ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект организации участка восстановления валов с разработкой поворотной сварочной головки

Шифр ВКР 35.03.06. 384.20 ПСГ.00.00.00.ПЗ

Студент группы Б262-08у _____ Шаяхметов Р.И.

подпись

Руководитель д.т.н., профессор _____ Яхин С.М.

подпись

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № 8 от 5.02.20 2020 г.)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент _____ Пикмуллин Г.В.

подпись

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Шаяхметова Р. И. на тему Проект организации участка восстановления валов с разработкой поворотной сварочной головки. Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 62 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает рисунков 11 и 1 таблицу. Список использованной литературы содержит 32 наименований.

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

Во втором разделе разработан участок восстановления деталейавтотракторной техники. Разработан технологический процесс восстановления вала шестерни насоса НШ, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления вала, спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В третьем разделе разработана конструкция поворотной сварочной головки, проведены расчеты по экономическому обоснованию приспособления.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

for final qualifying work Shayakhmetova RI on the topic Project for the organization of a shaft restoration site with the development of a rotary welding head. The final qualification work consists of an explanatory note on 62 sheets of typewritten text and a graphic part on 5 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusion and includes figures 11 and 1 of the table. The list of used literature contains 32 titles.

The first section gives an analysis of the designs of the welding heads and the rationale for the need for design development.

In the second section, a site for the restoration of parts of tractor equipment is developed. The technological process for the restoration of the NSH pump gear shaft has been developed, the necessary equipment and tools have been selected, the shaft restoration technology has been proposed, and labor safety measures have been designed.

In the third section, the design of the rotary welding head is developed, calculations are carried out on the economic justification of the fixture.

At the end are general conclusions on the final work.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

В новых экономических условиях необходимо наращивать темпы технического перевооружения автотранспортных предприятий. В связи с этим необходимо повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня их технического обслуживания и ремонта, в том числе организация проектирования или реконструкции ремонтно-эксплуатационных объектов. Однако с увеличением балансовой стоимости оборудования значительно возрастают и затраты на его техническое обслуживание и ремонт. Важнейшим фактором снижения затрат является высокое качество технического обслуживания и ремонта машин.

При неполном возмещении и частичном восстановлении ресурса (менее 50% от предремонтного) ремонтные эффекты становятся неэффективными и не способствуют полноценному использованию машин в течение амортизационного периода. В связи с этим они преждевременно списываются, а затраты на их использование и содержание возрастают.

После капитального ремонта более 50% автомобилей и 65% двигателей используются в хозяйствах, что обуславливает высокий спрос на ремонтно-эксплуатационное производство при низких моторесурсах. С повышением качества ремонта потребность в нем уменьшится, а затраты в области эксплуатации и технического обслуживания машин сократятся.

Повышение качества ремонтных работ может быть достигнуто за счет модернизации устаревшего ремонтно-технологического оборудования и совершенствования технологий технического обслуживания и ремонта на предприятиях, реконструкции и технического перевооружения производственно-технической базы автотранспортных предприятий.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Шаяхметова Р. И. на тему Проект организации участка восстановления валов с разработкой поворотной сварочной головки. Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 62 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает рисунков 11 и 1 таблицу. Список использованной литературы содержит 32 наименований.

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

Во втором разделе разработан участок восстановления деталейавтотракторной техники. Разработан технологический процесс восстановления вала шестерни насоса НШ, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления вала, спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В третьем разделе разработана конструкция поворотной сварочной головки, проведены расчеты по экономическому обоснованию приспособления.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

for final qualifying work Shayakhmetova RI on the topic Project for the organization of a shaft restoration site with the development of a rotary welding head. The final qualification work consists of an explanatory note on 62 sheets of typewritten text and a graphic part on 5 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusion and includes figures 11 and 1 of the table. The list of used literature contains 32 titles.

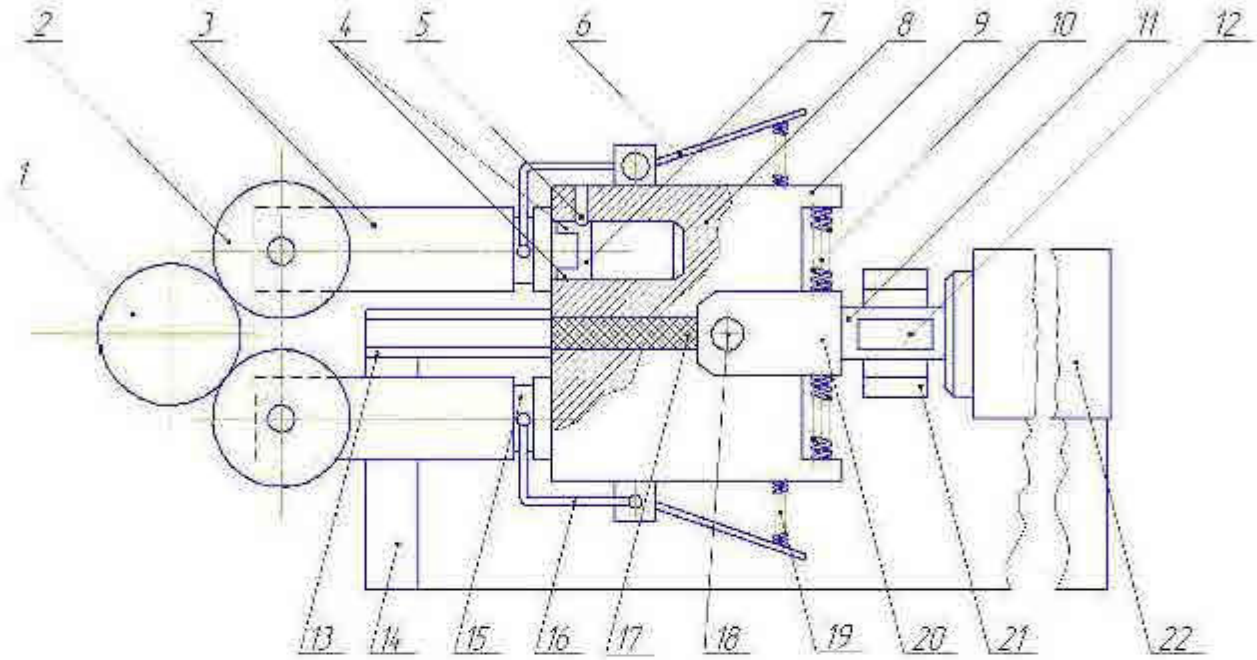
The first section gives an analysis of the designs of the welding heads and the rationale for the need for design development.

In the second section, a site for the restoration of parts of tractor equipment is developed. The technological process for the restoration of the NSH pump gear shaft has been developed, the necessary equipment and tools have been selected, the shaft restoration technology has been proposed, and labor safety measures have been designed.

In the third section, the design of the rotary welding head is developed, calculations are carried out on the economic justification of the fixture.

At the end are general conclusions on the final work.

клещевин, выполнены кольцевые проточки 15. Клещевины снабжены направляющими в виде штифтов 5. Вилки 16 двуплечих рычагов 6 размещены в кольцевых проточках 15, а противоположные концы вилок подпружинены пружинами 19.



1-наплавляемая деталь; 2-роликовый электрод; 3-поворотный стержень; 4-продольные канавки; 5-штифт; 6-двуплечий рычаг; 7-кольцевая проточка; 8-клещевина; 9-выступ клещевины; 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.

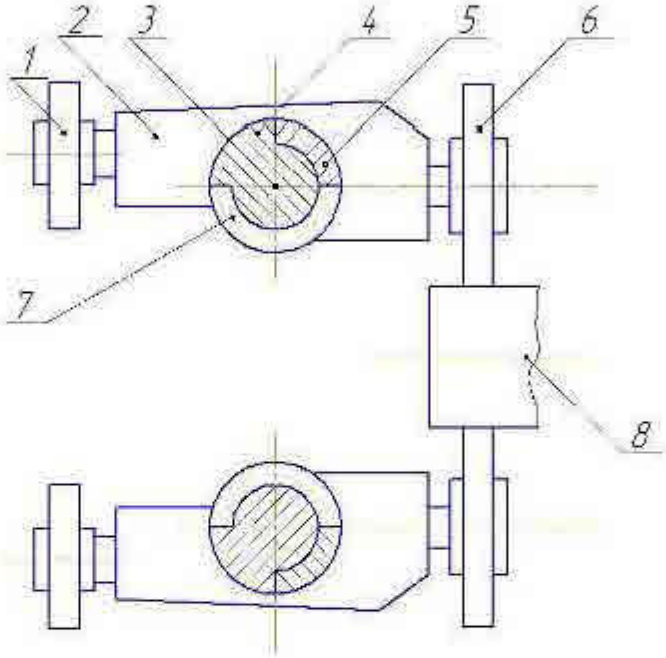
Рисунок 1.1 - Устройство для электроконтактной наплавки наружных цилиндрических поверхностей.

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.

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.



