициент восстановления деталей для определенной марки машины, рассчитанного из данной таблицы:

$$H_B^{T-40} = 0,47;$$

$$H_B^{MT3-80,82} = 0,44;$$

$$H_B^{DT-75} = 0,42;$$

$$H_B^{T-150,150K} = 0,39;$$

$$H_B^{CK-5} = 0,37;$$

$$H_B^{KCK-100} = 0,34;$$

$$H_B^{DOH-1500} = 0,35;$$

$$H_B^{KamA3} = 0,5;$$

$$H_B^{GA3} = 0,54;$$

$$H_B^{3ИЛ} = 0,51;$$

$$H_B^{YA3} = 0,57;$$

$$T_{T-40} = 0 \times 307337 \times 0,00028 \times 0,47 = 0 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{MT3-80,82} = 3 \times 375480 \times 0,00028 \times 0,44 = 138 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{DT-75} = 1 \times 63849 \times 0,00028 \times 0,42 = 79 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{T-150} = 0 \times 719738 \times 0,00028 \times 0,39 = 0 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{T-150K} = 0 \times 572738 \times 0,00028 \times 0,39 = 0 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{CK-5} = 2 \times 707668 \times 0,00028 \times 0,37 = 146 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{DOH-1500} = 3 \times 1195195 \times 0,00028 \times 0,35 = 350 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{KCK-100} = 0 \times 224831 \times 0,00028 \times 0,34 = 0 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{KamA3} = 0 \times 191362 \times 0,00028 \times 0,5 = 0 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{GA3} = 0 \times 259545 \times 0,00028 \times 0,54 = 0 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{3ИЛ} = 1 \times 200738 \times 0,00028 \times 0,51 = 28 \text{ чел.-ч};$$

$$T_{у_{\text{АЗ}}} = 1 \times 105878 \times 0,00028 \times 0,57 = 17 \text{ чел.-ч.}$$

тогда суммарная трудоемкость будет равна:

$$T = 0 + 138 + 79 + 0 + 0 + 146 + 350 + 0 + 0 + 0 + 28 + 17 = 758 \text{ чел.-ч.}$$

Для увеличения трудоемкости работ и увеличения нагрузки по восстановлению деталей машин принимаем сторонние хозяйства и организаций, в размере 300 % от собственной трудоемкости.

$$T_{\text{стор}} = 3 \times 758 = 2274 \text{ чел.-ч.}$$

Общую трудоемкость участка:

$$T_{\text{уч}} = T + T_{\text{стор}}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{уч}} = 758 + 2274 = 3032 \text{ чел.-ч.}$$

### 2.3 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени

На ремонтных предприятиях, как правило, режим работы планируют по непрерывной рабочей неделе в одну смену. При пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями средняя продолжительность смены составляет от 8 ч.

Исходя из принятого режима работы предприятия по действующим нормативам, устанавливают номинальные и действительные фонды времени оборудования и рабочих. При пятидневной рабочей неделе номинальный фонд рабочего времени рассчитывается по формуле [ ]:

$$\Phi_{\text{н.р.}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{п}} - d_{\text{у}}) \times t_{\text{см}}, \quad (2.8)$$

где  $d_{\text{к}}$  - число календарных дней в году

$d_{\text{к}} = 365$  дней (в 2017 году);

$d_{\text{в}}$  - число выходных дней

$d_{\text{в}} = 104$  дня (в 2017 году);

$d_{\text{п}}$  - число праздничных дней

$d_{\text{п}} = 14$  дней (в 2017 году);

$d_{\text{у}}$  - количество дней не выхода на работу по уважительной причине

$d_{\text{у}} = 1$  день (по трудовому кодексу);

$t_{\text{см}}$  - продолжительность смены, ч.

$t_{\text{см}} = 8$  ч.

$$\Phi_{н.р} = (365 - 104 - 14 - 1) \times 8 = 1968 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочего определим по формуле [ 1 ]:

$$\Phi_{д.р} = \Phi_{н.р} \times \eta_p, \quad (2.9)$$

где  $\eta_p$  – коэффициент использования рабочего времени

$\eta_p = 0,88$  (таблица 28 [ 1 ]) для газозлектросварщика.

$$\Phi_{д.р} = 1968 \times 0,88 = 1732 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования находим по формуле [ 1 ]:

$$\Phi_{д.о.} = \Phi_{н.о.} \times \eta_o, \quad (2.10)$$

где  $\eta_o$  – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте

$\eta_o = 0,97$  (таблица 27 [ 1 ]) для сварочного и наплавочного оборудования.

Номинальные фонды времени при работе в одну смену по числовому значению совпадают, т.е.

$$\Phi_{н.о.} = \Phi_{н.р} \text{ тогда, } \Phi_{н.о.} = 1968 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{д.о.} = 1968 \times 0,97 = 1909 \text{ ч.}$$

## 2.4 Расчет штата участка

Численность основных производственных рабочих рассчитываем по формуле [ 1 ]:

$$P_{уч.яв.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{нр} \times k}, \quad (2.11)$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{др} \times k}, \quad (2.12)$$

где  $P_{уч.яв.}$ ,  $P_{уч.сп.}$  – явочное и списочное число рабочих, чел.;

$k$  – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки

$$k = 1,05 \dots 1,15 [ 1 ].$$

$$P_{уч.яв.} = \frac{1137}{1968 \times 1,05} = 0,55 \approx 1;$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{1137}{1732 \times 1,05} = 0,62 \approx 1.$$

Общее число производственных рабочих находят по формуле:

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{уч.сп}} + P_{\text{вс}}, \quad (2.13)$$

где  $P_{\text{вс}}$  – численность вспомогательных рабочих, чел.

Число вспомогательных рабочих определим по формуле [ ]:

$$P_{\text{вс}} = 0,1 \times P_{\text{уч.сп}}, \quad (2.14)$$

$$P_{\text{вс}} = 0,1 \times 1 = 0,1 \approx 0.$$

$$P_{\text{пр}} = 1 + 0 = 1.$$

Средний разряд производственных рабочих определим по формуле:

$$a_{\text{ср}} = \frac{P_1 + 2 \times P_2 + 3 \times P_3 + 4 \times P_4 + 5P_5 + 6P_6}{P_{\text{уч.сп}}}, \quad (2.15)$$

где  $P_1 \dots P_6$  численность рабочих по соответствующим разрядам в % от  $P_{\text{пр}}$  [ ].

$$P_1 = 4 \%;$$

$$P_2 = 9 \%;$$

$$P_3 = 36 \%;$$

$$P_4 = 41 \%;$$

$$P_5 = 7 \%;$$

$$P_6 = 3 \%.$$

$$a_{\text{ср}} = \frac{0,04 + 2 \times 0,09 + 3 \times 0,36 + 4 \times 0,41 + 5 \times 0,07 + 6 \times 0,03}{1} = 3,5 \approx 4.$$

Следовательно оператор сварочной установки должен иметь 4 разряд.

Общий штат участка определяют как по формуле [ ]:

$$P = P_{\text{пр}} + P_{\text{итр}} + P_{\text{сл}} + P_{\text{моп}}, \quad (2.16)$$

где  $P_{\text{итр}}$  - число инженерно-технических работников, чел.;

$P_{\text{сл}}$  - число служащих, чел.;

$P_{\text{моп}}$  – число младшего обслуживающего персонала, чел.

Число инженерно-технических работников найдем по формуле [ ]:

$$P_{\text{итр}} = 0,1 \times P_{\text{пр}}, \quad (2.17)$$

$$P_{\text{итр}} = 0,1 \times 1 = 0,1 \approx 0.$$

Число служащих рассчитаем по формуле [ ]:

$$P_{\text{сл}} = (0,02 \dots 0,03) \times P_{\text{пр}}, \quad (2.18)$$

$$P_{\text{сл}} = 0,03 \times 1 - 0,03 \approx 0.$$

Число младшего обслуживающего персонала составляет 2-4 % от общего числа производственных рабочих и находится по формуле [ ]:

$$P_{\text{моп}} = (0,02 \dots 0,04) \times P_{\text{пр}}, \quad (2.19)$$

$$P_{\text{сл}} = 0,04 \times 1 - 0,04 \approx 0.$$

тогда общий штат участка составит:

$$P = 1 + 0 + 0 + 0 = 1.$$

## 2.5 Расчет и подбор основного технологического оборудования

Число единиц сварного и наплавочного оборудования определяем по методике, учитывающей трудоемкость работ и фонд рабочего времени [ ]:

$$S = \frac{T_{\text{уч}}}{\Phi_{\text{д.о}}}, \quad (2.20)$$

$$S = \frac{1137}{1909} = 0,59.$$

Принимаем 1 единицу сварочно-наплавочной установки. Подбираем установку для наплавки типа 01-11-022.

## 2.6 Расчет площади участка восстановления

Площади производственных участков определяют тремя методами: графическим – расстановкой оборудования на технологической планировке; расчетным – по удельным площадям на станок или единицу другого оборудования, на одного рабочего, на одно рабочее место или единицу ремонта; расчетным – по площади, занимаемой оборудованием и переходным коэффициентом.

