

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Технический сервис

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование участка по восстановлению изношенных деталей с разработкой зажимного приспособления для электроконтактной приварки

Шифр ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.00.00.000 ПЗ

Студент группы 2341С

подпись

Лямин П.А.
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 _____2017)

Зав. кафедрой д.т.н. профессор
ученое звание

подпись

Адигамов Н. Р.
Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности гидравлических насосов и моторов	
1.2. Виды дефектов и методы их устранения	
2 ПРОЕКТ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИМПОРТНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	
2.1 Обоснование актуальности восстановления деталей	
2.2 Номенклатура и способы восстановления деталей	
2.3 Выбор оборудования для восстановления деталей	
2.4 Расчет производственных площадей и общая компоновка участка	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛА ПРИВОДА ГИДРОНАСОСА ТРАНСМИССИИ СВЕКЛОПОГРУЗЧИКА «МАХТРОН 620»	
3.1 Конструкторско-технологическая характеристика детали	
3.2 Маркировка конструкционных сталей по международным стандартам	
3.3 Выбор присадочного материала и режимов электроконтактного напекания	
3.4 Маршрутная технология восстановления вала привода ГСТ	
4 РАЗРАБОТКА ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ НАПЕКАНИЕМ	
4.1 Обоснование необходимости разработки конструкции	
4.2 Обзор приспособлений для зажима деталей и определение основных элементов разрабатываемой конструкции	
4.3 Конструктивные расчеты разрабатываемого приспособления	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	

5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве	
5.2 Мероприятия по охране окружающей природы	
6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ЛИТЕРАТУРА	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Татарстан за последние годы произведена значительная работа по обновлению парка машин сельскохозяйственного назначения. Созданы десятки машинно-технологических станций, оснащенных самыми передовыми образцами техники от мировых производителей. Высокие технико-эксплуатационные показатели этих машин способствуют их все большему распространению даже на предприятиях среднего уровня. Несмотря на их высокую надежность с увеличением наработки возникают отказы. Если в период гарантийного обслуживания, устранение неисправностей производилось за счет фирмы представителя, то с истечением этого времени поддержание техники в исправном состоянии требует значительных средств. Из-за высокой стоимости запасных частей к импортной технике и возможного простоя за время доставки, восстановление изношенных деталей является самым доступным способом поддержания парка машин в работоспособном состоянии.

Как показывают исследования, предельные износы 85% деталей не превышают 0,3 мм, причем многие из них имеют остаточные ресурсы 60% и более и только 20% деталей тракторов, поступающих в ремонт, подлежат окончательной выбраковке. Остальные можно восстановить, причем себестоимость восстановления составит 15...70% себестоимости изготовления.

В экономически развитых странах на рынке запасных частей восстановленные детали преобладают, они в 1,5...2,5 раза дешевле новых, а по ресурсу, как правило, не уступают им. Это достигается, прежде всего, за счет участия в нем фирм, производящих машины и специализированных фирм по восстановлению изношенных деталей. Например, на мотороремонтном заводе английской фирмы "Бинз Индастриз Лимитед" ремонтируют ежегодно около 60 тыс. двигателей типа "Форд" и восстанавливают блоки цилиндров, головки блоков, коленчатые и

распределительные валы, шатуны, гильзы и другие дорогостоящие детали. Аналогично поставлено восстановление деталей на ремонтных заводах компании "Перкинс" и других.

Примером современного организационного и технологического уровня восстановления деталей может служить Швейцарская компания "Кастолин+Ютектик", имеющая дочерние предприятия в странах Европы и США. Разработка технологий, оборудования и материалов документации на восстановление деталей проводят в исследовательском центре, насчитывающем около двух тысяч специалистов, а также в исследовательских лабораториях, находящихся в различных странах.

Из выше приведенных примеров видно, что восстановление изношенных деталей широко развито в европейских странах. Организация восстановления изношенных деталей в условиях ремонтной мастерской также позволит решить большинство проблем, связанных с эксплуатацией техники. В связи с этим целью данной работы является проект участка восстановления изношенных деталей для рядовых хозяйств РТ.