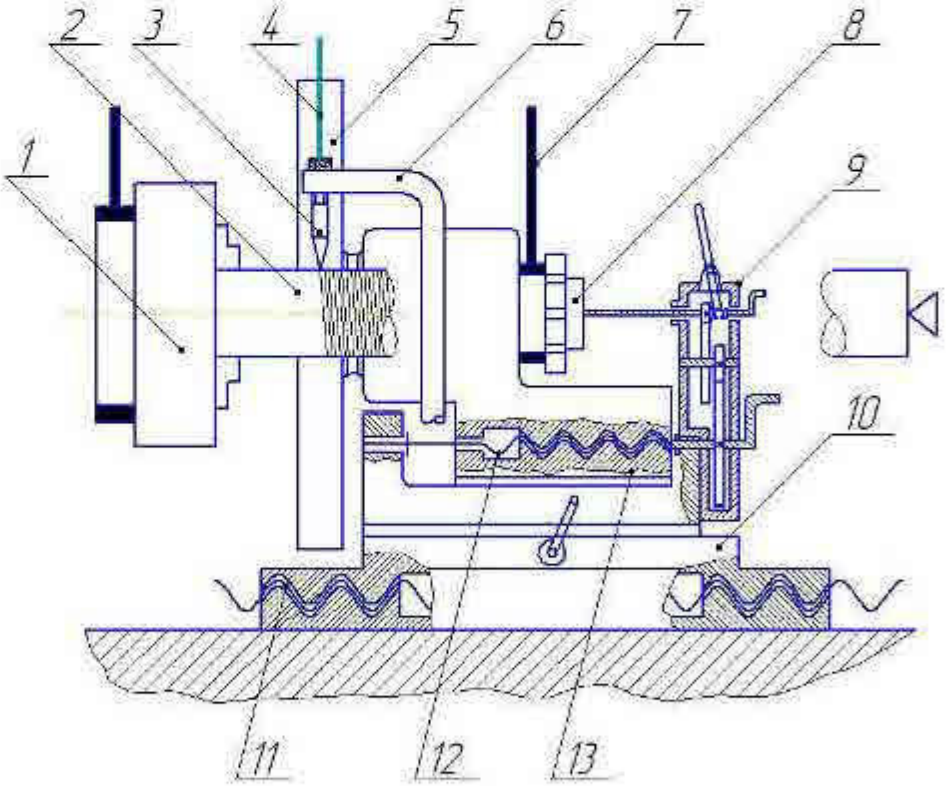
1-роликовый электрод для внутренних швов; 2-поворотный блок; 3-ось; 4-секторный выступ; 5-выступ; 6-роликовый электрод для наружных швов; 7-втулка блока; 8-наплавляемая деталь.

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° и ответного выступа 5, выполненного на втулке 7.

Известна головка (рисунок 1.3) 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.



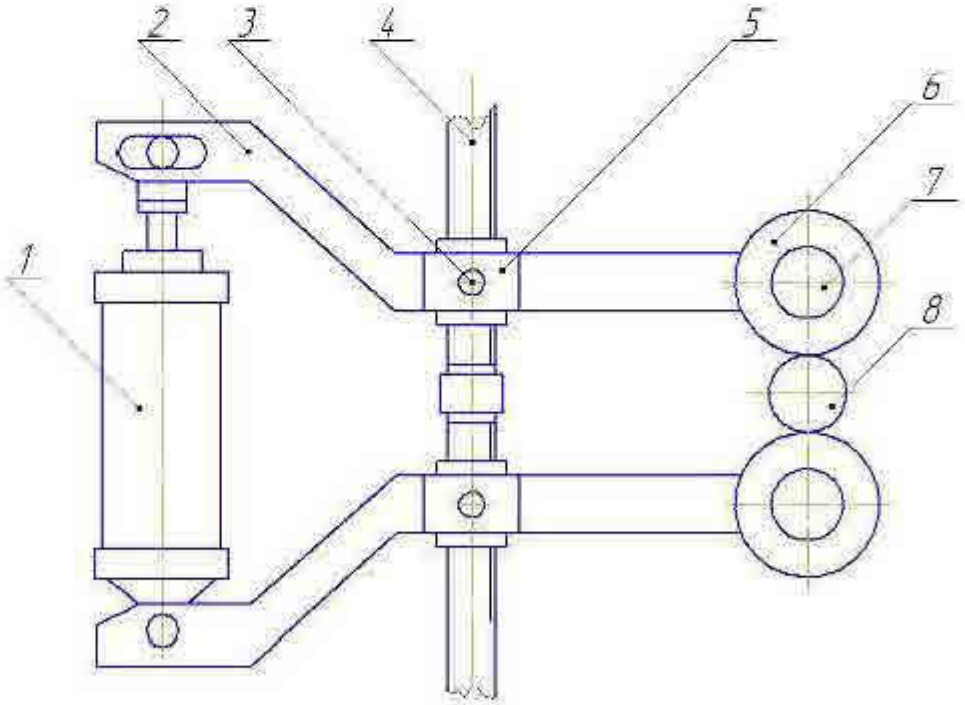
1-патрон; 2-наплавляемая деталь; 3-направляющая втулка; 4-присадочная проволока; 5-сварочный ролик; 6-стойка; 7-токоподвод; 8-ось ролика; 9-редуктор; 10-основание головки;11-ходовой винт; 12-ходовой винт;13-узел подвески.

Рисунок 1.3 - 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 распространенным является устройство (рисунок 1.4) для шовной электроконтактной сварки с помощью роликовых электродов, применяемое в большинстве установок.

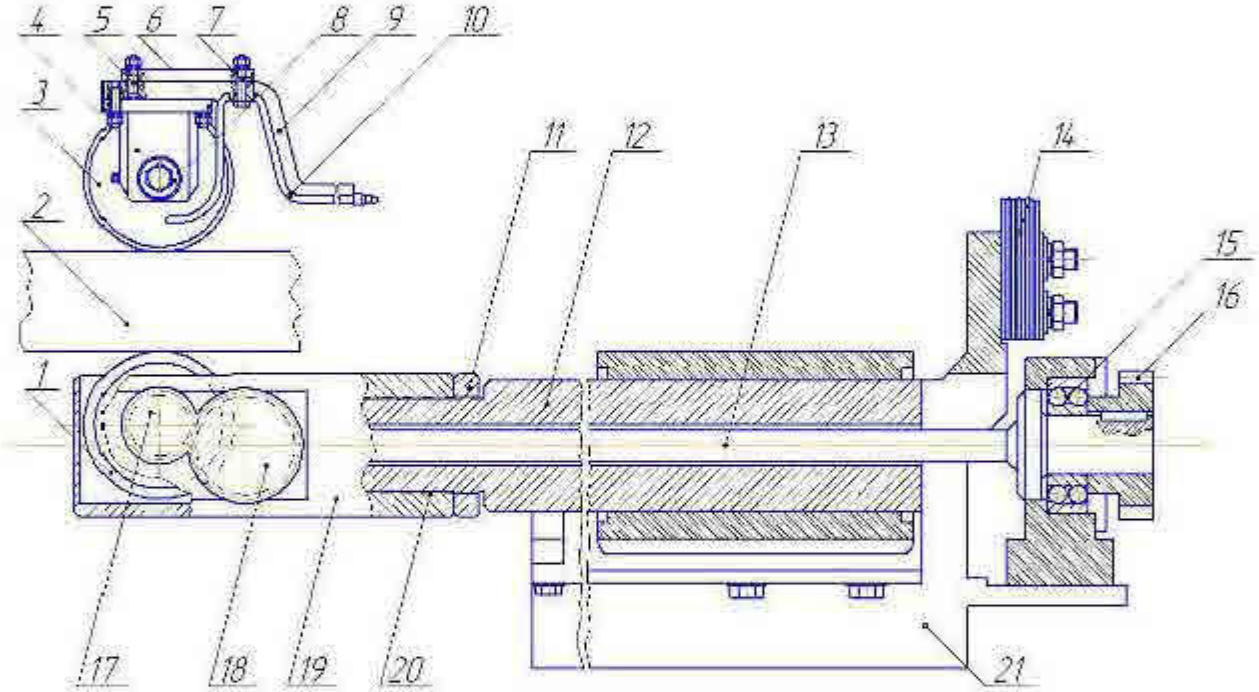


1-привод сжатия; 2-сварочная клещевина; 3-шарнир; 4-винтовой привод; 5-гайка; 6-сварочный ролик; 7-ось ролика; 8-наплавляемая деталь.

Рисунок 1.4 - 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.

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.

1.2 Обоснование необходимости разработки конструкции

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.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для улучшения технико-экономических показателей предприятия необходимо уменьшать себестоимость оказываемых услуг. Одним из основных составляющих себестоимости на данном предприятии является ремонт. Это связано с тем, что техника на предприятии большей частью зарубежная и запасные части дорогие. По этому, целесообразно применение восстановления деталей на предприятии.

Объектом реконструкции является цех по восстановлению деталей плазменной наплавкой. В связи с тем, что установка находится в не пригодном состоянии и восстанавливать оборудование не целесообразно, выбираем наилучший способ восстановления и проектируем участок восстановления.

При выборе способа восстановления необходимо учитывать качество восстановления, то есть ресурс восстановленной детали не должен быть менее 80 % ресурса новой. Так же необходимо учесть себестоимость восстановления.

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 восстановлении.

2.1 Обоснование внедрения электроконтактной приварки

Известно, что около 90 % деталей современных тракторов и автомобилей становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации при износе до 0,3 мм. Поэтому на сегодняшний день особое внимание уделяется разработке способов восстановления, позволяющих получить толщину наращиваемого слоя менее 1 мм. Такими методами является автоматическая наплавка в среде углекислого газа, вибродуговая наплавка, индукционная наплавка, а так же плазменная наплавка. Но все эти методы не позволяют изменять свойства наращиваемого слоя, и технологическое оборудование для всех перечисленных выше типов наплавки дорогостоящее. Одним из методов восстановления позволяющих получить толщину наращиваемого слоя до 1 мм является и электроконтактная приварка. Использование порошковых материалов в этом методе восстановления позволяет получать покрытия с разнообразными свойствами (твердые, фрикционные, антифрикционные и др.), за счет изменения состава порошка, а так же режимов приварки.