Определение площадей расстановкой макетов оборудования в масштабе на чертеже технологической планировки участков – наиболее точный, но трудоемкий способ. При расчете производственных площадей участков по

площади, занимаемый оборудованием, машинами и переходным коэффициентом пользуются формулой [ 1 ]:

$$F_n = \Sigma F_o \times \delta, \quad (2.21)$$

где  $\Sigma F_o$  – суммарная площадь, занимаемая оборудованием,  $m^2$ ;

$\delta$  – переходный коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

$$\delta = 4,0 \dots 5,5 [ 1 ].$$

Шкафы для инструментов берем с расчетом один шкаф на один станок. Также подбираем стеллаж, дефектовочный стол. Для обеспечения пневмопривода установки сжатым воздухом устанавливаем на участке воздушный поршневой компрессор СО-75 и 2 баллона-ресивера. Для очистки деталей устанавливаем моечную машину ОМ-5300. Данные расчетов заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Сводные данные по расчету площади участка.

| №<br>п/п | Наименование и<br>марка оборудования                                             | Размеры<br>оборудования,<br>мм × мм | Кол-во,<br>шт. | Площадь, $m^2$ |       |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|-------|
|          |                                                                                  |                                     |                | Ед.            | всего |
| 1        | Установка для<br>электроконтактной<br>приварки ленты<br>01.11-022<br>«Ремдеталь» | 1960 × 1200                         | 1              | 2,35           | 2,35  |
| 2        | Шкаф для<br>инструментов и<br>материалов                                         | 1400 × 450                          | 1              | 0,63           | 0,63  |
| 3        | Стеллаж секционный                                                               | 1400 × 500                          | 1              | 0,7            | 0,7   |
| 4        | Дефектовочный стол<br>ОРГ-1468-01-090А                                           | 1200 × 800                          | 1              | 0,96           | 0,96  |
| 5        | Ящик для песка                                                                   | 500 × 500                           | 1              | 0,25           | 0,25  |
| 6        | Консольно-<br>поворотный кран                                                    | R = 3200                            | 1              | 9,82           | 9,82  |

|   |                                          |          |   |       |       |
|---|------------------------------------------|----------|---|-------|-------|
|   | 1A0,5-2,5-6-220<br>ГОСТ 19811- 90        |          |   |       |       |
| 7 | Компрессор                               | 650×500  | 1 | 0,33  |       |
| 8 | Баллон-ресивер                           | Ø 200    | 2 | 0,13  | 0,26  |
| 9 | Ванна моечная<br>передвижная ОМ-<br>1316 | 1142×615 | 1 | 0,7   | 0,7   |
|   | Итого:                                   | -        | - | 15,87 | 16,00 |

рассчитываем площадь для участка восстановления:

$$\Sigma F_o = 16 \text{ м}^2$$

$$F_n = 16 \times (4,0 \dots 4,5) = 64 \dots 72 \text{ м}^2.$$

Участок восстановления предполагается спроектировать в здании центральной ремонтной мастерской. Стандартная ширина участков мастерской 6 м.

Определяем расчетную длину участка:

$$L = \frac{F_n}{B}, \quad (2.22)$$

где B – ширина участка.

$$L = \frac{72}{6} = 12 \text{ м}.$$



### **3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ВАЛА ТРАКТОРА Т-150**

#### **3.1 Выбор и обоснование номенклатуры восстанавливаемых деталей**

Номенклатура восстанавливаемых деталей разрабатывается по ОСТ 70.0001.058-74 по машине одной марки в целом или отдельно на составные ее части, например двигатель. Номенклатуру восстановления также можно разрабатывать для машин нескольких модификаций.

Выбор номенклатуры зависит от двух факторов: технических требований на ремонт машин и требований на дефектацию деталей. В номенклатуру включаются детали, которые на основании дефектации отнесены к группе деталей требующих восстановления, а по техническим требованиям на ремонт к восстанавливаемым.

В номенклатуру восстановления включают только те детали, ремонт и восстановление которых технически возможен и экономически оправдан.

#### **3.2 Обоснование и выбор рационального способа восстановления детали**

На участке восстановления могут восстанавливаться шлицевые поверхности валов. Кроме этого для увеличения ремонтной программы цеха и более рационального использования установки, устройство разработанной в 3 разделе дипломного проекта конструкции позволяет путем замены сварочного ролика восстанавливать многие детали цилиндрической формы.

Для устранения каждого дефекта должен быть выбран способ, технически обоснованный и экономически целесообразный, т.е. способ позволяющий устранить дефект при наименьших материальных и трудовых затратах. При этом

должна обеспечиваться работоспособность восстанавливаемой поверхности до уровня не ниже 80 % от установленного для новой.

Рациональный способ восстановления деталей определяют пользуясь критериями: технологическим (применяемости), техническим (долговечности) и технико - экономическим.

Технологический критерий характеризует принципиальную возможность применения нескольких способов восстановления, исходя из конструктивно -технических особенностей детали. По данному критерию для восстановления изношенной резьбы вала промежуточного трактора Т-150 можно применить два наиболее распространенных способа восстановления резьб: механизированную наплавку в среде углекислого газа или вибродуговую наплавку. Изношенные поверхности под подшипники можно восстановить следующими способами: обработкой под ремонтный размер; постановкой дополнительной ремонтной детали; пластическим деформированием; наплавкой; электроконтактной приваркой ленты; использованием гальванических покрытий и полимерных материалов. Изношенные боковые поверхности шлицев можно восстановить ручной или механизированной дуговой наплавкой; пластическим деформированием; электроконтактной наплавкой с одновременной осадкой; заменой шлицевой части детали.

Для выбора наиболее рационального способа восстановления каждой из поверхностей необходимо применить два последующих критерия.

Технический критерий оценивает каждый способ, выбранный по технологическому признаку, с точки зрения восстановления свойств поверхностей, т.е. обеспечения работоспособности за счет достаточной твердости, износостойкости и сцепляемости покрытия восстановленной детали. Для каждого выбранного способа дается комплексная качественная оценка по значению коэффициента долговечности  $K_d$ , определяемого по формуле [ ]:

$$K_d = K_i \times K_v \times K_c \times K_{\pi} \quad (3.1)$$

где:  $K_i$ ,  $K_v$ ,  $K_c$ , – соответственно коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий

$K_n$  – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации

Рассмотрим поверхность с изношенной резьбой

Для наплавки в среде углекислого газа:

$$K_d = 0,63 [ \quad ].$$

Для вибродуговой наплавки:

$$K_d = 0,62 [ \quad ].$$

Рассмотрим поверхности под подшипники

Технический критерий трудно рассматривать с помощью коэффициента долговечности, так как для некоторых способов восстановления не приводится его значение. В данном случае наиболее рационально будет применить электроконтактную приварку стальной ленты. Достоинством этого способа является возможность получения наваренных слоев с заданными трибологическими свойствами. Это дает возможность повысить износостойкость и коррозионную стойкость деталей в несколько раз.

Рассмотрим изношенную боковую поверхность шлицев. В данном случае при оценке коэффициента долговечности пластическое деформирование и электроконтактную наплавку с одновременной осадкой будем рассматривать как идентичные способы восстановления, для которых данный коэффициент имеет одинаковое значение. Это связано с тем, что электроконтактная наплавка с одновременной осадкой является разновидностью пластической деформации. При данных способах размер боковых поверхностей шлицев, увеличивается за счет раздачи.

Коэффициент долговечности при всех способах ручной дуговой наплавки изменяется в пределах  $K_d = 0,42 \dots 0,49 [ \quad ]$ . При механизированной наплавке  $K_d = 0,62 \dots 0,79 [ \quad ]$ . При пластическом деформировании  $K_d = 0,90 [ \quad ]$ . Кроме большой разницы в коэффициенте долговечности, пластическая деформация выгодно отличается от всех методов наплавки тем, что при это

вал не деформируется и не происходит термического влияния на соседние с ним участки.

Окончательным критерием выбора является технико-экономический критерий, который связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью. Критерий оценивают по коэффициенту технико-экономической эффективности  $K_T$ .

Для наплавки в среде углекислого газа:

$$K_T = 72,2 \text{ руб/м}^2 [ \quad ].$$

Для вибродуговой наплавки:

$$K_T = 83,8 \text{ руб/м}^2 [ \quad ].$$

Коэффициент технико-экономической эффективности при всех способах ручной дуговой наплавки изменяется в пределах  $K_T = 187,0 \dots 238,0 \text{ руб/м}^2 [ \quad ]$ . При механизированной наплавке  $K_d = 61,5 \dots 83,8 \text{ руб/м}^2 [ \quad ]$ . При пластическом деформировании  $K_T = 65,2 \text{ руб/м}^2 [ \quad ]$ .

Анализируя рассмотренные критерии и принимая во внимание все выше сказанное для восстановления резьбы принимаем вибродуговую наплавку наплавочной проволокой 1,8 Нп-50 ГОСТ 10543-63, с последующим нарезанием новой резьбы. Для восстановления шеек вала под подшипник применяем электроконтактную приварку ленты. Для восстановления шлицев применим технологию горячей пластической деформации, хотя по экономическому критерию коэффициент технико-экономической эффективности выше на 3,7 руб. по сравнению с наплавкой под слоем флюса. Но совмещение способов электроконтактной приварки ленты и горячей пластической деформации при восстановлении одной детали дает нам возможность использовать для двух разных методов одну установку, применив конструкцию разработанную в 4 разделе дипломного проекта.

### **3.3 Маршрутная технология восстановления детали**

#### **3.3.1 Выбор оборудования**

В пункте 3.2 был проведен подбор наиболее рационального способа восстановления изношенных поверхностей. Для электроконтактной приварки стальной ленты на опорные шейки вала под подшипники выбираем установку

01.11-022 „Ремдеталь”. Как было предусмотрено в пункте 3.2, для технологии горячей пластической деформации шлицев применяем эту же установку. Для того чтобы обеспечить возможность совмещения двух разных технологических процесса с помощью одной установки, предварительно устанавливаем поворотную сварочную головку лист 4, разработанную в разделе 4 выпускной работы. При приварке стальной ленты будет использован цилиндрический ролик, при восстановлении шлицев конический.