Для осуществления поставленной цели в выпускной квалификационной работе решаются следующие задачи:

- проект участка восстановления деталей;
- разработка технологического процесса восстановления вала привода ГСТ;
- конструирование приспособления для напекания порошков на шлицы;
- обеспечение безопасных условий труда;
- технико-экономическое обоснование проекта.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности гидравлических насосов и моторов

Одними из наиболее сложных гидравлических оборудований являются разнотиповые насосы, которые чаще всего применяются в машинных гидроприводах. От гидропривода самоходной машины зависит очень многое, а он в свою очередь, прочно связан с работоспособностью насоса. Если происходит ситуация, в которой отказывает насос, то полностью исчезает возможность запуска хоть одного из гидродвигателей. Работу гидромоторов и насосов часто приравнивают к работе гидромашины, однако имеются некоторые отличия в их действии. К примеру, наличие дополнительных гидроэлементов в насосах для закрытых схем привода аксиально - поршневого типа.

Основное предназначение гидронасоса является наполнение трубопроводов рабочей жидкостью и является одним из источников для создания требуемого давления в гидравлической системе. Это возможно только в случае если механическая энергия в двигателе внутреннего сгорания преобразуется в энергию потока используемой рабочей жидкости. Для создания давления в системе гидравлики требуется создание сопротивления основному потоку используемой жидкости с помощью нагрузки извне на гидромоторном или гидроцилиндрическом валу.

Основное предназначение гидромотора является приведение в рабочее состояние исполнительного механизма оборудования и машин. Для этого гидромотору требуется преобразовать энергию потока жидкости, которая развивается гидронасосом, в энергию вращения выходного вального механизма. Выходной вал гидромотора и гидронасоса испытывает огромные нагрузки во время работы механизма и шлицевые соединения очень часто не выдерживают таких нагрузок.

Основными дефектами шлицевых валов являются износ опорных шеек, износ и разрушение шлицев, деформация вала, износ резьбовых участков.

Износ шеек под шарикоподшипники не превышает 0,3 мм. Износ шеек, сопрягаемых с сальниками и втулками, может достигнуть 0,6...0,9 мм. Шлицы изнашиваются преимущественно в верхней части боковой поверхности. Около 90 % шлицев с/х машин имеют износ 0,4...0,6 мм, а остальные 10 % - не более 1-го мм.

Шлицевые валы, центрируемые по наружному диаметру, изнашиваются по этому диаметру и соответственно требуют восстановления данной поверхности. Валы, центрируемые по боковой поверхности шлицев, износа по наружному диаметру обычно не имеют, однако в процессе работы деформируются.

1.2. Виды дефектов и методы их устранения

Шлицы изнашиваются преимущественно по боковой поверхности. Их износ по ширине у деталей автомобилей составляет 0,4...0,6 мм, иногда до 1,0 мм, тракторов — 1...2, иногда до 3...4 мм. У шлицевых валов, центрируемых по наружному диаметру, изнашивается также и эта поверхность. Износ по наружному диаметру обычно составляет 0,1...0,2 мм, но может достигать 0,6...0,7 мм.

Изношенные шлицы восстанавливают следующими способами:

- заменой шлицевой части детали;
- ручной или механизированной дуговой наплавкой;
- пластическим деформированием;
- напеканием металлических порошков;
- электроконтактной наплавкой с одновременной осадкой (комбинированный способ).

Заменой шлицевой части иногда ремонтируют внутренние шлицы. Шлицевое отверстие растачивают так, чтобы его диаметр был больше диаметра впадин шлицев на 0,5...1,5 высоты шлица. Затем изготавливают шлицевую втулку и запрессовывают ее в расточное отверстие. Втулку дополнительно крепят штифтами или приваривают в нескольких местах.

Широко применяют дуговую наплавку шлицев. Ручная наплавка малопроизводительна. Поэтому чаще используют механизированную наплавку в среде углекислого газа, под флюсом и вибродуговую наплавку. Наплавку выполняют продольными валиками или по винтовой линии. При продольной наплавке шлицев шириной до 5...6 мм впадину полностью наплавляют, а у крупных шлицев наплавляют только изношенную сторону шлица. Чтобы уменьшить деформацию вала при продольной наплавке, надо уложить валики во впадины поочередно с диаметрально противоположных сторон. Наплавку по винтовой линии обычно применяют при восстановлении мелких шлицев.