Электроконтактной приваркой можно восстанавливать детали с незначительными износами (зубья шестерни, шлицы, опорные шейки распределительных валов, шейки коленчатых валов, шпоночные пазы, резьбы и т.п.).

Так же одним из достоинств метода электроконтактной приварки является влияние на сцепление наращиваемого слоя с основным металлом путем изменения скорости приварки. При невысоких скоростях, в пределах 2…3 мм/с, слой получается весьма плотным (пористостью не более 6…8%), но с пониженным значением сцепления. Повышение скорости приварки (до 4 мм/с) улучшается сцепление, вызывая одновременно повышение пористости слоя (до 10…12%).

Данный способ обеспечивает высокую износостойкость нанесенного слоя, при незначительном уровне термического влияния на деталь. Его применение эффективно для наращивания наружных цилиндрических поверхностей.

2.2 Расчет программы восстановления

Ремонтируемыми объектами в рассматриваемой мастерской является машинно-тракторный парк предприятия. Исходя из этого, номенклатуру деталей подлежащих восстановлению рассматриваем из техники использующей на предприятии. Так же предполагается выполнение восстановительных работ под заказ в небольшом объеме.

Годовая программа восстановления определяется исходя из количества ремонтируемых объектов на данном предприятии, количества одинаковых деталей на данном объекте и коэффициента восстанавливаемости по формуле:

$$N_i = N \cdot n \cdot K_B, \qquad (2.1)$$

где N – количество ремонтируемых объектов, шт;

n – количество одинаковых деталей на данном объекте, шт;

$К_В$ – коэффициент восстановления.

Коэффициент восстановления показывает какая часть деталей данного наименования требует восстановления:

$$К_В = \frac{П_{Вос}}{П_О}, \tag{2.2}$$

где $П_{Вос}$ – количество деталей, требующих восстановления, шт;

$П_О$ – общее количество деталей данного наименования, прошедших дефектацию.

В нашем случае значение этого коэффициента позволяет более точно планировать потребность предприятия в запасных частях и определить объем работ участка восстановления деталей. Значения коэффициентов приняты по аналогии с отечественными деталями из /10/.

Для определения годовой площади восстановления необходимо определить площадь восстановления поверхности деталей. По каталогу определяем диаметр и длину восстанавливаемой поверхности каждой детали и определяем площадь поверхности деталей по формуле:

$$S = \pi \cdot d \cdot l \cdot n, \tag{2.3}$$

где d – диаметр восстанавливаемой поверхности, мм;

l – длина восстанавливаемой поверхности, мм.

n – количество восстанавливаемых поверхностей.

Перечень деталей техники подлежащих восстановлению и данные расчетов приводим в виде таблицы 2.1

Таблица 2.1 - Номенклатурный перечень деталей машинно-тракторного парка предприятия подлежащих восстановлению

Наименование детали	Количество ремонтируемых объектов N, шт.	Количество деталей на объекте n, шт.	Коэффициент восстанавливаемост и Кв	Общая площадь восстановления ΣS, мм^2	Годовая программа восстановления N_i, шт.
1	2	3	4	5	6
1 Комбайны					
1.1 Зерноуборочные					
Кейс 525					
Вал вариатора барабана	32	1	0,2	352685	6,4
Вал молотильного барабана	32	1	0,2	1004800	6,4
Вал вариатора вентилятора	32	1	0,2	313498	6,4
Вал гидромотора	32	1	0,1	156749	3,2
Ступица ведущих колес	32	2	0,3	1519258	19,2
Эксцентричный вал жатки	32	1	0,4	1044992	12,8
Палец шнека жатки	32	16	0,3	4220160	153,6
Ведущий вал насоса	32	1	0,1	143686	3,2
Ведомый вал насоса	32	1	0,1	143686	3,2
Вал соломотряса	32	2	0,3	1356480	19,2
Вал измельчающего аппарата	32	2	0,2	385843	12,8
Вал привода колосового шнека	32	1	0,3	422016	9,6
Вал привода выгрузного шнека	32	1	0,3	437088	9,6
Двигатель Кейс 525					
Опора шестерни	32	1	0,1	113040	3,2
Ось коромысел	32	1	0,05	105504	1,6
Вал распределительный	32	1	0,3	723456	9,6
Коленчатый вал	32	1	0,1	452160	3,2
Толкатель	32	12	0,05	705370	19,2

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Валик водяного насоса	32	1	0,1	138662	3,2
Ось натяжного ролика	32	1	0,1	129870	3,2
Зубчатое колесо ведущее	32	2	0,2	944512	12,8
Клапан редукционный	32	1	0,5	395640	16
Зубчатое колесо ведомое	32	1	0,2	850061	6,4
Клапан предохранительный	32	1	0,05	39564	1,6
Вал главного сцепления	32	1	0,3	626995	9,6
Вал регулятора	32	1	0,3	482304	9,6
Вал редуктора	32	1	0,3	633024	9,6
Ролик	32	1	0,05	143686	1,6
Кейс 527					
Вал вариатора барабана	17	1	0,2	209250	3,4
Вал молотильного барабана	17	1	0,2	704616	3,4
Вал вариатора вентилятора	17	1	0,2	166546	3,4
Вал гидромотора	17	1	0,1	90212	1,7
Ступица ведущих колес	17	2	0,3	807106	10,2
Эксцентричный вал жатки	17	1	0,4	555152	6,8
Палец шнека жатки	17	16	0,3	2241960	81,6
Ведущий вал насоса	17	1	0,1	76333	1,7
Ведомый вал насоса	17	1	0,1	76333	1,7
Вал соломотряса	17	2	0,3	792693	10,2
Вал измельчающего аппарата	17	2	0,2	204979	6,8
Вал привода колосового шнека	17	1	0,3	224196	5,1
Вал привода выгрузного шнека	17	1	0,3	232203	5,1
Двигатель Кейс 527					
Опора шестерни	17	1	0,1	78068	1,7
Ось коромысел	17	1	0,05	56049	0,85
Вал распределительный	17	1	0,3	432378	5,1
Коленчатый вал	17	1	0,1	352308	1,7
Толкатель	17	12	0,05	384336	10,2
Валик водяного насоса	17	1	0,1	49110	1,7

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Ось натяжного ролика	17	1	0,1	62722	1,7
Зубчатое колесо ведущее	17	2	0,2	501772	6,8
Клапан редукционный	17	1	0,5	210184	8,5
Зубчатое колесо ведомое	17	1	0,2	451595	3,4
Клапан предохранительный	17	1	0,05	21018	0,85
Вал главного сцепления	17	1	0,3	333091	5,1
Вал регулятора	17	1	0,3	281846	5,1
Вал редуктора	17	1	0,3	288252	5,1
Ролик	17	1	0,05	79269	0,85
Нью Холанд ТХ-65, CS-640					
Вал вариатора ротора	18	1	0,2	205733	3,6
Вал ротора	18	1	0,2	768672	3,6
Вал вариатора вентилятора	18	1	0,2	167864	3,6
Вал гидромотора	18	1	0,1	94049	1,8
Ступица ведущих колес	18	2	0,3	967170	10,8
Эксцентричный вал жатки	18	1	0,4	651110	7,2
Палец шнека жатки	18	16	0,3	3255552	86,4
Ведущий вал насоса	18	1	0,1	95038	1,8
Ведомый вал насоса	18	1	0,1	90206	1,8
Вал соломотряса	18	2	0,3	1322568	10,8
Вал измельчающего аппарата	18	2	0,2	282600	7,2
Вал привода колосового шнека	18	1	0,3	303089	5,4
Вал привода выгрузного шнека	18	1	0,3	266718	5,4
Двигатель Нью Холанд ТХ-65, CS-640					
Вал распределительный	18	1	0,3	383714	5,4
Коленчатый вал	18	1	0,1	300686	1,8
Толкатель клапана	18	6	0,05	208762	5,4
Валик коромысла	18	1	0,05	44312	0,9
Шкив коленчатого вала	18	1	0,05	67118	0,9
Валик водяного насоса	18	1	0,05	37981	0,9
Ступица шкива	18	2	0,05	96084	1,8
Валик масляного насоса	18	1	0,05	55390	0,9