Для наплавки изношенной резьбы виброконтактным способом применим станок токарно-винторезный 1К62 и наплавочную головку ОКС-1252М (ГМВК-2). Данный станок имеется в центральной ремонтной мастерской хозяйства на станочном участке, т.е. установка дополнительного станка на участке по восстановлению деталей не планируется.

### 3.3.2 Выбор режима пластической деформации

Перед процессом пластической деформации деталь предварительно очищают в моечной машине ОМ-5300 и обезжиривают поверхности шлицев для обеспечения наилучшего токоподвода. После этого деталь закрепляют в патроне установки. При этом необходимо строго соблюдать параллельность боковых поверхностей восстанавливаемых шлицев относительно вертикальной плоскости. Затем ролик сварочной головки поворачивают так, чтобы его боковые грани были параллельны плоскости нормальной к образующей детали. С помощью механизма вертикального перемещения клещевин подводят ролики до соприкосновения со шлицами. Далее одновременно включают пневмопривод и сварочный ток и продольным перемещением ролика вдоль детали раздают шлиц на всю длину. При этом нагрев детали осуществляется с электроконтактным способом с помощью сварочного ролика. После процесса пластической деформации боковые размеры шлицев фрезеруются фрезой по типу 2240-0206 ГОСТ 3755-69 до размера  $10_{-0,120}^{-0,060}$  мм.

Ориентировочный режим горячей пластической деформации шлицев с наружным диаметром  $\varnothing 65$  мм, высотой 7 мм и длиной 376 мм. следующий:

- 1) род тока – переменный;
- 2) сила тока - 8 кА;
- 3) напряжение - 5 В;
- 4) степень трансформации - 3;
- 5) температура нагрева детали – 850...900 °С;
- 6) усилие сжатия роликов – 3000 Н;
- 7) заглубление ролика – 2 мм;
- 8) продольная подача – 500 мм/мин;
- 9) расход охлаждающей жидкости – 2 л/мин.

### 3.3.3 Расчет режимов и норм времени на приварочную операцию

Толщина привариваемой ленты:

$$h = \bar{b} + \Pi, \quad (3.2)$$

где  $\Pi$  - припуск на механическую обработку на сторону, мм.

$$\Pi = 0,2 \dots 0,5 \text{ мм};$$

$\bar{b}$  – величина износа на сторону, мм

$$\bar{b} = 0,017 \text{ мм (максимально допустимый износ для поверхности 2),}$$

т.е. 0,0085 мм на сторону.

$$h = 0,0085 + 0,4 = 0,4085 \text{ мм.}$$

принимая стандартную толщину ленты 0,5 мм.

Определим расход ленты:

$$Q = l \times b \times h \times \gamma \times N, \quad (3.3)$$

где  $l$  – длина ленты, см;

$b$  – ширина ленты, см

$$b = 3,5 \text{ см};$$

$\gamma$  – плотность стали, г/см<sup>3</sup>

$$\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3;$$

$N$  – количество наплавляемых поясков

$$N = 1.$$

Длина ленты находится по формуле:

$$l = \pi \times D, \quad (3.4)$$

где  $D$  – диаметр вала, см

$$D = 4,5 \text{ см}$$

$$l = \pi \times 4,5 = 14,14 \text{ см}$$

$$Q = 14,14 \times 3,5 \times 0,05 \times 7,8 \times 1 = 19,3 \text{ гр.}$$

Определим частоту вращения детали при приварке ленты:

$$n_d = \frac{V_d \times 1000}{\pi \times D_d}, \quad (3.5)$$

где  $V_d$  - окружная скорость, м/мин;

$D_d$  – диаметр наплавляемой поверхности, мм;

Окружная скорость должна находиться в пределах 0,60...1,35 м/мин

$$n_{d\min} = \frac{0,60 \times 1000}{\pi \times 45} = 4,24 \text{ мин}^{-1}$$
$$n_{d\max} = \frac{1,35 \times 1000}{\pi \times 45} = 9,55 \text{ мин}^{-1}$$

По паспортным данным установки 01.11-022 «Ремдеталь»  $n_d = 1,1; 1,61; 2,57; 4,0; 6,3; 10,0$ .

Принимаем частоту вращения из стандартного ряда  $n_d = 6,3 \text{ мин}^{-1}$

Фактическая окружная скорость детали:

$$V_d = \frac{\pi \times D_d \times n_d}{1000}, \quad (3.6)$$
$$V_d = \frac{\pi \times 45 \times 6,3}{1000} = 0,89 \text{ м/мин.}$$

Скорость приварки ленты к валу:

$$V_H = \frac{\pi \times D_n \times n_d \times 60}{1000}, \quad (3.7)$$

где  $D_n$  – диаметр привариваемой поверхности, мм;

$n_d$  – частота вращения детали,  $\text{мин}^{-1}$ .

Диаметр привариваемой поверхности:

$$D_n = D_d + 2 \times h, \quad (3.8)$$

$$D_n = 45 + 2 \times 0,5 = 46 \text{ мм}$$

$$V_H = \frac{\pi \times 46 \times 6,3 \times 60}{1000} = 54,62 \text{ м/ч.}$$

Сила сварочного тока:

$$J = 2,2 \times \sqrt[3]{D_d}, \quad (3.9)$$

$$J = 2,2 \times \sqrt[3]{46} = 7,88 \text{ кА.}$$

Определяем продолжительность импульсов и пауз:

$$\frac{t_{им}}{t_{им} + t_{п}} = 0,45, \quad (3.10)$$

где  $t_{им}=0,08$  с продолжительность импульсов, с

$t_{им}=0,08$  с [ ];

$t_{п}$  – продолжительность пауз, с.

$$t_{п} = \frac{t_{им}}{0,45} - t_{им}, \quad (3.11)$$

$$t_{п} = \frac{0,08}{0,45} - 0,08 = 0,1 \text{с}$$

Расход охлаждающей жидкости  $Q_{ж}=1,5$  л/мин [ ].

Основное время приварки:

$$T_0 = \frac{B \times i}{n_d \times S}, \quad (3.12)$$

где  $B$  – ширина привариваемой ленты, мм;

$i$  – число проходов;

$S$  – продольная подача, мм/об

$S = 3 \dots 4$  мм/об [ ].

Стандартный ряд продольных подач по паспорту установки  $S = 1,94; 2,76; 3,98; 5,52; 7,96$  мм/об.

принимаем  $S = 3,98$  мм/об.

$$T_0 = \frac{35 \times 1}{6,3 \times 3,98} = 1,39 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время  $T_v$  принимают равным 0,9 мин. на один проход.

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_0 + T_v, \quad (3.13)$$

$$T_{оп} = 1,39 + 0,9 = 2,29 \text{ мин.}$$

Дополнительное время:



$$T_{\text{доп}} = \frac{T_{\text{оп}} \times k}{100}, \quad (3.14)$$

где  $k$  - % дополнительного времени к оперативному.

$$k = 15\% [ \quad ].$$

$$T_{\text{доп}} = \frac{2,29 \times 15}{100} = 0,34 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{\text{пз}}$  найденное методом выборочного хронометража составляет 16 мин.

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + T_{\text{доп}}, \quad (3.15)$$

$$T_{\text{шт}} = 1,39 + 0,9 + 0,34 = 2,63 \text{ мин.}$$

Определяем время (нормированное) для всей операции:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}, \quad (3.16)$$

$$T_{\text{н}} = 2,63 + 16 = 18,63 \text{ мин.}$$

### 3.3.4 Расчет режимов и норм времени на шлифование

Для шлифования шейки вала выбираем круг шлифовальный  
 ПП  $\times 600 \times 32 \times 305$  Э2 Б ГОСТ 2424-67 32-40 С1-С2 ГОСТ 4785-64.

Определяем частоту вращения шлифовального круга  $n_k$ :

$$n_k = \frac{V_k \times 1000 \times 60}{\pi \times D_k}, \quad (3.17)$$

где  $V_k$  - окружная скорость круга, м/с;

$D_k$  - диаметр круга, мм.

$$V_k = 35 \text{ м/с}$$

$$D_k = 600 \text{ мм.}$$

$$n_k = \frac{35 \times 1000 \times 60}{\pi \times 600} = 1114,085 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту круглошлифовального станка 3151 выбираем  $n_k = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

Определяем фактическую скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \times D_k \times n_k}{1000 \times 60}, \quad (3.18)$$

$$V_k = \frac{\pi \times 600 \times 1000}{1000 \times 60} = 31,4 \text{ м/с.}$$

Определяем частоту вращения детали  $n_d$ :

$$n_d = \frac{V_d \times 1000}{\pi \times D_d}, \quad (3.19)$$

где  $V_d$  - окружная скорость вращения детали, м/с.

$$V_d = 15-25 \text{ м/мин [ ]};$$

$D_d$  - диаметр обрабатываемой детали, мм.

$$n_d = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 45} = 141,48 \text{ об/мин}$$

Стандартное значение для станка 3151  $n_d = 150 \text{ мин}^{-1}$  [ ].

Фактическая скорость вращения детали:

$$V_d = \frac{\pi \times D_d \times n_d}{1000}, \quad (3.20)$$

$$V_d = \frac{\pi \times 45 \times 150}{1000} = 21,2 \text{ м/мин.}$$

При шлифовании припуск на обработку распределяется следующим образом: 60-80 % - на черновое шлифование, 20-40% - на чистовое шлифование

(страница 118 /6/).

$$h_{\text{черн}} = 0,3 \text{ мм}$$

$$h_{\text{чист}} = 0,1 \text{ мм.}$$

При черновом шлифовании поперечная подача  $S_{\text{поп}}^{\text{черн}} = 0,030 \text{ мм [ ]}$ .