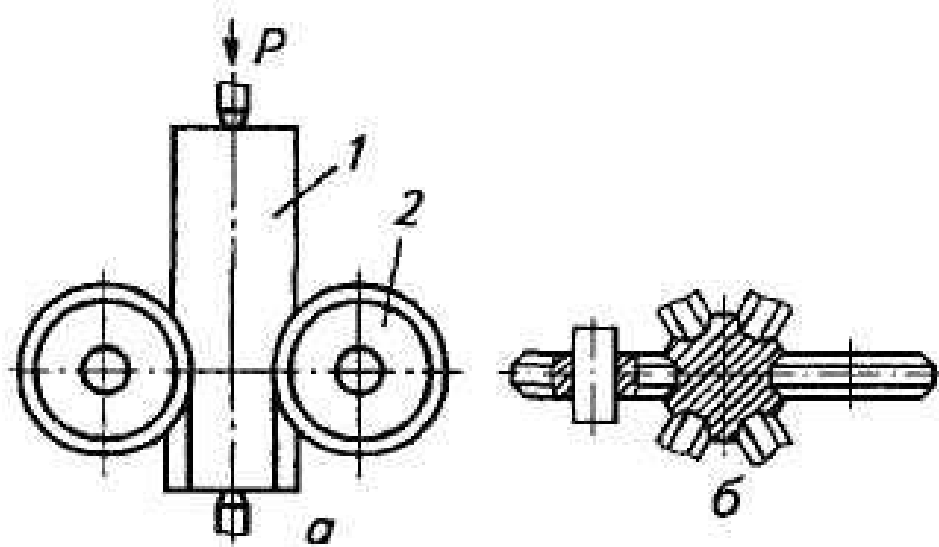
При наплавке шлицев по винтовой линии в 2...3 раза повышаются расход проволоки и электроэнергии, трудоемкость наплавки и последующей механической обработки, увеличивается деформация детали. Продольная наплавка более экономична.

Наплавочные материалы и режимы наплавки выбирают по справочникам, исходя из технических требований (твердость и др.) и размеров детали. Например, шлицевые валы, изготовленные из среднеуглеродистых сталей 30, 35 и 45, часто наплавляют в среде углекислого газа проволокой Нп-30ХГСА диаметром 1,6...2,0 мм при следующем режиме: сила тока (обратной полярности) 220...240 А; напряжение 22...24 В; шаг наплавки (продольная подача) 3,5...4,0 мм/об., частота вращения детали 3...4 мин⁻¹; скорость подачи проволоки 165... 170 м/ч; вылет электрода 14... 18 мм; смещение электрода 8... 10 мм.

После наплавки вал при необходимости правят, протачивают по наружному диаметру, фрезеруют и шлифуют шлицы. При центрировании шлицевого соединения по наружному диаметру его после обточки шлифуют. Если по техническим требованиям необходимо обеспечить повышенную твердость шлицев, то после фрезерования шлицы закаливают в масле при нагреве до температуры 850°С, отпускают при температуре 200...250°С и шлифуют.

В результате наплавки шлицев вал деформируется, происходит термическое воздействие на соседние с ним участки. Этого можно избежать при пластическом деформировании — раздаче с одновременным или последующим калиброванием. Малоизношенные шлицы деформируют без нагрева. При износе более 0,6 мм проводят предварительную нормализацию детали при нагреве до температуры 800...850 °С.

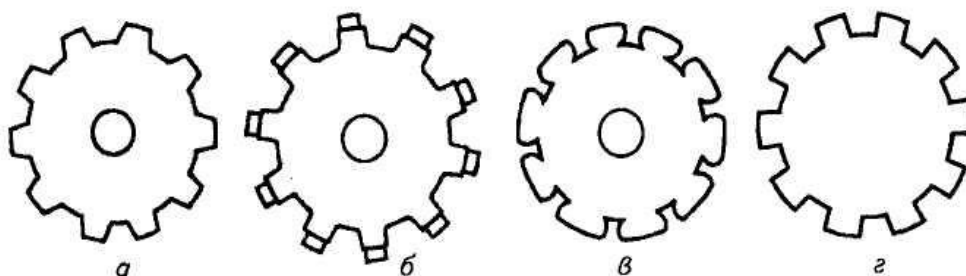
Раздачу выполняют проталкиванием вала (рисунок 1.1, а) на гидравлическом прессе с усилием до 50 кН через вращающиеся ролики специальной многороликовой головки, установленной на столе пресса. Стол пресса снабжен выталкивателем. Вал с изношенными шлицами закрепляют в центрах силового цилиндра пресса и выталкивателя. При обратном ходе вал выталкивается из головки. Ролики диаметром 60...80 мм имеют деформирующий выступ (клин) с углом 85...90°, который внедряется в шлиц и раздает его по ширине. Раздачу малоизношенных шлицев выполняют роликами, снабженными ребрами для одновременного калибрования шлицев по ширине. Шлицы с большим износом после раздачи калибруют (рисунок 1.2, б) или подвергают механической обработке. При необходимости их закаливают до необходимой твердости.



1 – шлицевой вал; 2 – ролик.