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Палец ведомой шестерни	18	1	0,1	79331	1,8
Вал редуктора	18	1	0,3	360315	5,4
Полуось коленчатого вала	18	1	0,05	69802	0,9
Вал регулятора	18	1	0,3	264514	5,4
Валик рукоятки	18	1	0,05	46686	0,9
Ролик	18	1	0,05	54259	0,9
1.2 Кормоуборочные					
УЭС-2-280А "Полесье"					
Двигатель УЭС-2-280А "Полесье"					
Вал распределительный	1	1	0,3	20762	0,3
Толкатель клапана	1	8	0,05	13565	0,4
Валик коромысла	1	1	0,05	3699	0,05
Ступица шкива	1	2	0,05	4490	0,1
Валик масляного насоса	1	1	0,05	2077	0,05
Палец ведомой шестерни	1	1	0,1	4051	0,1
Вал редуктора	1	1	0,3	19187	0,3
Вал регулятора	1	1	0,3	18934	0,3
Валик рукоятки	1	1	0,05	2656	0,05
Ролик	1	1	0,05	3219	0,05
Коленчатый вал	1	1	0,1	18840	0,1
Шасси УЭС-2-280А "Полесье"					
Вал силовой передачи	2	1	0,3	34726	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	40996	0,6
Вал промежуточный	2	1	0,3	43558	0,6
Вал внутренний	2	1	0,3	33407	0,6
Вал вторичный	2	1	0,3	31516	0,6
Ось сателлитов	2	1	0,1	8164	0,2
Шестерня коронная	2	1	0,2	31400	0,4
Полуось левая	2	1	0,4	74456	0,8
Полуось правая	2	1	0,4	74456	0,8
Вал первичный	2	1	0,3	37793	0,6
Ось шестерни	2	1	0,2	20165	0,4
Вал раздаточной коробки	2	1	0,4	46723	0,8
1.3 Самоходные косилки					
Кейс Е-304					
Вал вариатора	10	1	0,3	253869	3

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Ступица ведущих колес	10	2	0,2	401920	4
Вал привода жатки	10	1	0,3	217790	3
Вал привода ведущих колес	10	2	0,3	494362	6
Двигатель Кейс Е-304					
Опора шестерни	10	1	0,1	61544	1
Ось коромысел	10	1	0,05	35796	0,5
Вал распределительный	10	1	0,3	180864	3
Коленчатый вал	10	1	0,1	117562	1
Валик водяного насоса	10	1	0,1	40820	1
Ось натяжного ролика	10	1	0,1	46535	1
Зубчатое колесо ведущее	10	2	0,2	284107	4
Клапан редукционный	10	1	0,5	158256	5
Зубчатое колесо ведомое	10	1	0,2	249517	2
Клапан предохранительный	10	1	0,05	16155	0,5
Вал главного сцепления	10	1	0,3	219674	3
Вал регулятора	10	1	0,3	158256	3
Вал редуктора	10	1	0,3	185762	3
Ролик	10	1	0,05	31400	0,5
Мак Дон					
Вал вариатора	3	1	0,3	63302	0,9
Ступица ведущих колес	3	2	0,2	118127	1,2
Вал гидромотора	3	1	0,1	19330	0,3
Ведущий вал насоса	3	2	0,1	37152	0,6
Двигатель Мак Дон					
Опора шестерни	3	1	0,1	14469	0,3
Ось коромысел	3	1	0,05	10908	0,15
Вал распределительный	3	1	0,3	62737	0,9
Коленчатый вал	3	1	0,1	48042	0,3
Валик водяного насоса	3	1	0,1	13226	0,3
Вал главного сцепления	3	1	0,3	54960	0,9
Вал регулятора	3	1	0,3	48353	0,9
2 Трактора					
ЛТЗ-155-ЗУ					
Двигатель ЛТЗ-155-ЗУ					

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Опора шестерни	3	1	0,1	16142	0,3
Ось коромысел	3	1	0,05	10603	0,15
Вал распределительный	3	1	0,3	62285	0,9
Коленчатый вал	3	1	0,1	54862	0,3
Валик водяного насоса	3	1	0,1	14695	0,3
Ось натяжного ролика	3	1	0,1	12894	0,3
Клапан предохранительный	3	1	0,05	5104	0,15
Вал главного сцепления	3	1	0,3	71215	0,9
Вал регулятора	3	1	0,3	54259	0,9
Вал редуктора	3	1	0,3	57560	0,9
Ролик	3	1	0,05	7065	0,15
Шасси ЛТЗ-155-ЗУ					
Вал ведомый привода ВОМ	3	1	0,3	70085	0,9
Вал ведущий привод ВОМ	3	1	0,3	69056	0,9
Вал вилок включения	3	1	0,3	30340	0,9
Ось промежуточной шестерни	3	1	0,1	17985	0,3
Вал силовой передачи	3	1	0,3	83084	0,9
Вал первичный	3	1	0,3	60589	0,9
Вал промежуточный	3	1	0,3	65812	0,9
Вал внутренний	3	1	0,3	58634	0,9
Вал вторичный	3	1	0,3	56520	0,9
Ось сателлитов	3	1	0,1	13471	0,3
Шестерня ведущая					
- правая	3	1	0,2	33641	0,6
- левая	3	1	0,2	33641	0,6
Водило заднего вала ВОМ	3	1	0,3	72063	0,9
Шестерня коронная	3	1	0,2	50642	0,6
Валик управления	3	1	0,5	101548	1,5
Вал передний	3	1	0,3	51433	0,9
Полуось левая	3	1	0,4	96649	1,2
Полуось правая	3	1	0,4	96649	1,2
Ось рычага с фланцем	3	1	0,15	33064	0,45
Вал ведущий привода					

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
ВОМ	3	1	0,3	65563	0,9
Валик редуктора ВОМ	3	1	0,3	57933	0,9
Вал первичный	3	1	0,3	51433	0,9
Вал вилок включения тормоза	3	1	0,3	42927	0,9
Ось шестерни	3	1	0,2	39881	0,6
Ось винта	3	1	0,2	30385	0,6
Вал раздаточной коробки	3	1	0,4	66618	1,2
Шестерня полуосевая	3	1	0,2	41116	0,6
Фланец диска	3	2	0,15	91517	0,9
ЛТЗ-60 АВ					
Двигатель ЛТЗ-60 АВ					
Опора шестерни	2	1	0,1	10042	0,2
Ось коромысел	2	1	0,05	8177	0,1
Вал распределительный	2	1	0,3	45216	0,6
Валик водяного насоса	2	1	0,1	12050	0,2
Ось натяжного ролика	2	1	0,1	8773	0,2
Зубчатое колесо ведущее	2	2	0,2	65081	0,8
Клапан редукционный	2	1	0,5	31915	1
Зубчатое колесо ведомое	2	1	0,2	58700	0,4
Клапан предохранительный	2	1	0,05	3165	0,1
Вал главного сцепления	2	1	0,3	36527	0,6
Вал регулятора	2	1	0,3	34002	0,6
Вал редуктора	2	1	0,3	30464	0,6
Ролик	2	1	0,05	6230	0,1
Коленчатый вал	2	1	0,1	23110	0,2
Шасси ЛТЗ-60 АВ					
Вал ведомый привода ВОМ	2	1	0,3	49074	0,6
Вал ведущий привод ВОМ	2	1	0,3	44933	0,6
Вал вилок включения	2	1	0,3	25502	0,6
Ось промежуточной шестерни	2	1	0,1	12083	0,2
Вал силовой передачи	2	1	0,3	35510	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	33098	0,6

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Вал промежуточный	2	1	0,3	37586	0,6
Вал внутренний	2	1	0,3	34044	0,6
Вал вторичный	2	1	0,3	33565	0,6
Ось сателлитов	2	1	0,1	9224	0,2
Шестерня ведущая					
- правая	2	1	0,2	32656	0,4
- левая	2	1	0,2	32656	0,4
Водило заднего вала ВОМ	2	1	0,3	41900	0,6
Шестерня коронная	2	1	0,2	32219	0,4
Валик управления	2	1	0,5	34967	1
Вал передний	2	1	0,3	47085	0,6
Полуось левая	2	1	0,4	59575	0,8
Полуось правая	2	1	0,4	59575	0,8
Ось рычага с фланцем	2	1	0,15	18041	0,3
Валик редуктора ВОМ	2	1	0,3	43679	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	38754	0,6
Вал вилок включения тормоза	2	1	0,3	25962	0,6
Ось шестерни	2	1	0,2	18689	0,4
Ось винта	2	1	0,2	22216	0,4
Вал раздаточной коробки	2	1	0,4	63001	0,8
Шестерня полуосевая	2	1	0,2	45367	0,4
Фланец диска	2	2	0,15	55254	0,6
Нью Холанд ТМ-165					
Двигатель Нью Холанд ТМ-165					
Вал распределительный	1	1	0,3	24115	0,3
Валик коромысла	1	1	0,05	2539	0,05
Ступица шкива	1	2	0,05	7240	0,1
Валик масляного насоса	1	1	0,05	2216	0,05
Палец ведомой шестерни	1	1	0,1	5381	0,1
Вал редуктора	1	1	0,3	23569	0,3
Вал регулятора	1	1	0,3	15795	0,3
Валик рукоятки	1	1	0,05	2453	0,05
Ролик	1	1	0,05	3140	0,05
Коленчатый вал	1	1	0,1	15600	0,1
Шасси Нью Холанд ТМ-165					