При чистовом шлифовании поперечная подача  $S_{\text{поп}}^{\text{чист}} = 0,005 - 0,01 \text{ мм}$ .

Продольная подача при каждом виде шлифования:

$$S_{\text{пр}}^i = B_k \times \beta^i, \quad (3.21)$$

где  $B_k$  - ширина шлифовального круга, мм;

$\beta^i$  - продольная подача при соответствующем виде шлифования в долях ширины круга

$$\beta^{\text{черн}} = 0,35 [ \quad ];$$

$$\beta^{\text{чист}} = 0,2-0,3 [ \quad ].$$

$$S_{\text{пр}}^{\text{черн}} = 32 \times 0,35 = 11,2 \text{ мм/об};$$

$$S_{\text{пр}}^{\text{чист}} = 32 \times 0,25 = 8 \text{ мм/об}.$$

Число проходов при каждом виде шлифования:

$$n_i = \frac{h_i}{S_{\text{поп}}^i} \quad (3.22)$$

где  $h_i$  – припуск на соответствующий вид шлифования, мм.

$S_{\text{поп}}^i$  – поперечная подача при соответствующем виде шлифования, мм.

$$n_{\text{черн}} = \frac{0,3}{0,03} = 10 ;$$

$$n_{\text{чист}} = \frac{0,1}{0,01} = 10 .$$

Основное время на шлифование:

$$T_o = T_o^{\text{черн}} + T_o^{\text{чист}}, \quad (3.23)$$

где  $T_o^{\text{черн}}$  - основное время на черновое шлифование, мин;

$T_o^{\text{чист}}$  - основное время на чистовое шлифование, мин.

Основное время соответствующего вида шлифования шейки:

$$T_o^i = \frac{L \times n_i}{n_d \times S_{\text{пр}}^i} \times K_3, \quad (3.24)$$

где  $L$  - длина обрабатываемой детали, мм;

$n_i$  - число проходов при соответствующем виде шлифования;

$K_3$  - коэффициент зачистных ходов;

$$K_3 = 1,2-1,7 [ \quad ].$$

$$T_o^{\text{черн}} = \frac{35 \times 10}{150 \times 11,2} \times 1,2 = 0,25 \text{ мин},$$

$$T_o^{\text{чист}} = \frac{35 \times 10}{150 \times 8} \times 1,7 = 0,5 \text{ мин.},$$

$$T_o = 0,25 + 0,5 = 0,75 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_v = T_{v_1} + T_{v_2} \times n, \quad (3.25)$$

где  $T_{v_1}$  - вспомогательное время на установку и снятие детали в 3-х кулачковом патроне

$$T_{v_1} = 1 \text{ мин. [ ]};$$

$T_{v_2}$  - вспомогательное время связанное с проходом

$$T_{v_2} = 1 \text{ мин.};$$

$n$  - общее число проходов

$$T_v = 1 + 1 \times 20 = 21 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (3.26)$$

$$T_{оп} = 0,75 + 21 = 21,75 \text{ мин.}$$

Дополнительное время:

$$T_{доп} = \frac{K \times T_{оп}}{100}, \quad (3.27)$$

где  $K$  – процент дополнительного времени к оперативному, %.

$$K = 9\% [ ].$$

$$T_{доп} = \frac{9 \times 21,75}{100} = 1,96 \text{ мин.}$$

Подготовительно – заключительное время  $T_{пз} = 10 \text{ мин [ ]}$ .

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{доп}, \quad (3.28)$$

$$T_{шт} = 0,75 + 21 + 1,96 = 23,71 \text{ мин.}$$

Определяем время (нормированное) для всей операции:

$$T_n = T_{шт} + T_{пз}, \quad (3.29)$$

$$T_n = 23,71 + 10 = 33,71 \text{ мин.}$$

## 4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПОВОРОТНОЙ СВАРОЧНОЙ ГОЛОВКИ

### 4.3 Устройство и принцип работы конструкции

Устройство содержит корпус 8 (рисунок 4.1) с роликовым электродом 12, установленном на оси 10 с возможностью свободного вращения. Ролик от осевого перемещения с одной стороны фиксируется выступом оси, а с другой прижимной шайбой 22 и стопорным кольцом 7. Торцы оси выполнены в виде сегментов и размещены в кольцевом направляющем пазу корпуса 8, с возможностью вращения по окружности. Снизу ось поддерживается крышкой 9, которая крепится к корпусу с помощью болтов 13.

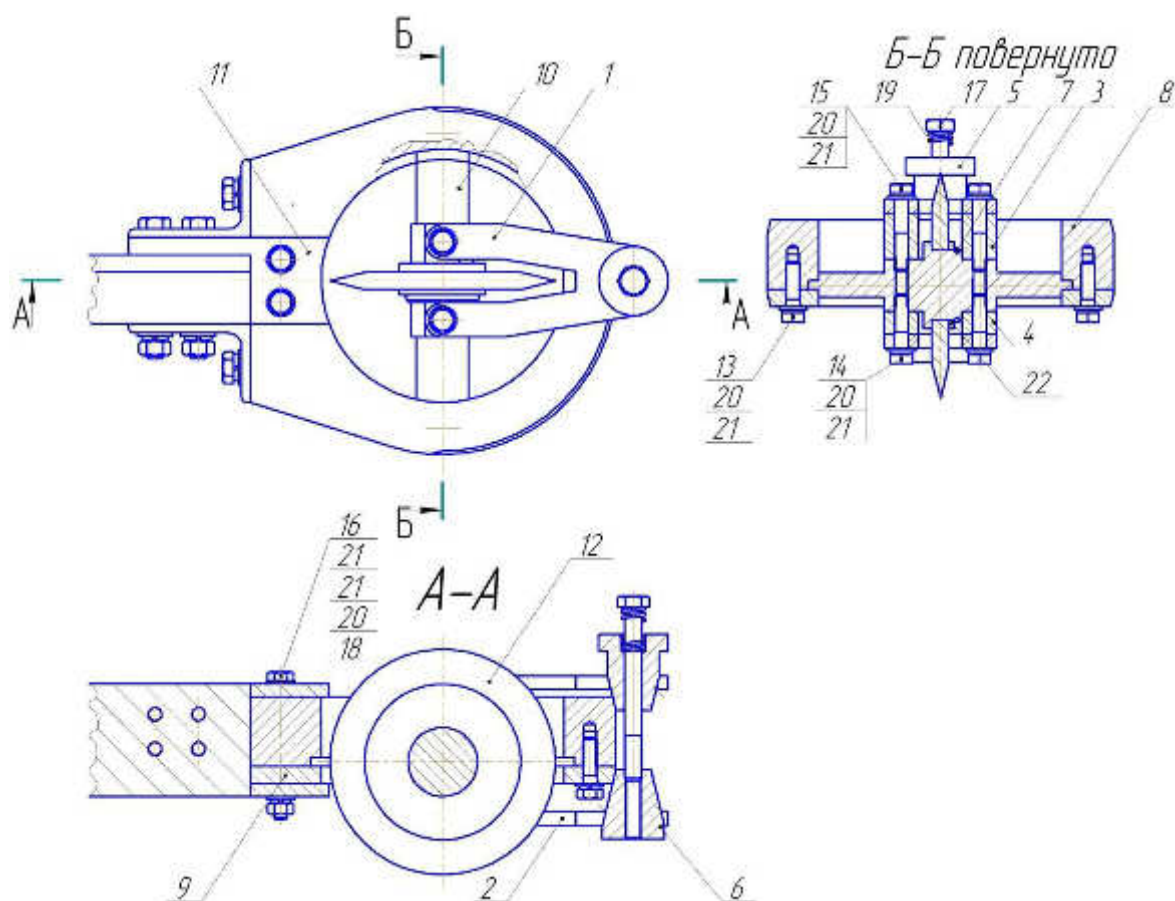


Рисунок 4.1 - Поворотная сварочная головка.

Механизм поворота и фиксации роликового электрода выполнен в виде двух вилок, верхней 1 и нижней 2. Разветвленные концы вилок жестко закреплены на оси при помощи болтов 14, 15 и цилиндрических втулок 3 и 4.

Другие концы вилок выполнены с коническими отверстиями. В этих отверстиях размещены конические втулки 5 и 6, контактирующие с наружным кольцевым коническим выступом на корпусе и крышке. Верхняя коническая втулка выполнена со ступенчатым сквозным отверстием. Верхнее отверстие является направляющим для пружины 19, вставленной во втулку. Через сквозное отверстие верхней конической втулки проходит болт 17, резьбовая часть которого ввинчена в соответствующее резьбовое отверстие нижней конической втулки. Один конец пружины 19 упирается в головку болта 17, а другой в торец первой ступени сквозного отверстия втулки 5. При этом обеспечивается подпружинивание втулок навстречу друг другу и прижатие их к коническим выступам корпуса и крышки. Токоподвод осуществляется с помощью медной пластины 11, которая крепится к корпусу с помощью болта 16 и гайки 18. К сварочным клещевинам головка крепится с помощью неравнополочных уголков 17 и болтов 6 и 7.

Устройство работает следующим образом.