Рисунок 1.2 - Схема раздачи (а) и калибрования (б) шлицев:

Раздачей можно восстанавливать шлицы с износом до 2 мм. При больших износах применяют комбинированный способ, заключающийся в том, что вдоль шлицев к их вершинам электроконтактным способом приваривают стальную полосу или проволоку. В процессе приварки полосы (проволоки) шлиц разогревается и деформируется под действием усилий от сварочных роликов, в результате чего уменьшается его высота и увеличивается ширина. При этом компенсируется износ шлица с учетом припуска на последующую механическую обработку (рисунок 3.3). Отрезки полосы необходимой длины и толщины предварительно прихватывают в одной или нескольких точках, а затем приваривают по всей длине и одновременно раздают шлицы.



а – изношенного; б – с присадочным материалом; в – после приварки; г – после обработки.

Рисунок 1.3 - Сечение шлицевого вала:

Одновременно восстанавливают два противоположных шлица со скоростью 0,5...0,8 м/мин. После приварки ленты и осадки одной пары шлицев ролики разводят и вал поворачивается на необходимый угол для восстановления следующей пары шлицев. Наваренные и деформированные шлицы подвергают механической обработке.

При восстановлении изношенных боковых участков шлицев можно применить электродуговую наплавку. Для валов с мелкими шлицами, впадины между последними полностью заправляют. Для того чтобы уменьшить деформацию вала, наплавляют поочередно шлицы на диаметрально противоположных его сторонах. Наплавку ведут электродами ОЗН-300, ОЗН- 350 диаметром 4...5 мм, на обратной полярности, при силе

тока 200...250 А.

Кольцевую наплавку по спирали применяют и для валов с крупными высокими шлицами, однако их предварительно обрабатывают (обтачивают или обдирают крупнозернистым кругом), уменьшая высоту шлицев до 6...8 мм.

Это усложняет восстановительный процесс и он становится дороже. Общим недостатком всех способов наплавки шлицев по спирали с заплавлением впадин является то, что при этом в 2...3 раза увеличивается расход электродного материала и электроэнергии, соответственно повышается трудоемкость наплавочных работ и последующей механической обработки.

Существенно возрастает так же деформация деталей и, кроме того, вследствие большого нагрева нарушается термическая обработка практически всех участков детали.

Значительно более экономична продольная наплавка боковых поверхностей шлицев на 1,2...2,0 мм. Это позволяет в дальнейшем обеспечивать нормальный размер вала по центрирующему диаметру. Наплавленный вал отжигают на высокочастотной установке, что облегчает механическую обработку. Обтачивают вал резцом с твердосплавной пластиной Т15К6 при частоте вращения 400 мин^{-1} .

Для валов с крупными шлицами применим способ восстановления шлицев контактной сваркой и давлением. При этом способе к вершинам шлицев контактной сваркой приваривают присадочный материал (полосу или проволоку) с одновременной осадкой и раздачей шлицев по ширине. Присадочный материал может подаваться из кассеты, находящейся на сварочной машине, или подготавливаться в виде отрезков необходимой длины с предварительной прихваткой их к шлицам в одной или нескольких точках. Осадка и раздача шлицев при сварке компенсирует износ и обеспечивает припуск на последующую обработку.

Шлицевой вал с присадочным материалом закрепляют в установочном

приспособлении и пневмоцилиндром прижимают к сварочным роликам. После включения сварочного тока одному из роликов сообщают колебательное движение посредством профильного кулачка.

При сближении роликов происходит осадка нагретых до температуры сварки участков шлицев, контактирующих с роликами, а при разведении роликов на некоторую величину – перемещение вала на 10...15 мм и нагрев следующих участков. Таким образом, происходит наплавка и осадка одновременно двух шлицев по всей их длине. Скорость наплавки двух шлицев на оптимальных режимах составляет 30-50 м/ч.

При небольшом износе шлицев восстановить их можно методом пластического деформирования роликовыми раскатными головками.

Способ основан на раздаче шлицев по ширине, преимущественно в верхней его части, вдавливанием ролика. При этом удастся компенсировать износ шлицев на величину до 2 мм.

Шлицеремонтную головку монтируют на прессе. Шлицевой участок нагревают до температуры 800 °С с помощью индукционной высокочастотной установки. Необходимое усилие для раскатки около 25 т.с. Припуск на последующую обработку необходимо давать 0,2...0,25 мм, что позволяет применять точное шлицефрезерование, получить высокую точность обработки и шероховатость поверхности в пределах 6...7. Но необходимость на предприятии восстанавливать шлицевые валы различных размеров, с износом, который может достигать до величины 3...4 мм делает применение этого вида нецелесообразным. Самым оптимальным по экономическим и технологическим критериям, является метод электроконтактной напекания.