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Вал ведомый привода ВОМ	2	1	0,3	47160	0,6
Вал ведущий привод ВОМ	2	1	0,3	48607	0,6
Вал силовой передачи	2	1	0,3	40152	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	35871	0,6
Вал промежуточный	2	1	0,3	37710	0,6
Вал внутрений	2	1	0,3	36399	0,6
Вал вторичный	2	1	0,3	32081	0,6
Ось сателитов	2	1	0,1	9144	0,2
Водило заднего вала ВОМ	2	1	0,3	34854	0,6
Шестерня коронная	2	1	0,2	33234	0,4
Полуось левая	2	1	0,4	65412	0,8
Полуось правая	2	1	0,4	65412	0,8
Валик редуктора ВОМ	2	1	0,3	43566	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	35540	0,6
Ось шестерни	2	1	0,2	22377	0,4
Вал раздаточной коробки	2	1	0,4	43608	0,8
Джон Дир 82-40					
Двигатель Джон Дир 82-40					
Вал распределительный	2	1	0,3	57198	0,6
Ступица шкива	2	2	0,05	19217	0,2
Валик масляного насоса	2	1	0,05	5159	0,1
Вал регулятора	2	1	0,3	31033	0,6
Ролик	2	1	0,05	6752	0,1
Коленчатый вал	2	1	0,1	43106	0,2
Шасси Джон Дир 82-40					
Вал ведомый привода ВОМ	2	1	0,3	37228	0,6
Вал ведущий привод ВОМ	2	1	0,3	36354	0,6
Автомобили					
КамАЗ 55102С, 53215					
Двигатель КамАЗ 55102С, 53215					
Опора шестерни	7	1	0,1	41463	0,7
Ось коромысел	7	1	0,05	29981	0,35
Вал распределительный	7	1	0,3	189907	2,1
Коленчатый вал	7	1	0,1	131396	0,7

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Толкатель	7	16	0,05	187094	5,6
Валик водяного насоса	7	1	0,1	44663	0,7
Зубчатое колесо ведущее	7	2	0,2	165852	2,8
Зубчатое колесо ведомое	7	1	0,2	140514	1,4
Вал регулятора	7	1	0,3	136733	2,1
Ролик	7	1	0,05	22169	0,35
Шасси КамАЗ 55102С, 53215					
Вал вилок включения	7	2	0,3	198875	4,2
Ось промежуточной шестерни	7	1	0,1	38298	0,7
Вал первичный	7	1	0,3	139002	2,1
Вал промежуточный	7	1	0,3	137089	2,1
Вал раздаточной коробки	7	1	0,4	183577	2,8
Сумма				**48785790**	**910**

2.3 Обоснование производственной программы участка восстановления электроконтактной приваркой

Общая площадь восстановления всех деталей составляет ΣS = 48785790 мм^2.

Средняя производительность восстановления электроконтактной приваркой составляет 28000 мм^2/ч [ ].

Определим годовой фонд времени работы.

Годовой фонд времени работы одной установки при односменной работе и пятидневной рабочей неделе определяется по формуле [ ]:

$$\Phi_{НО} = (d_К - d_В - d_П) \cdot t_{СМ} - d_{ПП}, \quad (2.4)$$

где $d_К$ – число календарных дней;

$d_В$ – число выходных дней;

$d_П$ – число праздничных дней;

$t_{СМ}$ – продолжительность смены, ч;

$d_{ПП}$ – число предпраздничных дней.

$$\Phi_{НО} = (365 - 105 - 20) \cdot 8 - 5 = 1915, \text{ ч}$$

Определим количество станков необходимых для выполнения производственной программы:

$$N_{СТ} = \frac{\sum S}{P \cdot \Phi_{НО}}, \quad (2.5)$$

где Р – производительность восстановления электроконтактной приваркой порошковых материалов.

$$N_{СТ} = \frac{48785790}{28000 \cdot 1915} = 0{,}91 \text{ шт.}$$

Принимаем 1 станок.

В соответствии с проведенными расчетами на участке восстановления, предусматриваем 1 установку электроконтактной приварки марки 011-1-02 для восстановления наружных цилиндрических поверхностей.

Планировка участка восстановления приведена на 1 листе графического материала.

Очень важную роль при восстановлении играет выбор режимов приварки. При правильной разработке технологии процесса восстановления ресурс восстановленной детали должен быть не менее 80% ресурса новой. Применением композиционных материалов при электроконтактной приварке, можно увеличить ресурс восстановленной детали до ресурса новой.

2.4 Разработка технологии восстановления деталей машин композиционными материалами

2.4.1 Обоснование и выбор рационального способа восстановления

На участке восстановления могут восстанавливаться многие детали вращения цилиндрических форм.

Оптимальным является такой способ восстановления детали, который позволяет устранить ее дефект при наименьших материальных, трудовых затратах и восстанавливать ее работоспособность до уровня не ниже 80% от установленного для новой детали.

Рациональный способ восстановления деталей определяют пользуясь критериями технологическим, техническим и технико-экономическим.

Технологический критерии предусматривает возможность восстановления детали данным способом. Изношенные поверхности вала ведущей шестерни насоса НШ можно восстановить несколькими способами, в том числе и электроконтактной приваркой порошковых материалов.

Технический критерий оценивает каждый способ устранения дефектов детали с точки зрения восстановления свойств поверхности, то есть обеспечения работоспособности за счет достаточности твердости, износостойкости, сцепляемости покрытия восстановленной детали.

Технологический критерии выражается через коэффициент долговечности, под которым поднимается отношение долговечности восстановленной детали к долговечности новой детали.

Коэффициент долговечности $К_Д$ определяется как функция:

$$K_Д = f(K_U; K_B; K_{СЦ}), \tag{2.6}$$

где $К_U$ – коэффициент износостойкости;

$К_В$ – коэффициент выносливости;

$К_{СЦ}$ – коэффициент сцепляемости.

Для электроконтактной приварки порошков коэффициент долговечности $К_Д$=1,0 [ ].

Технико-экономический критерий является функцией двух аргументов – коэффициента долговечности восстановленной детали $К_Д$ и показателя экономичности Э.

$$K_{Т-Э} = \mathrm{f}(K_Д; Э), \tag{2.7}$$

Показатель экономичности предлагаемого способа восстановления может быть получен из сравнения стоимости восстановления детали $C_в$ и стоимости новой детали $C_н$.

Для сравнения можно пользоваться отношением стоимости восстановления и коэффициента долговечности $\frac{C_в}{K_д}$. Себестоимость восстановления 1м^2 электроконтактной приварки порошков $C_в$ = 28 у.е./м.

$$\frac{C_в}{K_Д} = \frac{28}{1,0} = 28 \text{ у.е./м}^2$$

2.4.2 Маршрутная технология восстановления вала шестерни насоса НШ

Выбор режимов и оборудования для электроконтактной приварки порошковых материалов

Для электроконтактной приварки порошковых материалов на наружные цилиндрические поверхности применяют установку 011-1-02. Требуемая твёрдость поверхности цапфы под втулку шестерни по Роквеллу составляет HRC 48…50. Марку и смесь порошка принимаем ПЖОМ1 + канифоль (15%). Перед приваркой порошка, восстанавливаемую поверхность очищают от масла, следов коррозии и заранее изготавливают порошковую шихту для восстановления приваркой определённого количества ведущих шестерен НШ. Приварка порошка происходит в два перехода: вначале шихту предварительно наносят на поверхность детали, через некоторое время затвердевает слой покрытия, затем включив продольную подачу суппорта производят сплошную приварку по винтовой линии.

Ориентировочный режим приварки шихты толщиной 1мм электродами с широкой рабочей части 4…5 мм на деталь диаметром 25,70мм [ ]:

-частота вращения детали – 4…5 мин$^{-1}$;

-ток-5 кА;

-продолжительность импульсов тока – 0,06 с;

-продолжительность пауз – 0,10 с;

-усилие сжатия роликовых электродов – 2000…3000 Н;

-расход охлаждающей жидкости – 1,5 – 2,0 л/мин.

Поверхность детали после приварки шлифуется на номинальный размер на шлифовальном станке 3Б12.

2.4.3 Расчёт норм времени на электроконтактную приварку порошковой шихты

Норму времени на электроконтактную приварку порошковой шихты рассчитываем по формуле [ ]:

$$T_n = T_o + T_B + T_{ДОП} + \frac{T_{ПЗ}}{n}, \qquad (2.8)$$

где T_o – основное время приварки, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

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

$T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Принимаем n = 6 шт.

T_B = 2…4 мин

$$T_O = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{V_n \cdot S} \cdot n, \qquad (2.9)$$

где d – диаметр деталей, м;

V_n – скорость приварки, м/мин;

l – ширина поверхности приварки, м;

S – шаг приварки, м, S = 0,004 м;

n – количество поверхностей приварки на одной детали;

Скорость приварки вычисляем по формуле:

$$V_n = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \qquad (2.10)$$

где n – обороты шпинделя станка, n = 5 мин$^{-1}$.

Скорость приварки цапфы под втулку:

$$V_n^{/} = \frac{3{,}14 \cdot 25{,}7 \cdot 5}{1000} = 0{,}403 \text{ м/мин.}$$

Скорость приварки шестерни по вершинам зубьев:

$$V^{//} = \frac{3{,}14 \cdot 54{,}6 \cdot 5}{1000} = 0{,}85 \text{ м/мин.}$$

Для цапф под втулку:

$$T_O = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}0257 \cdot 0{,}041}{0{,}403 \cdot 0{,}004} \cdot 6 = 12{,}30 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_O = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}0546 \cdot 0{,}121}{0{,}85 \cdot 0{,}004} \cdot 6 = 12{,}30 \text{ мин.}$$

$$T_{ДОП} = \frac{(T_O + T_B) \cdot K}{100} \qquad (2.11)$$

К = 8…10 %

Для цапфы под втулку:

$$T_{ДОП} = \frac{(12{,}30 + 4) \cdot 10}{100} = 1{,}63 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_{ДОП} = \frac{(6{,}10 + 4) \cdot 10}{100} = 1{,}01 \text{ мин.}$$

Для работ средней сложности:

$T_{ПЗ}$ = 20 мин.

$$T_{ОП} = T_O + T_B, \text{ мин.} \qquad (2.12)$$

Для цапфы под втулку:

$$T_{ОП} = 12{,}30 + 4 = 16{,}30 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_{ОП} = 6{,}10 + 4 = 10{,}10 \text{ мин.}$$

Штучное время вычисляем по формуле:

$$T_{ШТ} = T_{ОП} + T_{ДОП}, \qquad (2.13)$$

Для цапфы под втулку:

$$T_{ШТ} = 16{,}30 + 1{,}63 = 17{,}93 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_{ШТ} = 10{,}10 + 1{,}01 = 11{,}11 \text{ мин.}$$

$$T_{П} = 12{,}30 + 6{,}1 + 4 + 1{,}01 + \frac{20}{2} = 35{,}04 \text{ мин.}$$

Производим шлифование поверхности цапфы под втулку шестерни НШ диаметром 26 мм.