При восстановлении шлицевых валов, обрабатываемая деталь устанавливается в патроне установки. Конический роликовый электрод устанавливают параллельно оси симметрии вала. Для этого необходимо поднять верхнюю коническую втулку, сжимая при этом пружину, которая рассчитана на максимальное усилие сжатия в 70 Н., и слегка нажать на головку болта 19 вниз. После этого вилки получают возможность свободно вращаться вместе с осью по окружности. Повернув вилки вместе с роликовым электродом на заданный угол, опускают верхнюю коническую втулку в исходное положение. После этого пружина раздвигается, поджимая втулки с вилками навстречу друг другу и фиксирует их, а соответственно и электрод относительно корпуса. Кроме этого ось установлена в корпусе с помощью переходной посадки, за счет чего фиксация увеличивается. Далее осуществляется процесс горячей пластической деформации.

При необходимости наплавки круглых поверхностей конический ролик заменяют круглым и устанавливают его на необходимый угол с помощью

методики описанной выше. Если угол установки ролика по отношению к плоскости нормальной к образующей детали не равен 0, то отпадает необходимость применения ручного привода перемещения сварочной тележки.

Потому что в данном случае возникает сила трения роликовых электродов с деталью, имеющая как радиальную составляющую, обеспечивающую вращении роликовых электродов вокруг собственной оси, так и продольную составляющую движения. Результирующее движение электродов - обкатка детали по спирали.

#### 4.4 Расчет элементов конструкции

##### 4.4.1 Подбор пружины

Определим диаметр проволоки по формуле [ 1 ]:

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{F_{\text{пред}} \times c \times k}{[\tau]}}, \quad (4.1)$$

где:  $F_{\text{пред}}$  - предельное усилие пружины, Н;

$c$  - индекс пружины

$c = 4 \dots 12$  [ 1 ];

$k$  - коэффициент, учитывающий кривизну витков;

$[\tau]$  - допустимые напряжения кручения

$[\tau] = 750$  МПа [ 1 ].

Предельное усилие пружины принимаем = 70 Н, исходя из физиологических возможностей оператора.

Коэффициент, учитывающий кривизну витков определим по формуле [ 1 ]:

$$k = \frac{4 \times c + 2}{4 \times c - 3}, \quad (4.2)$$

$$k = \frac{4 \times 10 + 2}{4 \times 10 - 3} = 1,13.$$

тогда диаметр проволоки будет равен:

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{70 \times 10 \times 1,3}{750}} = 1,64 \text{ мм},$$

принимаем стандартный диаметр проволоки  $d = 1,7 \text{ мм}$  [ 1 ].

Определим необходимое количество рабочих витков по формуле [ 1 ]:

$$z_p = \frac{G \times d^4 \times \hat{\lambda}}{8 \times F_{\text{пред}} \times D^3}, \quad (4.3)$$

где:  $G$  - модуль упругости при кручении

$$G = 8 \times 10^4 \text{ МПа [ 1 ]}$$

$\hat{\lambda}$  - деформация пружины (по конструктивным особенностям устройства принимаем  $\hat{\lambda} = 10 \text{ мм}$ );

$D$  - средний диаметр пружины (по конструктивным особенностям устройства принимаем  $D = 12 \text{ мм}$ ).

тогда рабочее число витков будет равно:

$$z_p = \frac{8 \times 10^4 \times 1,7 \times 10}{8 \times 70 \times 12^3} = 6,9,$$

принимаем  $z_p = 7 \text{ шт.}$

Определим полное число витков по формуле [ 1 ]:

$$z = z_p + 2, \quad (4.4)$$

$$z = 7 + 2 = 9 \text{ шт.}$$

Определим шаг навивки пружины по формуле [ 1 ]:

$$P = \frac{\hat{\lambda}}{z_p} + d + \Delta, \quad (4.5)$$

где:  $\Delta$  - межвитковый зазор при действии нагрузки  $F_{\text{max}}$  ( $\Delta = 0,1 \times d$ ), мм.

$$P = \frac{10}{7} + 1,7 + 0,1 \times 1,7 = 3,29 \text{ мм.}$$



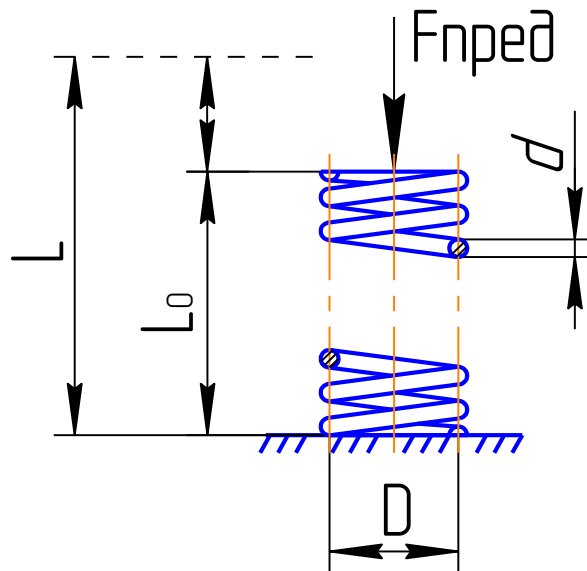


Рисунок 4.2 - Схема расчета пружины.

Определим длину сжатой пружины по формуле [ 3 ]:

$$L = (z - 0,5) \times d, \quad (4.6)$$

$$L = (9 - 0,5) \times 1,7 = 14,45 \text{ мм.}$$

Определим длину ненагруженной пружины по формуле [3]:

$$L_0 = L + z_p \times (p - d), \quad (4.7)$$

$$L_0 = 14,45 + 7 \times (3,29 - 1,7) = 25,58 \text{ мм.}$$

#### 4.4.2 Расчет болтов крепления сварочной головки к клещевине

Определим нагрузочное действие на один болт.

При действии силы, которая сдвигает детали в стыке, приложенную силу  $F$  заменяют силой, приложенной к центру тяжести сечения стыка и моментом  $T$ ,

которые стремятся сдвинуть и повернуть установку. Полагаем, что сила  $F$  (рисунок 3.2) распределяется между болтами равномерно.

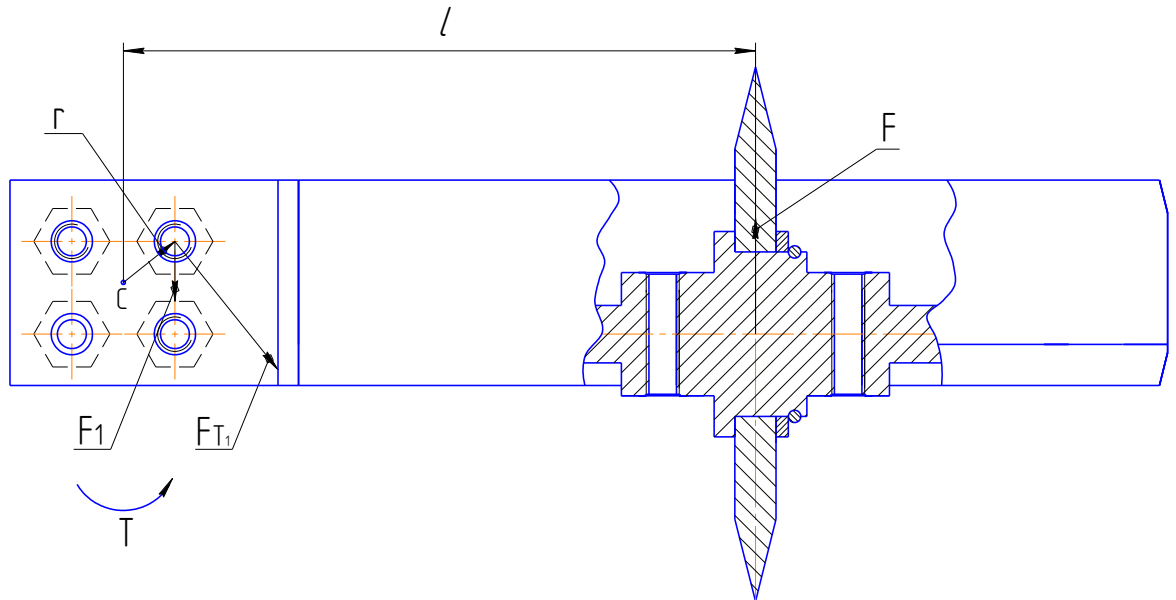


Рисунок 4.3 - Схема расчета болтов крепления.

Тогда усилие, которое приходится на один болт определим по формуле:

$$F_1 = \frac{F}{z_6}, \quad (4.8)$$

где:  $z_6$  – количество болтов, шт.

$$F_1 = \frac{3000}{4} = 750 \text{ кН.}$$

Определим нагрузку от момента Т.

Наиболее нагруженным будет болт, который наиболее удален от центра тяжести стыка. В нашем случае стык имеет прямоугольную форму. а болты равноудалены от точки С на расстояние  $r = 0,015 \text{ м}$ .

Нагрузка от момента Т:

$$F_{T_1} = \frac{T \times r}{\sum_1 z \times r^2}, \quad (4.9)$$

Момент определим по формуле (1.10):

$$T = F \times l, \quad (4.10)$$

где:  $l$  - расстояние от точки приложения силы до точки С ( $l = 0,155 \text{ м}$ ).

$$T = 3000 \times 0,155 = 465,00 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Тогда усилие от момента будет равно:

$$F_{T_1} = \frac{465,00 \times 0,015}{4 \times 0,015^2} = 7750,00 \text{ Н.}$$

Сила  $F_{T_1}$  направлена перпендикулярно радиусу, тогда результирующая сила, действующая на один болт будет равна по теореме косинусов (рисунок 3.3):

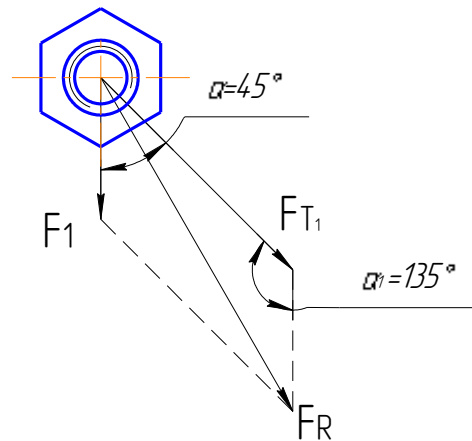


Рисунок 4.4 - Схема определения результирующей силы, действующей на один болт.