Способ электроконтактного напекания металлических порошков позволяет получить высокие износостойкие свойства покрытий. При этом достигается ресурс восстановленных валов не ниже ресурса новых. Технологический процесс восстановления экологически безвреден, достаточно изучен и вполне применим в условиях ремонтных мастерских

хозяйств нашей республики.

Разработка технологии восстановления шлицевых поверхностей вышеописанным способом позволит расширить технологические возможности установки электроконтактного напекания и номенклатуру восстанавливаемых деталей. При составлении технологического процесса восстановления деталей импортной техники важно знать маркировку и свойства материала, из которого они изготавливаются, а также заменители этих материалов по отечественным стандартам. Это является необходимым условием для выбора оптимального способа восстановления и присадочного материала.

2 ПРОЕКТ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИМПОРТНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

2.1 Обоснование актуальности восстановления деталей

В хозяйствах республики Татарстан эксплуатируется как отечественная, так и импортная техника, причем доля последних ежегодно возрастает. Несмотря на высокую надежность импортной техники, их отказы неизбежны. До последнего времени, в период гарантийного обслуживания, устранение отказов производилось фирмами поставщиками. Даже в этом случае были нередки случаи долгого простоя техники по причине отсутствия у них необходимых агрегатов. Поскольку гарантийный срок эксплуатации большинства тракторов и сельхозмашин истекает, а стоимость их запасных частей большая, то их дальнейшее поддержание работоспособности будет более рациональным, если ремонт производить силами самого предприятия с использованием восстановленных деталей.

Экономическая сторона проведения работ по восстановлению деталей заключается в снижении себестоимости ремонта как агрегата, так и машин за счет сокращения затрат на новые запасные части, а также в сокращении производственных затрат при эксплуатации машин в хозяйстве. Техническая сторона восстановления деталей состоит в обеспечении высокого качества, необходимого для повышения показателей надежности отремонтированных агрегатов и машин. Для этого надо восстановить не только геометрические параметры детали, но и требуемые свойства, заданные конструктором при проектировании. При этом также может производиться их модернизация, например, повышаться твердость и устойчивость рабочих поверхностей путем нанесения твердых и износостойких покрытий, что позволяет достичь не только исходного ресурса детали, но и превзойти его.

2.2 Номенклатура и способы восстановления деталей

Детали автомобильной, тракторной и сельскохозяйственной техники имеют цилиндрические шейки под неподвижные (подшипники качения, шкивы и др.) и подвижные (сальники, шестерни и др.) соединения. Первые изнашиваются равномерно и незначительно (до 0,1...0,15 мм на диаметр), износ вторых может достигать нескольких миллиметров, он чаще неравномерный по диаметру, иногда даже односторонний.

При определении восстанавливаемых деталей, лимитирующих работоспособность с/х техники, устанавливались данные по расходу запасных частей, показатели стабильности ресурса, коэффициенты восстановления деталей. В номенклатуру восстанавливаемых деталей включены те детали, суммарная стоимость которых составляет 70% от общей стоимости годового комплекта запасных частей по данной машине или агрегату. Обычно количество запасных частей, лимитирующих работоспособность машины, не превышает 8-15% общего количества запасных частей. Вот поэтому при ремонте машин нужно в первую очередь рассматривать номенклатуру этих деталей на возможность их восстановления.

Существенной разницы между деталями отечественной и импортной техники не существует, поэтому при выборе способов восстановления их разделение не выполнялось. Способы восстановления выбирались прежде всего исходя из затрат на восстановление деталей, загрузки оборудования, стоимости и возможности приобретения этого оборудования. Основную номенклатуру, способы, оборудование и материалы для восстановления деталей приведем в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Номенклатура и способы восстановления деталей

Наименование деталей	Основные дефекты	Способ восстанов- ления	Предлагаемое оборудование	Материал покрытия /Потребность на деталь, кг	Расход на 1 деталь, кВт-ч /Трудоём. восстановления, чел-ч
1	2	3	4	5	6
Гильзы цилиндров	Износ:				
	внутренней поверхности	ЭКП	Установка* 01- 11-022М	Лист Ст 40Х или Ст.45/ 0,6	2/1,3
	-//-	СВ	Оснастка трех наименований КазНИТИЭРсх т	Лист или лента У7А (У10А) /0,4	0,15/0,30
	-//-	РР	Станки: расточной 2Е78П хонинговаль- ный 3К884235		0,15/0,12
	верхнего бурта	ГПН	Аппарат 0,21-4 (ОКС-5531)	Порошок ПТ-19Н- 04 ПГ-19М-01	0,12-0,3
	посадочных поясков	-//-	-//-	-//-	0,15-0,4