Установим режим обработки: поперечная подача t = 0,030 мм/ход; продольная подача $S_{ПР}$ = 20 мм/об; окружная скорость вращения детали V_O= 20 м/мин.

Частоту вращения детали определяем по формуле:

$$n = \frac{V_O}{\pi \cdot D}, \tag{2.14}$$

где D – диаметр цапфы, м

$$n = \frac{20}{3{,}14 \cdot 0{,}026} = 244{,}6 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем n = 245 мин$^{-1}$.

Число проходов для снятия припуска находим по формуле:

$$i = \frac{n}{t}, \tag{2.15}$$

где n – припуск на шлифование, мм.

$$i = \frac{0{,}2}{0{,}03} = 6{,}6$$

Принимаем i = 7.

Основное время определяем по формуле:

$$T_0^{'} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{пр}} K_З, \tag{2.16}$$

где $К_З$ – коэффициент запаса, $К_З$ = 1,5

$$T_0^{'} = \frac{136 \cdot 7}{245 \cdot 20} \cdot 1{,}5 = 0{,}29 \text{ мин.}$$

Полное основное время:

$$T_{0_1} = 2T_{0_1}^{'} = 2 \cdot 0{,}29 = 0{,}58 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время берем из [ ]:

$$T_В = 1{,}6 \text{ мин.}$$

2.5 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

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. В соответствии с этим Положением общее руководство и ответственность за организацию работ по охране труда возложена на директора предприятия. Ежегодно приказом директора филиала ответственность за организацию работ по охране труда возлагается в отраслях производства на главных специалистов, в структурных подразделениях – на их непосредственных руководителей.

Специалист по охране труда, который координирует деятельность структурных подразделений филиала по вопросам охраны труда и организует контроль за работой по созданию здоровых и безопасных условий труда.

На предприятии в соответствии со статьей 94 Трудового кодекса Российской Федерации нормальная продолжительность рабочего времени должна составлять 40 часов в неделю, для женщин 35 часов, для работников, занятых на работах с вредными условиями труда (сварщики) – не более 36 часов в неделю.

В период напряжённых и срочных работ, связанных с уборкой урожая ведётся суммированный учёт рабочего времени, при этом продолжительность смены может быть увеличена до 12 часов. Продолжительность ежегодных отпусков работников филиала должна быть не менее 28 календарных дней. Обучение работников филиала охране труда с 1996 года проводить в соответствии с Положением о профессиональной подготовке в области охраны труда в республики Татарстан.

В кабинете по охране труда специалист по охране труда должен проводит вводный инструктаж по охране труда, с поступающим на работу, прибывшими на практику или в командировку, о чём необходимо сделать запись в журнале регистрации вводного инструктажа с подписью инструктирующего и инструктируемого. Все остальные инструктажи

проводят (первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой) проводят непосредственно руководители работ. Проведение первичного, повторного, внепланового, инструктажей должна фиксироваться в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте, а целевого – в наряде-допуске.

В соответствии со статьёй 212 Трудового кодекса Российской Федерации на работах, производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам филиала должна выдаваться бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты.

На работах связанных с загрязнением в соответствии со статьёй 184 Трудового кодекса Республики Татарстан на работах с вредными условиями труда, работникам нужно выдавать бесплатно молоко, а так же мыло. Норма выдачи молока составляет 0,5 л в смену, а мыла - 400 грамм в месяц на одного работника.

В соответствии со статьёй 213 Трудового кодекса Российской Федерации работники, занятые на тяжёлых работах и работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением трактора, должны проходить обязательные предварительные медицинские осмотры для определения пригодности их к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний. На предприятии проводить медицинские осмотры как при поступлении их на работу, так и периодические медосмотры.

Объектом ВКР является участок восстановления деталей электроконтактной приваркой, в частности установка 011-1-02 для электроконтактной приварки.

Деталь поступает на участок восстановления после операции: мойки, дефектовки, правки и шлифования. На изношенную подготовленную поверхность приваривается слой порошка после чего деталь проходит операции: шлифования и контроля.

В разделе 2 выпускной работы выполнена планировка участку по восстановлению валов. 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.

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.

2.5.1 Расчет и выбор предохранителя

В четвертом разделе дипломного проекта спроектирован подающий бункер. Привод бункера осуществляется электродвигателем. При попадании в бункер инородных частей возможно заклинивание валов бункера в результате может выти из строя электродвигатель. Подберем предохранитель для защиты электродвигателя от перегрузок.

Исходные данные: номинальная мощность электродвигателя привода подающего бункера P = 1,5 кВт;

номинальное напряжение питающей сети $U_{с\ ном}$=220 В ± 10%.

Выбор пребдохранителя производится по следующим параметрам:

$$U_{п\,н} \geq U_{с\,ном}, \quad (2.17)$$

где $U_{п\,н}$ – номинальное напряжение предохранителя, В.

$$I_{в\,н} \geq I_{р\,max}, \quad (2.18)$$

где $I_{в\,н}$ – номинальная сила тока плавкой вставки, А;

$I_{р\,max}$ – максимальная рабочая сила, потребляемая аппаратом, А.

$$I_{р\,max} = P/U_{с\,min}, \quad (2.18)$$

где $U_{с\,min}$ – минимально допустимое напряжение сети, В.

$$U_{с\,min} = 0{,}9\ U_{с\,ном} = 0{,}9 \cdot 220 = 198\ В.$$

$$I_{р\,max} = 1500/198 = 7{,}5\ А.$$

По найденным параметрам выбираем стандартный предохранитель типа ПРС, который имеет следующие параметры:

$$U_{п\,н} = 220\ В,\ \ I_{в\,н} = 8\ А,$$

2.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;

- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;

- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

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

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПОВОРОТНОЙ СВАРОЧНОЙ ГОЛОВКИ

3.1 Устройство и принцип работы конструкции

Устройство содержит корпус 8 (рисунок 3.1) 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.

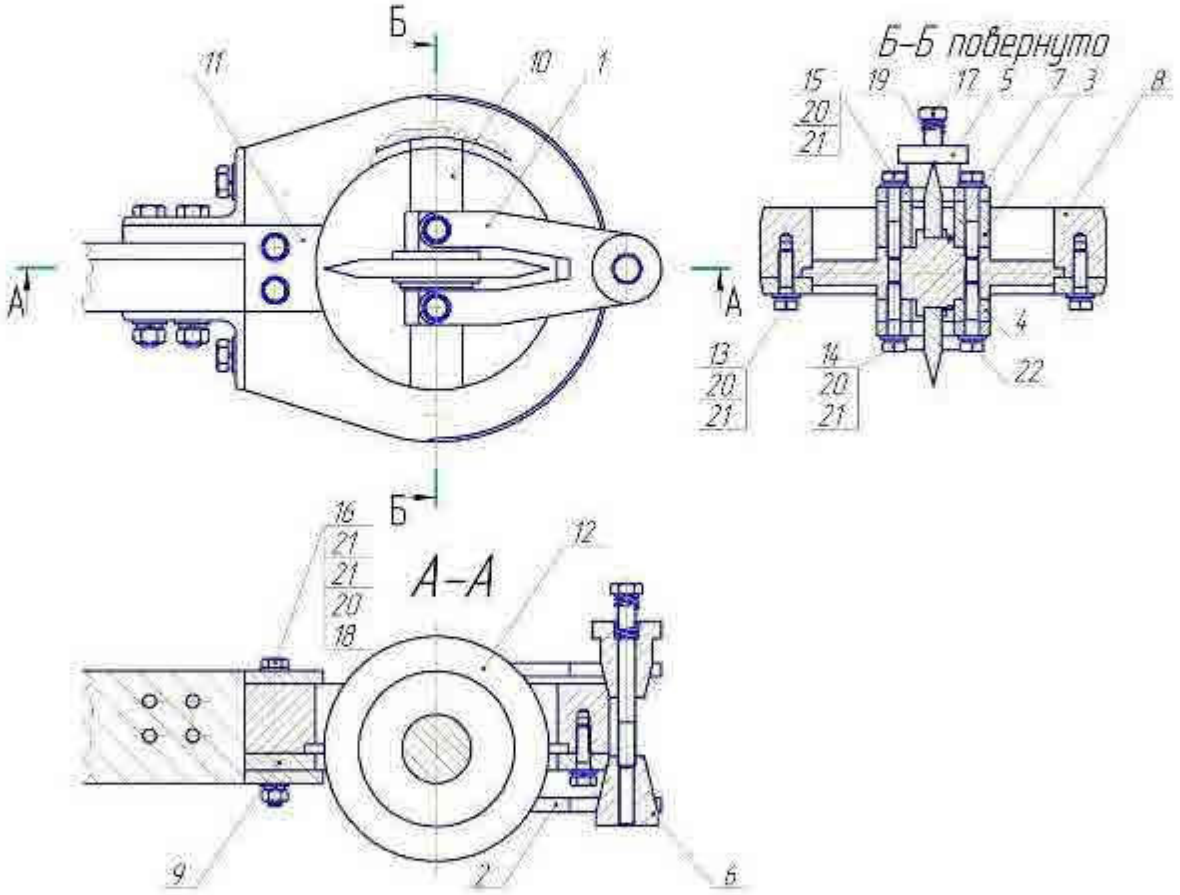


Рисунок 3.1 - Поворотная сварочная головка.