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_{T_1}^2 - 2 \times F_1 \times F_{T_1} \times \cos \alpha_1}, \quad (4.11)$$

$$F_R = \sqrt{750^2 + 7750^2 - 2 \times 750 \times 7750 \times \cos 135^\circ} = 8297,29 \text{ Н.}$$

Определим диаметр болта.

Диаметр болта установленного под развертку (без зазора) определим из условия прочности на срез по формуле [ 1 ]:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \times F_R}{\pi \times z_{\text{ср}} \times [\tau_{\text{ср}}]}}, \quad (4.12)$$

где:  $z_{\text{ср}}$  - количество стыков, шт.;

$[\tau_{\text{ср}}]$  - напряжение среза, МПа.

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,3 \times \sigma_T, \quad (4.13)$$

где:  $\sigma_T$  - предел текучести, МПа

$$\sigma_T = 200 \text{ МПа [ 1 ]}$$

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,3 \times 200 = 60 \text{ МПа.}$$

Тогда:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \times 8297,29}{\pi \times 2 \times 60}} = 9,38 \text{ мм.}$$

Принимаем болты с диаметром гладкой части  $d_0 = 10 \text{ мм.}$  и резьбой М10.

#### 4.4.3 Расчет оси

Расчет на срез опорных поверхностей.

Для расчета на срез опорных поверхностей воспользуемся схемой расчета (рисунок 3.4).

Напряжение среза:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{лср}}}{A}, \quad (4.14)$$

где:  $F_{\text{лср}}$  - усилие среза на одну опору, Н;

$A$  - площадь среза,  $\text{мм}^2$

$$F_{\text{лср}} = \frac{F}{n}, \quad (4.15)$$

где:  $n$  – количество опорных поверхностей, шт.

$$F_{\text{лср}} = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ Н.}$$

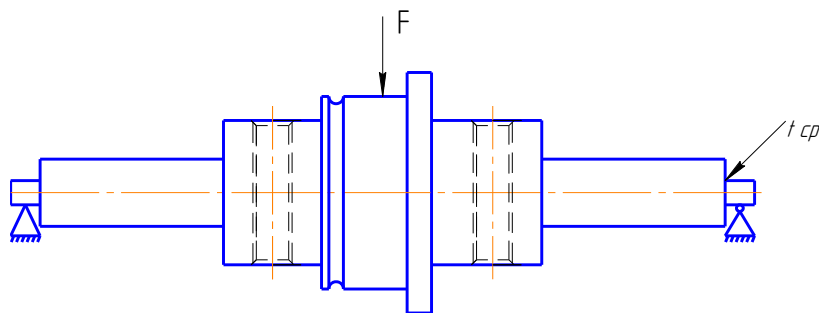


Рисунок 4.5 - Схема расчета опорных поверхностей на срез.

Площадь среза:

$$A = a \times b, \quad (4.16)$$

где:  $a$  - ширина площади среза, мм.;

$b$  - высота площади среза, мм.

$$A = 30 \times 5 = 150 \text{ мм}^2;$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{1500}{150} = 10 \text{ МПа.}$$

Для БрБ2  $[\tau_{\text{ср}}] = 15,00 \text{ МПа}$  (таблица 12.2 /3/ ).

Определим запас прочности:

$$k = \frac{[\tau_{\text{ср}}]}{\tau_{\text{ср}}}, \quad (4.17)$$

$$k = \frac{15,00}{10} = 1,5.$$

Запас прочности обеспечен.

Расчет оси на изгиб.

Определение реакций опор.

Для определения реакций опор составим уравнение суммы моментов относительно точек А и В.

$$\left. \begin{array}{l} \sum M_A = 0 \\ \sum M_B = 0 \end{array} \right\}, \quad (4.18)$$

$$\sum M_A - F \times l - R_B \times 2 \times l = 0 \rightarrow$$

$$R_B = \frac{F \times l}{2 \times l} = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ Н.}$$

$$\sum M_B - R_A \times 2 \times l - F \times l = 0 \rightarrow$$

$$R_A = \frac{F \times l}{2 \times l} = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ Н.}$$

Построение эпюры изгибающих моментов от действия внешних сил.

$$M_{A-C} - R_A \times x \quad 0 \leq x \leq l \quad (4.19)$$

$$M_A = 1500 \times 0 = 0;$$

$$M_C = 1500 \times 0,07 = 105 \text{ Н} \times \text{м.}$$

$$M_{C-B} - R_A \times (l + x) - F \times x \quad 0 \leq x \leq l \quad (4.20)$$

$$M_C = 1500 \times (0,07 + 0) - 3000 \times 0 = 105 \text{ Н} \times \text{м};$$

$$M_B = 1500 \times (0,07 + 0,07) - 3000 \times 0,07 = 0.$$

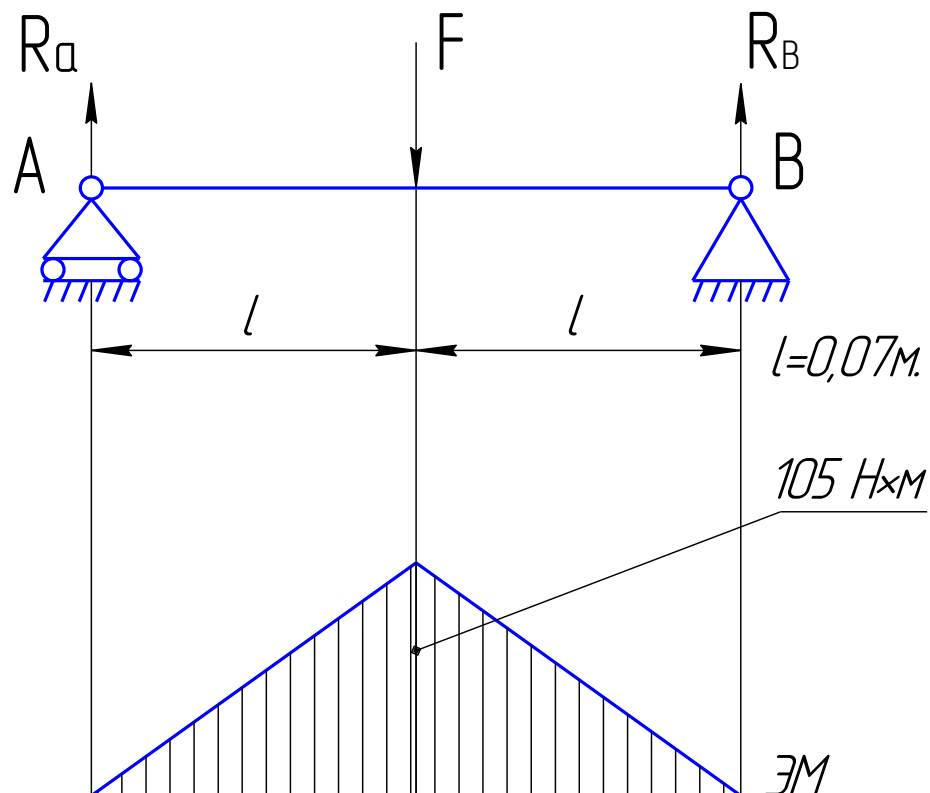


Рисунок 4.6 - Эпюра изгибающих моментов.

Максимальное напряжение возникает в месте где крепится ролик, для него:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x}, \quad (4.21)$$

где:  $W_x$  – момент сопротивления сечения,  $\text{мм}^3$ .

$$W_x = 0,1 \times d^3, \quad (4.22)$$

где:  $d$  – место посадки ролика, мм

$$d = 40 \text{ мм.}$$

$$W_x = 0,1 \times 40^3 = 6400 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma_{\max} = \frac{105}{6400} = 0,016 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение для БрБ2 равно 176,00 МПа., следовательно запас прочности обеспечен.

## **5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА**

### **5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве**

В рядовых хозяйствах РТ, организация и координация работ по охране труда проводится в соответствии с Положением об организации работы по охране труда на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса Республики Татарстан. Ответственность за организацию работ по охране труда возлагается на председателя. Ответственность за состояние охраны труда на молочных фермах, машинных дворах, автопарке и в ЦРМ несут руководители данных производственных подразделений.

Координация деятельности структурных подразделений по вопросам охраны труда, организация контроля за работой по созданию здоровых и безопасных условий труда возлагается на специалиста по охране труда. Специалист по охране труда, руководители подразделений совместно с профсоюзным комитетом проводят свою работу по охране труда по годовым планам, утвержденным директором хозяйства.

В соответствии с Трудовым кодексом РФ нормальная продолжительность рабочего времени составляет 40 часов в неделю, для подростков в возрасте от 16 до 18 лет, работников, занятых на работах с вредными условиями труда (газоэлектросварщики, кузнецы, работники, занятые на работах по химической защите растений), продолжительность рабочего времени сокращается до 36 часов в неделю. В напряженные периоды года (посев, уборка, сенокос) продолжительность рабочей смены увеличивается до 12 часов. Но при этом вводится суммированный учет рабочего времени. Продолжительность ежегодных отпусков работников составляет не менее 28 календарных дней. Работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, предоставляется дополнительный отпуск из расчета 2 дня за один месяц работы при вредных условиях труда.