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Валы коленчатые	Износ:				
	шеек коренных и шатунных	ЭДН	Установка У-653	Проволока НП-30ХГСА /2,9	18/ 8,2
		ПДН	Установка УН-126	Стальные ПХ20Н80 / 1,5	11 /5,2
		РР	Станок ХШ2-01		4,0/ 3,8
	поверхностей под шкивы и шестерни	НСУ	Установка А-547У	Проволока Св-18ХГА /0,6	0,5 /1,1
Блоки цилиндров	Износ:				
	коренных опор	ЭКП*	01-12.280	Лист СТ.30 /1,6	3,5 /0,9
		АДН**	УДГ-301	ОЗА-2 /1,1	3,0/ 0,7
	поверхностей под гильзы	Расточка, постановка втулок		Лист Ст.3 /1,8	0,4/ 0,6
	трещины	СП*	А-547У	Проволока ПАНЧ-11 /0,16	0,8 /1,0
		АДС*	УДГ-301	Электрод ОЗА-2	0,7 /0,8

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Головки цилиндров	-//-	СП	А-547У	Проволока ПАНЧ- 11/ 0,09	0,7/ 0,7
		АДС	УДГ-301	Электрод ОЗА-2/ 0,07	0,6/ 0,6
	коробление	Ш	Станок плоскошлифова льный 3Б722		
Пальцы поршневые	Износ: по наружному диаметру	ТР	Установка 01.01-153М		0,04 /0,12
Валы распределительн ые	Износ: кулачков	ПН	Установка 05.12.351	Проволока ПГ- ХН80СРЗ /0,15	4,5 /2,0
	опорных шеек	ПН	Установка 05.12.351	Проволока ПГ- У30Х28М /0,18	4,0/ 1,3
Клапаны:	Износ:				
впускной, выпускной	фасок	ИН	Автомат 01.03.172	Порошок ПХ20Н80- 1 /0,05	1,60/ 0,14
Распылители форсунок	Износ:				
	конусов иглы и корпуса	Ш+П	Комплект оснастки КазНИТИЭР	Паста АСМ 0,0003	0,12 /0,45

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Шатуны	Износ:				
	поверхностей под вкладыши	ГП	Установка 0013-040	Хлористое железо 0,006	0,9 0,6
Картеры	Износ:				
маховика и муфт сцепления	отверстий под подшипники, гнезд под стартер, трещины	АДН	Установка УДГ-301	Электроды ОЗА-2	0,8 1,1
Валы карданные	Износ: шлицев	ЭДН	Установка 01.06-152	Проволока НП-30ХГСА 0,25	1,5 1,3
	внутренних поверхностей под подшипники	НСУ	Полуавтомат А-547У	Проволока Св-18ХГА 0,09	0,7 0,6
Вилки скользящие (фланец вилки)	Износ: внутренних поверхностей под подшипники	-//-	-//-	-//-	0,7 0,5
Крестовины карданных передач	Износ: поверхностей под роликоподшипники	Р	Установка 17.418		0,65 0,2
Оси направляющие колес и коленчатая	Износ: поверхностей подшипников под втулки и подшипники	ЭКП	01-11.022М	Лист Ст.30 0,09	2,5 22

Продолжение таблицы 2.1

Колеса направляющие	Износы: ободов	ЭДН	УД-302	Проволока Св-18ХГА 1,2	2,7 0,35
	поверхностей под подшипники	ЭКП	01-11-022М	Лист Ст.30 0,08	2,8 0,30
	зубьев	НСУ	А-547У	Проволока НП-30ХГСА 5,1	4,2 2,5
	отверстий под вал	-//-	-//-	Проволока НП-30ХГСА 0,12	0,6 0,3
Балансиры внешний и внутренний	Износ:поверхностей под подшипники и втулки	ЭКП	01-00-022М	Лист Ст.30 0,08	2,8 0,30
Валы ведущих мостов, полуоси	Износы: шлицев	ЭДН	01.06-1152	Проволока Св-18ХГА 1,6	4,3 0,70
	поверхностей под подшипники	ЭКП	01-11-022М	Лист Ст.30 0,12	3,0 0,20
Оси катков опорных	Износ: поверхностей под подшипники и катки	ЭКП	01-11-022М	Лист Ст.30 0,09	2,5 0,26
Катки опорные	Износ: обода	ЭДН	УД-302	Проволока Нп-50 1,6	4,6 0,33
	поверхности отверстия под ось	постановка втулки		Лист Ст.30 0,15	0,70 0,28