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.

3.2 Расчет элементов конструкции

3.2.1 Подбор пружины

Определим диаметр проволоки по формуле [ ]:

$$d = 1{,}6\sqrt{\frac{F_{пред} \times c \times k}{[\tau]}}, \qquad (3.1)$$

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

c - индекс пружины

c = 4…12 [ ];

k - коэффициент, учитывающий кривизну витков;

$[\tau]$- допустимые напряжения кручения

$[\tau]$=750 МПа [ ].

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

Коэффициент, учитывающий кривизну витков определим по формуле [ ]:

$$k = \frac{4 \times c + 2}{4 \times c - 3}, \qquad (3.2)$$

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

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 мм [ ].

Определим необходимое количество рабочих витков по формуле [ ]:

$$z_р = \frac{G \times d^4 \times \lambda}{8 \times F_{пред} \times D^3}, \qquad (3.3)$$

где: G - модуль упругости при кручении

$G = 8 \times 10^4$ МПа [ ]

λ - деформация пружины (по конструктивным особенностям устройства принимаем λ = 10 мм);

D - средний диаметр пружины (по конструктивным особенностям устройства принимаем D = 12 мм).

тогда рабочее число витков будет равно:

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

принимаем $z_р$ = 7 шт.

Определим полное число витков по формуле [ ]:

$$z = z_р + 2, \qquad (3.4)$$

$z = 7 + 9 = 9$шт.

Определим шаг навивки пружины по формуле [ ]:

$$P = \frac{\lambda}{z_р} + d + \Delta, \qquad (3.5)$$

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

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

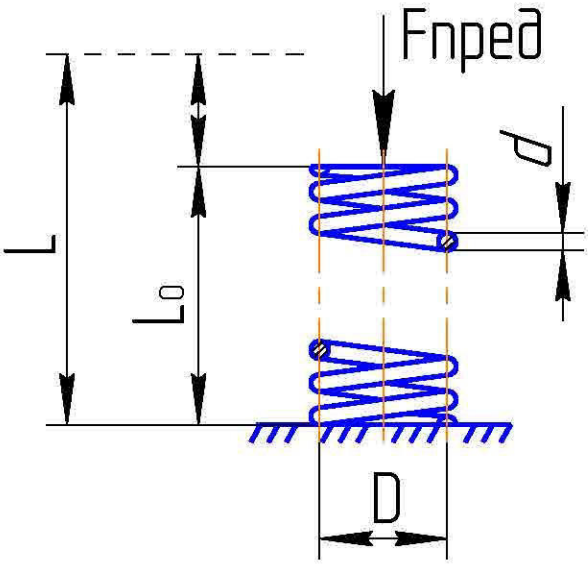


Рисунок 3.2 - Схема расчета пружины.

Определим длину сжатой пружины по формуле [ ]:

$$L = (z - 0{,}5) \times d, \tag{3.6}$$

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

Определим длину ненагруженной пружины по формуле /3/:

$$L_0 = L + z_p \times (p - d), \tag{3.7}$$

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

3.2.2 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.

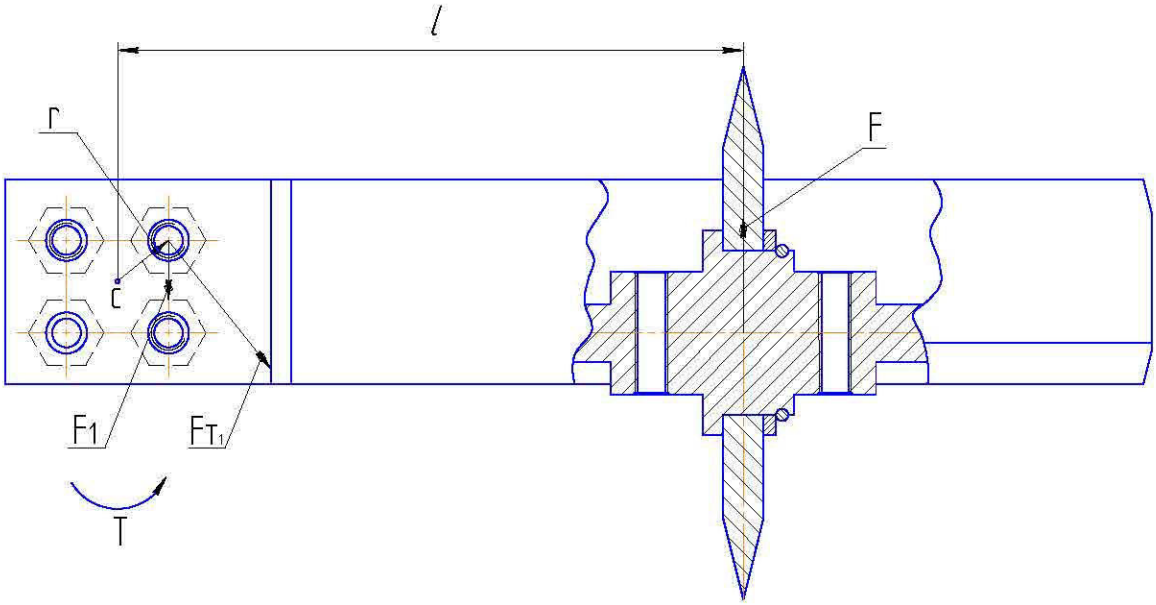


Рисунок 3.3 - Схема расчета болтов крепления.

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

$$F_1 = \frac{F}{z_б}, \tag{3.8}$$

где: $z_б$ – количество болтов, шт.

$$F_1 = \frac{3000}{4} = 750кН.$$

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 = 0,015м.

Нагрузка от момента Т:

$$F_{T_1} = \frac{T \times r}{\sum_1^z \times r^2}, \tag{3.9}$$

Момент определим по формуле (1.10):

$$T = F \times l, \tag{3.10}$$

где: l - расстояние от точки приложения силы до точки С (l = 0,155м.).

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

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):

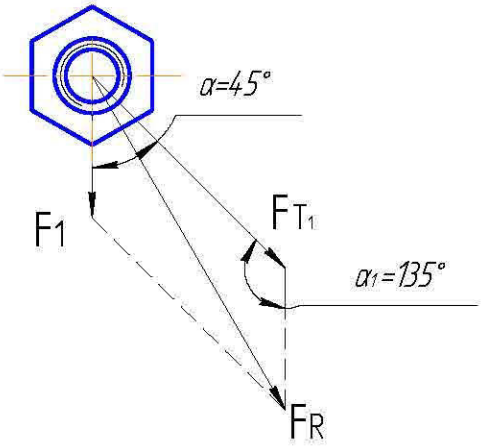


Рисунок 3.4 - Схема определения результирующей силы, действующей на один болт.

$$F_R = \sqrt{F_1^{\,2} + F_T^{\,2} - 2 \times F_1 \times F_{T_1} \times \cos\alpha_1}, \qquad (3.11)$$

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

Определим диаметр болта.

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

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \times F_R}{\pi \times z_{ст} \times [\tau_{ср}]}}, \qquad (3.12)$$

где: $z_{ст}$ - количество стыков, шт.;

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

$$[\tau_{ср}] = 0{,}3 \times \sigma_т, \qquad (3.13)$$

где: $\sigma_т$ - предел текучести, МПа

$\sigma_т$ =200МПа [ ]

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

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 = 10мм. и резьбой М10.

3.2.3 Расчет оси

Расчет на срез опорных поверхностей.

Для расчета на срез опорных поверхностей воспользуемся схемой расчета (рисунок 3.5).

Напряжение среза:

$$\tau_{ср} = \frac{F_{1_{ср}}}{A}, \qquad (3.14)$$

где: $F_{1_{ср}}$ - усилие среза на одну опору, Н;

А - площадь среза, мм.^{2}

$$F_{1_{ср}} = \frac{F}{n}, \qquad (3.15)$$

где: n – количество опорных поверхностей, шт.

$$F_{1_{ср}} \frac{3000}{2} = 1500 Н.$$

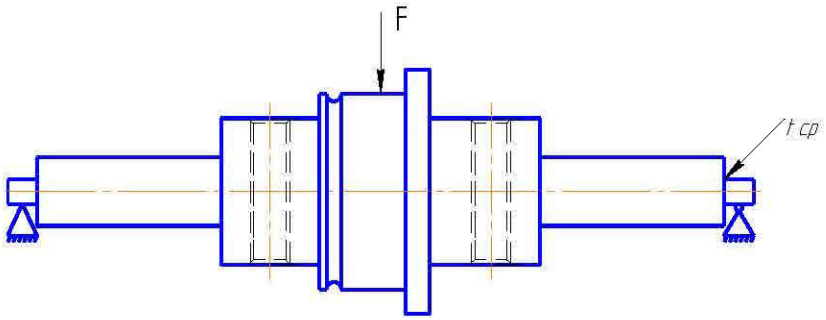


Рисунок 3.5 - Схема расчета опорных поверхностей на срез.