Обучение работников предприятия по охране труда осуществляется в соответствии с Положением о профессиональной подготовке в области охраны труда в Республике Татарстан. Специалист по охране труда и руководители производственных участков проходят обучение по повышению

квалификации. В хозяйствах строго соблюдается проведение всех видов инструктажей: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Вводный инструктаж проводит специалист по охране труда, остальные виды инструктажей – руководители производственных участков.

Административные, производственные, складские и бытовые здания расположены с соблюдением противопожарных разрывов и санитарно-защитных зон. Системы вентиляции и отопления на предприятии поддерживают параметры микроклимата в производственных помещениях в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88. В последние годы все здания перешли на отопление от автономной газовой котельной. Искусственное освещение производственных помещений предприятия соответствуют требованиям СНиП 23-05-95. Внутрихозяйственная дорожная сеть имеет асфальтированное покрытие. Также заасфальтированы подъезды к основным производственным объектам (машинным дворам, пунктам технического обслуживания, центральной ремонтной мастерской, молочным фермам и к зернотоку). Озеленение территории выполнено согласно Сан. ПиН 2.3.4.551-96 кустарниками, деревьями (березы) и многолетними травами, цветочными клумбами (вокруг административных зданий).

На работах, связанных с вредными условиями труда, с загрязнениями, а также проводимых в особых температурных условиях, работникам согласно Трудового кодекса РФ выдается бесплатно спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты. При этом соблюдаются сроки носки, установленные типовыми отраслевыми нормами их бесплатной выдачи.

Все работники хозяйств проходят предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры в клиниках района. Периодичность их проведения определяется согласно приказа Министерства здравоохранения и медицинской промышленности РФ № 90 от 14 марта 1996 года. Также обязательный медицинский осмотр проходят все водители перед выходом в рейс. Отметка о прохождении медицинского осмотра делается в путевом листе.



На работах, связанных с загрязнением, работникам выдается бесплатно мыло. Норма выдачи составляет 400г в месяц на одного работника.

Не на всех видах работ с вредными условиями труда (кузнечные, сварочные), бесплатно выдается молоко рабочим по норме 0,5 л за день фактической занятости рабочего, что является нарушением статьи 222 Трудового кодекса Российской Федерации.

Санитарно-бытовое обеспечение предприятия соответствует требованиям СНиП 2.09.04-87. Имеется необходимое число умывальных, уборных, комнат отдыха. На территориях хозяйств имеется столовая, но во время посевной и уборочной обед и ужин доставляется непосредственно в поле на специально выделенном для этих целей автобусе. В хозяйстве имеется пункт медицинского обслуживания. Перевозка людей на работу и с работы не организована, кроме работников летних ферм (охранник, доярки, скотники).

Для снижения показателей травматизма предлагаем следующие мероприятия:

- оборудовать требуемым количеством огнетушителей все цеха и производственные участки предприятия;
- на работах с вредными условиями труда организовать бесплатную выдачу молока по норме 0,5 л. в смену, в соответствии с Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации „Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи молока или других равноценных пищевых продуктов работникам, занятым на работах с вредными условиями труда” от 31.03.2003. № 13.
- внедрить в хозяйстве систему материального стимулирования работников за безопасный труд.

В разделе 2 выпускной работы выполнена планировка участка по восстановлению шлицевых соединений с помощью технологии горячей пластической деформации. Планировка оборудования на участке велась согласно санитарным нормам проектирования предприятия (СН – 245 – 71) и требованиям СНиП 2 – 87 – 76. Ширина проходов между стеллажами не

менее 1 м, расстояние между стеной и станком не менее 0,8 м. Согласно требованиям правил устройства установок электрической сварки с применением давления (точечной, роликовой, линейной), ширина проходов, при их расположении напротив друг друга должна быть не менее 2м. Расчет участка восстановления проведен расчетным методом – по удельным площадям на единицу оборудования. Полученная площадь участка составила  $72 \text{ м}^2$ , что соответствует требованиям к помещениям для сварочных установок и сварочных постов (не менее  $10 \text{ м}^2$  для отдельного помещения электроустановок), площадь свободная от оборудования и материалов составила  $56 \text{ м}^2$ , что также соответствует нормам (не менее  $3 \text{ м}^2$ ).

Окраска оборудования, трубопроводов и поверхностей внутри здания выполнена в соответствии с указаниями СН – 181 – 70. Естественное и искусственное освещение электросварочных установок сборочно-сварочных цехов, участков, мастерских, отдельных сварочных постов и мест сварки удовлетворяет требованиям СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». Полы в помещении выполнены с твердым бетонным покрытием, устойчивые к воздействию кислот, щелочей и масел.

На рабочем месте оператора установки необходимо располагать стеллаж для приемки восстанавливаемых деталей, тумбочку для хранения инструментов, подставку под ноги рабочего. Установка электроконтактной приварки 01.11-022 предназначена для восстановления крупногабаритных деталей типа «Вал» наружным диаметром от 10 до 350 мм. Масса обрабатываемых деталей превышает 20 кг., поэтому на участке по восстановлению шлицевых соединений в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок, было установлено подъемно-транспортное устройство - консольно-поворотный кран

1А0,5-2,5-6-220 ГОСТ 19811- 90.

К работе на установке допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительное обучение, а также прошедшие первичный инструктаж и на рабочем месте. Перед началом работы оператор установки должен надеть

установленные по нормам средства индивидуальной защиты (спец. одежду, обувь, защитные очки), проверить состояние рабочего места, исправность стенда и подготовить его к работе. Во время работы, болт соединения верхней и нижней втулок должен быть затянут до усилия пружины 60 Н. После окончания работы необходимо привести в порядок стенд, поворотный консольный кран повернуть от поточной линии. После деформирования детали, во избежание получения ожогов, запрещается снимать нагретую деталь со станка, не убедившись, что она охлаждена.

В разделе 4 выпускной работы разработана поворотная сварочная головка для установки электроконтактной приварки ленты 011-1-02, предназначенная для восстановления наружных шлицевых соединений при помощи технологии горячей пластической деформации. Данная технология выгодно отличается от стандартной технологии восстановления шлицев наплавкой впадин с последующим фрезерованием тем, что отпадает необходимость применения расходных материалов (приварочная проволока, наплавочный порошок), кроме этого процесс является экологически безвредным, так как при этом не происходит выделения вредных веществ. Технология предусматривает подвод воды с последующим охлаждением сварочного ролика.

Монтаж данной установки планируется в здании ЦРМ. При этом предусматривается заземление установки к имеющемуся контуру здания мастерской. Присоединение защитного *РЕ*-проводника осуществляется болтом с защитной площадкой, расположенной в доступном месте, с надписью „Земля” (или условным знаком заземления по ГОСТ 2.721-74).

Изоляция силовой электропроводки считается достаточной, если ее сопротивление между проводом каждой фазы и землей, или между разными фазами на участке, ограниченном последовательно включенными установочными автоматами или плавкими предохранителями составляет не менее 0,5 ом. Измерение сопротивления при монтаже установки будет проводиться с помощью мегаомметра М110/М, рассчитанным на напряжение 1000 В.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок сопротивление заземляющего устройства в электроустановках до 1000 В. (установка 01.11-022 рассчитана на напряжение питающей сети 380 В.), должно составлять не более 10 Ом при мощности трансформатора 100 кВА и менее (мощность трансформатора ТВК – 75УХЛ4 составляет 75 кВА). Сопротивление заземляющих проводников (между корпусом электрооборудования и магистралью заземления) при монтаже установки следует измерять омметром М-372, при этом норма на сопротивление цепи составляет не более 0,1 Ом.

## **5.2. Мероприятия по охране окружающей среды**

При проведении работ по ремонту и техническому обслуживанию машинно-тракторного парка хозяйства на экологическую обстановку окружающей среды влияют два вида факторов: механические и химические.

К группе механических факторов относится - запыление атмосферы, загрязнение почвы и воды твердыми предметами, не свойственными (чуждыми) данному участку природы. В условиях ремонтного производства хозяйства к таким загрязнителям относятся изношенные автомобильные покрышки, отработанные аккумуляторы, остатки ремонтных материалов, стружка, окалина, абразив и т.д.

К химическим факторам относится - образование, выделение и скопление газообразных, жидких и твердых химических соединений, вступающих во взаимодействие с окружающей средой и негативно воздействующих на нее (выбросы выхлопных газов, утечки топлива и смазывающих жидкостей, продукты сгорания при сварочно-наплавочных работах).

Для борьбы с механическими загрязнениями необходимо выполнять мероприятия, описанные ниже.

Отходы, образующиеся на предприятии в процессе ремонта и эксплуатации транспорта, которые не подлежат дальнейшей переработке, необходимо регулярно вывозить на свалку, находящуюся на специально

отведенном участке и обустроенную согласно проекту НОЛРО( нормативы образования и лимиты размещения отходов). Сбор данного вида отходов производить в специальные контейнеры, расположенные на территории центральной ремонтной мастерской. В системах вентиляции газосварочных постов необходимо установить пыле и газоулавливающие фильтры.