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Барабаны и шкивы тормозные	Износ и задиры на рабочей поверхности	ЭДН	У-653	Электрод СЗЧ-2 1,3	1,4 0,40
Валы коробок передач	Износы:шлицев	ЭДН	01.06-152	Проволока Св-18ХГА 0,95	1,5 0,85
	поверхностей под подшипники	ЭКП	01-11-022М	Лист Ст.30 0,14	2,8 0,22
Валы муфт сцепления	Износы: шлицев	ЭДН	01.06-152	Проволока Св-18ХГА 0,40	2,3 0,85
	поверхностей под подшипники	ЭКП	01-11-022М	Лист Ст.30 0,10	2,0 0,18
Корпуса коробок передач	Износы: поверхностей под подшипники	-//-	Установка 01-11-022М	Лист Ст.30 0,28	5,5 1,2
	трещины	СП	Полуавтомат А-547У	Электрод ПАНЧ-11 0,06	0,33 0,5
Корпуса трансмиссий	Износ: поверхностей под подшипники	ЭКП	Установка 01-11-022М	Лист Ст.30 0,22	4,0 1,1
	трещины	СП	Полуавтомат А-547У	Электрод ПАНЧ-11 0,06	0,27 0,4
Полурамы тракторов	Износ отверстий вертикального шарнира	Расточка, ДРД		Лист Ст. 30 1,1	0,5 1,4

Продолжение таблицы 2.1

Трубы шарниров	Износ отверстий под палец	-//-		Лист Ст.30 0,7	5,2 1,1
Опора промежуточная	Износы: шлицев вала	ЭДН	Установка 01.06-152	Св-18ХГА 1,1	0,6 0,9
	поверхностей под подшипники	ЭКП	Установка 01-11-022М	Лист Ст.30 0,20	2,8 0,4
	трещины корпуса	СП	Полуавтомат А-547У	Электроды ПАНЧ-11 0,10	0,18 0,20
Диски вала ведущего гидр. коробки передач	Износ по толщине, коробление	Термофиксация, шлифование	Эл. Печь станок плоскошлифовальный 3Д756		0,10 0,02
Диск нажимной гидр. КП	Износ поверхностей под уплотнительные кольца	СВ	Комплект оснастки КазНИТИЭР	Лента Ст.65Г 0,9	0,20 0,22
Цапфы поворотные	Смятие и износ шлицев	ЭДН	Установка 01.06-152	Проволока Св-18ХГА 0,40	1,5 0,7
	Износ поверхностей под подшипники и втулки	ЭКП	Установка 01-11-022М	Лист Ст.30 0,30	4,8 0,4
Картеры ведущих задних)мостов	Износ поверхностей под подшипники	-//-	-//-	Лист Ст.30 0,18	5,8 0,42
	трещины	СП	Полуавтомат А-547У	Проволока ПАНЧ-11 0,07	3,0 0,4

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Кулаки поворотные	Износ поверхностей под подшипники	ЭКП	Установка 01-11-022М	Лист Ст.45 0,08	3,2 0,36
Рукава полуосей	Износы: поверхностей под подшипники	ЭКП	Установка 01-11-022М	Лист Ст.30 2,4	5,0 0,48
	поверхностей под корпус моста	-//-	-//-	-//-	3,8 0,32
	износ шлицев (К-700)	ЭДН	Установка 01.06-152	Проволока Св-18ХГА 2,0	3,5 0,40
Ножи плоскорезов	Износ лезвий	ЭДН	Установка У-653	Порошок ПГ-УС25 (ПН-У50Х38Н) 0,8	3,0 0,6
Лапы культиваторов	-//-	НД	-//-	Порошок ПН-У5038Н 0,4	1,5 0,4

Принятые обозначения: * - для блоков из чугуна; ** - для блоков из алюминиевых сплавов; ЭКП - электроконтактная приварка материалов; ГПН - газопламенное напыление; ЭДН - электродуговая наплавка; АДН - аргоннодуговая наплавка; СП - сварка полуавтоматическая; АДС - аргоннодуговая сварка; Ш – шлифовка; ТР - термораздача; ПН - плазменная наплавка; ИН - индукционная наплавка; П - притирка; ГП - гальванические покрытия; НСУ - наплавка полуавтоматическая в среде углекислого газа; Р - раздача; СВ - постановка свертных втулок; РР - ремонтный размер.