Площадь среза:

$$A = a \times b, \tag{3.16}$$

где: a - ширина площади среза, мм.;

b - высота площади среза, мм.

$A = 30 \times 5 = 150 мм^2$;

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

Для БрБ2 $[\tau_{ср}]$ = 15,00 МПа [ ].

Определим запас прочности:

$$k = \frac{[\tau_{ср}]}{\tau_{ср}}, \tag{3.17}$$

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

Запас прочности обеспечен.

Расчет оси на изгиб.

Определение реакций опор.

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

$$\left.\begin{matrix} \sum M_A = 0 \\ \sum M_B = 0 \end{matrix}\right\}, \tag{3.18}$$

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

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

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

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

Построение эпюры изгибающих моментов от действия внешних сил.

$$M_{A-C} = R_A \times x \qquad 0 \le x \le l \tag{3.19}$$

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

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

$$M_{C-B} = R_A \times (l + x) - F \times x \qquad 0 \le x \le l \tag{3.20}$$

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

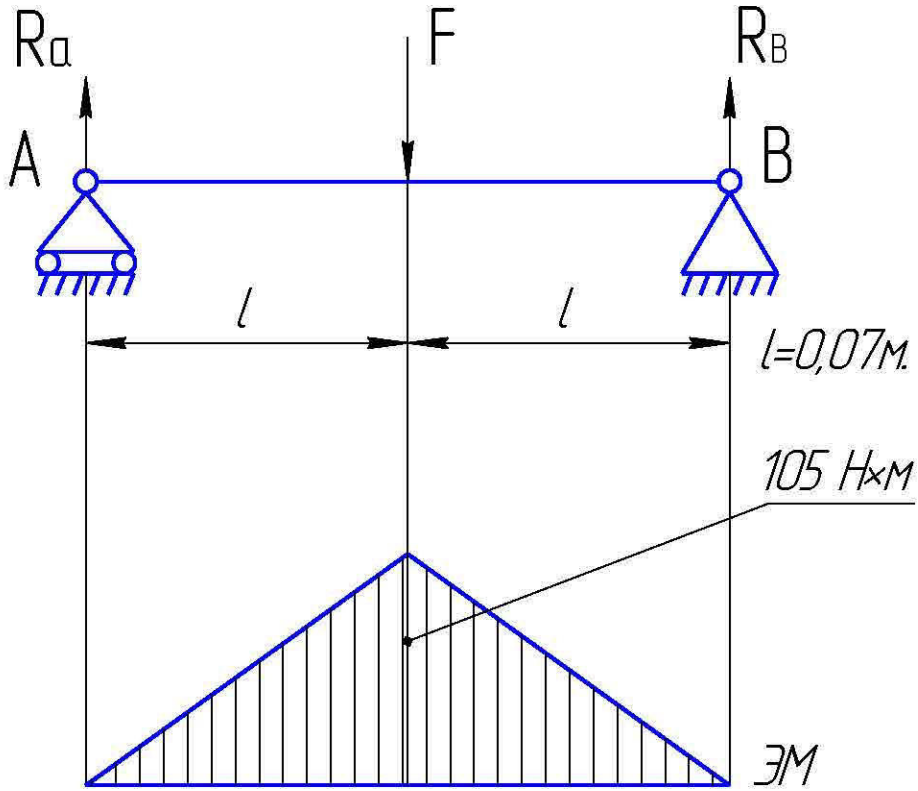


Рисунок 3.6 - Эпюра изгибающих моментов.

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

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x}, \tag{3.21}$$

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

$$W_x = 0{,}1 \times d^3, \tag{3.22}$$

где: d-место посадки ролика, мм

d = 40 мм.

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

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

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

3.3 Экономическая часть

3.3.1 Экономическое обоснование сварочной головки

Затраты на изготовление и модернизацию сварочной головки определяют по формуле:

$$C_{ц.констр.} = C_к + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (3.23)$$

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

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

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

$C_{сб.п}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке 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…1,5).

Стоимость изготовления корпусных деталей сварочной головки определяют по формуле:

$$C_к = Q_п \cdot Ц_{к.д}, \quad (3.24)$$

где $Q_п$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей сварочной головки, кг.;

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

$C_к$=44·80 = 3520 руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей сварочной головки определяют по формуле:

$$C_{о.д} = C_{зп} + C_м, \quad (3.25)$$

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

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

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

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (3.26)$$

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

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

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

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{пр} = Z_{ч} \cdot T_{ср} \cdot K_{t}, \quad (3.27)$$

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

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

K_{t} – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, (K_{t}=1,025…1,03).

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

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{доп} = \frac{(5...12) \cdot C_{пр}}{100}. \quad (3.28)$$

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

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц} = \frac{4{,}4 \cdot (C_{пр} + C_{д})}{100}. \quad (3.29)$$

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

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

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{м} = Ц \cdot Q_{з}, \quad (3.30)$$

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

$Q_{З}$ – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_з = \frac{Q_д}{K_з}, \quad (3.31)$$

где $Q_д$ – масса детали, кг;

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

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

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

$K_з$ – коэффициент использования массы заготовки ($K_з$=0,29…0,99).

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

$$C_{зп.сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (3.32)$$

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

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

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{\eta} \cdot K_t, \quad (3.33)$$

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

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

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{д.сб} = \frac{(5...12)C_{сб}}{100}. \quad (3.34)$$

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

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(C_{сб} + C_{д.сб})}{100}. \quad (3.35)$$

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

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

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление сварочной головки определяют по формуле:

$$C_{оп} = \frac{C^1_{пр} \cdot П_{оп}}{100}, \quad (3.36)$$

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

$П_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, ($П_{оп}$ = 69,5).

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

$$C_{констр}=3520+8495+16000\times1{,}5+2838+4581=43434 \text{ руб.}$$

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:

$$W_ч = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_ц}, \quad (3.37)$$

где $T_ц$ – время одного рабочего цикла, мин.

τ – коэффициент использования рабочего времени смены (τ = 0,60…0,95).

$$W_{ч0} = \frac{60 \cdot 0.9}{360} = 0{,}150 \text{ шт/час.}$$

$$W_{ч1} = \frac{60 \cdot 0.9}{240} = 0{,}225 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.38)$$

где G – масса сварочной головки, кг;

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

$T_{сл}$ – 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:

$$F_e = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год}}, \quad (3.39)$$

где $C_б$ – 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:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (3.40)$$

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:

$$Э_e = \frac{N_e}{W_ч}, \quad (3.41)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

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

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

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рто} + A \quad (3.42)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e, \quad (3.43)$$

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

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

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_e, \quad (3.44)$$

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

$$C_{Э1}=2,88\times16,66=48 \text{ руб.}$$

$$C_{Э2}=2,88\times11,11=32 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто}=\frac{C_б\cdot H_{рто}}{100\cdot W_ч\cdot T_{год}}, \quad (3.45)$$

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

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

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

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A=\frac{C_б\cdot a}{100\cdot W_ч\cdot T_{год}}, \quad (3.46)$$

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:

$$C_{прив}=S+E_н\cdot F_e=S+E_н\cdot k, \quad (3.47)$$

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{прив0} = 874,7 + 0,15\times 765,7 = 989,5 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{прив1} = 611,1 + 0,15\times 643,4 = 707,6 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$Э_{год}=(S_0-S_1)\cdot W_ч\cdot T_{год}. \quad (3.48)$$

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

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$Е_{год} = \left(С^{0}_{прив} - С^{1}_{прив}\right) \cdot W_{ч} \cdot Т_{год}.$$

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

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$Т_{ок} = \frac{С_{б1}}{Э_{год}}, \qquad (3.49)$$

где $С_{б1}$ – балансовая стоимость спроектированной сварочной головки, руб.

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

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$Е_{эф} = \frac{Э_{год}}{С_{б}}. \qquad (3.50)$$

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

3.4 Обеспечение безопасности труда при эксплуатации сварочной головки

В разделе 3 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 *PE*-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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по организации ремонта автотракторных деталей.

Разработанная технология восстановления 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 вложении на организацию и внедрение технологии ремонта автотракторных двигателей в условиях инновационного научно-производственного центра составляет 2,4 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

2. 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.

3. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентоведение [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.

4. 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.

5. Берлинов М.В.Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань»,2011, 1-е изд.-288 с.).

6. 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.

7. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. - С 392.

8. 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.

9. Власов В.М. и другие. Учебник. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.; издательский центр «Академия»; 2013.-321с.

10. 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.

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

12. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.

13. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: ФОРУМ: ИНФРА - М, 2009. - С 280.

14. 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.

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

16. 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.

17. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. - С 309.

18. 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.- С 44.

19. 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.

20. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.

21. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010,512 с).

22. 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.

23. 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.

24. Паспорт универсального обкаточного стенда ОР-6877-ГОСНИТИ - М.: ГОСНИТИ, 1993.

25. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.I, 2006.- С 348.

26. Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олдфильд В.Д., Устройство и эксплуатация автотранспортных средств, Учебник. - М.: "Транспорт" 2011. - С 430.

27. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. - С 227.

28. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.

29. 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.

30. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005. - С 472.

31. 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

32. 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.