Большую долю химических загрязнений составляют выбросы отработанных газов автотранспорта и тракторов. Количественный и качественный состав отработанных газов, а следовательно их отрицательное влияние на окружающую среду зависит от технического состояния машин, режима работы, качества топлива, износа деталей, узлов и агрегатов, точности регулировок. Для уменьшения вредного воздействия газов, своевременно должны проводиться техническое обслуживание техники, замена изношенных деталей или их восстановление, точные регулировки машин и агрегатов на стендах диагностирования. Кроме этого эффективнее будет использовать автотранспорт с дизельными двигателями. Это дает не только экономический эффект но и уменьшает выбросы вредных веществ, так как суммарный выброс вредных веществ ( $\text{CO}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{NO}_x$ ) в

дизельном двигателе составляет 7,8 грамм на километр пробега, а у карбюраторного 16, т.е. в 2,05 раза выше.

Для предотвращения загрязнения почвы отработанными маслами, предусматривается их сбор в специальную емкость, с последующей сдачей на регенерацию, также необходимо проверять герметичность сальниковых уплотнений всех узлов и агрегатов. Для исключения разлива на почву топлива, заправку техники необходимо производить в соответствии с нормативными требованиями из топливораздаточных колонок (некоторые неответственные ме-ханизаторы производят дозаправку техники ведрами). Если нет возможности

произвести заправку на нефтебазе (например комбайны во время уборочной на дальних полях), рядом с местом работы техники или на краю поля необходимо предусмотреть бетонированную площадку, где будет производиться заправка специальным топливозаправщиком.

Еще одним источником химического загрязнения являются сливные грязные воды после операции наружной мойки техники, агрегатной мойки и мойки отдельных деталей. При этом в сточные воды попадают растительные остатки, пыль, песок, химические и органические удобрения, масла, смолистые отложения, а также моющие средства. Чтобы избежать загрязнения окружающей среды, необходимо обеспечить качественную очистку, утилизацию нефтепродуктов, нейтрализацию химикатов внедрить оборотное водоснабжение очистной установки, установленной на территории центральной ремонтной мастерской хозяйства.

### **5.3 Физическая культура на производстве**

Физическая культура на производстве - важный фактор ускорения производительности труда.

С учетом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других - со сложной координацией движений и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений., Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

## **6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **6.1 Экономическое обоснование сварочной головки**

Затраты на изготовление и модернизацию сварочной головки определяют по формуле:

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

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

$C_{o.d}$  – 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 сварочной головки, руб.;

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

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

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

Стоимость изготовления корпусных деталей сварочной головки определяют по формуле:

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

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

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

$$C_k = 44 \cdot 80 = 3520 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей сварочной головки определяют по формуле:

$$C_{o.d} = C_{зп} + C_m, \quad (6.3)$$

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

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

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей сварочной головки определяют по формуле:

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

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

$C_d$  – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату определяют по формуле:

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

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

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

$K_t$  – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ( $K_t=1,025\dots1,03$ ).

$$C_{\text{пр}} = 100 \cdot 64 \cdot 1,03 = 6592 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{доп}} = \frac{5\dots12 \cdot C_{\text{пр}}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 6592}{100} = 659 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (6592 + 659)}{100} = 319 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 6592 + 659 + 319 = 7570 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{\text{м}} = \Pi \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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

$Q_3$  – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (6.9)$$

где  $Q_{\text{д}}$  – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{26}{0,7} = 37 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 25 \cdot 37 = 925 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 7570 + 925 = 8495 \text{ руб.}$$

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



Заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке сварочной головки определяют по формуле:

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

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

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке сварочной головки определяют по формуле:

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

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

$$C_{\text{сб}} = 24 \cdot 100 \cdot 1,03 = 2472 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 2472}{100} = 247 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \cdot (2472 + 247)}{100} = 119 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зн.сб.п}} = 2472 + 247 + 119 = 2838 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление сварочной головки определяют по формуле:

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

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

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{6592 \cdot 69,5}{100} = 4581 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 3520 + 8495 + 16000 \times 1,5 + 2838 + 4581 = 43434 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей сварочной головки.

| №<br>п/п | Наименование                                      | Ед.измерения | Знач. показателя |           |
|----------|---------------------------------------------------|--------------|------------------|-----------|
|          |                                                   |              | исходный         | проектир. |
| 1        | Масса сварочной головки                           | кг           | 72               | 86        |
| 2        | Балансовая стоимость                              | руб.         | 34460            | 43434     |
| 3        | Количество обслуживающего персонала               | Чел.         | 1                | 1         |
| 4        | Разряд работы                                     | разряд       | 4                | 4         |
| 5        | Тарифная ставка                                   | руб./чел.ч   | 100              | 100       |
| 6        | Норма амортизации                                 | %            | 13               | 13        |
| 7        | Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание | %            | 8                | 8         |
| 8        | Годовая загрузка сварочной головки                | ч            | 300              | 300       |
| 9        | Время 1 цикла                                     | ч            | 6                | 4         |

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

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

на стационарных работах периодического действия:

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

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

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

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 0,9}{360} = 0,150 \text{ шт/час.}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 0,9}{240} = 0,225 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

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

где  $G$  – масса сварочной головки, кг;

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

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

$$M_{e0} = \frac{72}{0,150 \times 300 \times 5} = 0,32 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{86}{0,225 \times 300 \times 5} = 0,25 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

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

где  $C_6$  – балансовая стоимость сварочной головки, руб.

$$F_{e0} = \frac{34460}{0,150 \times 300} = 765,7 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{43434}{0,225 \cdot 300} = 643,4 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

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

где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,150} = 6,66 \text{ чел.ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,225} = 4,44 \text{ чел.ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \quad (6.19)$$

где  $N_e$  – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{2,51,5}{0,150} = 16,66 \text{ кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{2,5}{0,225} = 11,11 \text{ кВт/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (6.20)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_{\text{е}}, \quad (6.21)$$

$$C_{\text{зп0}} = 100 \times 6,66 = 666 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп1}} = 100 \times 4,44 = 444 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \text{Э}_{\text{е}}, \quad (6.22)$$

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

$$C_{\text{э1}} = 2,88 \times 16,66 = 48 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{э2}} = 2,88 \times 11,11 = 32 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

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

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{34460 \cdot 8}{100 \cdot 0,150 \cdot 300} = 61,2 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{43434 \cdot 8}{100 \cdot 0,225 \cdot 300} = 51,5 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

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

где  $a$  – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{34460 \times 13}{100 \times 0,150 \times 300} = 99,5 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{43434 \times 13}{100 \times 0,225 \times 300} = 83,6 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 666 + 61,2 + 99,5 + 48 = 874,7 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 444 + 51,5 + 83,6 + 32 = 611,1 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

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

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

$F_e$  – фондоемкость процесса, руб./ед;

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

$$C_{\text{прив}0} = 874,7 + 0,15 \times 765,7 = 989,5 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 611,1 + 0,15 \times 643,4 = 707,6 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (874,7 - 611,1) \times 0,225 \times 300 = 17793 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (989,5 - 707,6) \times 0,225 \times 300 = 19028 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где  $C_{61}$  – балансовая стоимость спроектированной сварочной головки, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{43434}{17793} = 2,4 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{17793}{43434} = 0,4.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности сварочной головки.

| №<br>п/п | Наименование показателей           | Базовый | Проект |
|----------|------------------------------------|---------|--------|
| 1        | Часовая производительность, ед./ч. | 0,150   | 0,225  |
| 2        | Фондоемкость процесса, руб./ед.    | 765,7   | 643,4  |

|    |                                                |       |       |
|----|------------------------------------------------|-------|-------|
| 3  | Энергоемкость процесса, кВт/ед.                | 16,66 | 11,11 |
| 4  | Металлоемкость процесса, кг./ед.               | 0,32  | 0,25  |
| 5  | Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.              | 6,66  | 4,44  |
| 6  | Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.      | 874,7 | 611,1 |
| 7  | Уровень приведенных затрат, руб./ед.           | 989,5 | 707,6 |
| 8  | Годовая экономия, руб.                         | -     | 17793 |
| 9  | Годовой экономический эффект, руб.             | -     | 19028 |
| 10 | Срок окупаемости капитальных вложений, лет     | -     | 2,4   |
| 11 | Коэффициент эффективности капитальных вложений | -     | 0,4   |

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по организации ремонта автотракторных двигателей в условиях научно-производственного центра «ООО СПЦ Ресурс» кафедры «Эксплуатации и ремонта машин» Казанского аграрного университета.

Разработанная технология восстановления коленчатого вала позволяет снизить себестоимость ремонта. Этому способствует также разработанная конструкция поворотной сварочной головки. Все технологические и конструктивные решения обоснованы инженерными расчетами.

Предлагаемые мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и экологичности производства способствуют улучшению работы производственных рабочих.

Технико-экономические расчеты показали целесообразность разрабатываемых мероприятий. Срок окупаемости капитальных вложений на организацию и внедрение технологии ремонта автотракторных двигателей в условиях инновационного научно-производственного центра составляет года.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
2. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов, Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
4. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-44с.
5. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004
6. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
7. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.



8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
9. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // 2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0), 2-е изд.-416 с.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягунов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Соппротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвуиздат, 2002. С 227.
17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.
19. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
20. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный

и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.

21. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.

22. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. // М.: Колос, 2000. С 256.

23. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. С 232.

24. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4938](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938).

25. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа, 2009. С 616.

26. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов - 4-е издание перераб. и доп. // – М.: Форум, 2009. С 496.

27. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. С 216.

28. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2007. – С 335.

29. Хейфец А.Л. Инженерная 3Д-компьютерная графика [Текст] / А.Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева // учебное

пособие для бакалавров; под ред. А. Л. Хейфеца. - 2-е изд., перераб. и доп.-  
М.: Изд-во Юрайт, 2011. – С 464.