2.3 Выбор оборудования для восстановления деталей

В настоящее время на предприятии восстанавливают небольшое количество деталей и в основном ручной электродуговой сваркой. Как видно из таблицы 2.1 номенклатуру восстанавливаемых деталей можно существенно расширить используя всего несколько видов оборудования. Например, установку 01-11-022М рекомендуется применять при восстановлении 15 деталей из приведенного в таблице перечня. Если сгруппировать все эти детали по технологическому признаку, то к одной группе целесообразно отнести валы, оси, цапфы, кулаки поворотные, т. е. детали, у которых требуется восстановить наружные поверхности под подшипники, а ко второй - корпусные детали, требующие восстановления отверстий. Гильзы цилиндров, обработка которых после приварки материала более сложная, по сравнению с остальными деталями, следует выделить в отдельную группу и производить в специализированных предприятиях. Для восстановления валов, осей, цапф, кулаков поворотных и других, имеющих шлицевые поверхности необходимо иметь установку 01.06-152.

Наиболее сложной для восстановления деталью здесь являются коленчатые валы. Для восстановления коленчатых валов, барабанов, шкивов тормозных и рабочих органов почвообрабатывающих машин рекомендуется использовать установку У-653. Восстановление лемехов, лап культиваторов, ножей плоскорезов целесообразно совмещать с восстановлением тормозных барабанов и шкивов.

Таким образом, для организации участка восстановления необходимо приобрести установки 01-11-022М – для электроконтактной наплавки, У-653 – для дуговой наплавки и 01.06-152 – для восстановления шлицевых валов, шлифовальный и шлицефрезерные станки. Остальное необходимое технологическое оборудование: токарные и сверлильные станки в ремонтной мастерской имеются.

2.4 Расчет производственных площадей и общая компоновка участка

Потребность в производственных площадях в м^2 для участка восстановления деталей определяем из площади занимаемой оборудованием по формуле / /:

$$F_{\text{уч}} = F_0 \cdot \sigma, \quad (2.1)$$

где F_0 – площадь, занимаемая оборудованием, м^2 (таблица 2.2);

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы, $\sigma=3,5 \dots 4$ / /.

На участке располагаем существующее и принимаемое по технологии восстановления оборудование, перечень которых приведем в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Ведомость оборудования участка по восстановлению изношенных деталей.

Наименование оборудования	Марка модели	Габаритные размеры	Кол-во	$F_0, \text{м}^2$
1	2	3	4	5
1. Установка электроконтактной наплавки.	01-11-022М	2060×1040×1560	2	4,2
2. Станок токарный.	1К62	2810×1180×1150	1	3,3
3. Шлифовальный станок.	3А423	2000×1365×1560	2	5.46
4. Шлицефрезерный станок	5А352	2585×1550×1650	1	4,00
5. Установка для дуговой наплавки	У-653	2900×840×1800	1	2,5
6. Сверлильный станок.	2А135	770×370×820	1	0,45

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
7. Тумбочка для инструментов	ОРГ-1468-18-1830	688×488×1000	7	2,31
8. Верстак слесарный на одно рабочее место	ОРГ-1168-01-060А	1200 × 800	1	0,96
9. Манипулятор	КШ – 63	1655×600×3006	2	1,99
10. Комплекс контейнеров на тележке.	11-06-041	1100×800	3	2,6
11. Электропогрузчик	ЭП – 106	2060×960×2845	1	1,99
12. Моечная машина	ОМ-4610	2300×1800×1950	1	4,2
13. Шкаф для одежды		1440×550	1	0,79
14. Пресс гидравлический	П 6126А	1750×1800×2500	1	3,15
15. Шкаф сушильный		500×280×800	1	0,92
Итого:				39,8

С учетом площади занимаемой оборудованием, площадь производственного помещения участка по восстановлению изношенных деталей составит

$$F_{\text{уч}} = 39,8 (3,5 \dots 4) = 139,3 \dots 159,9 \text{ м}^2$$

Ныне существующий сварочно-наплавочный участок ремонтной мастерской расположен в помещении площадью 72 м². Рядом с ним расположен механический участок с такой же площадью. Поскольку при восстановлении деталей производятся сварочно-наплавочные работы и механическая обработка деталей, то проектируемый участок располагаем в этих двух помещениях. Для этого необходимо произвести слом стен и выполнить расстановку технологического оборудования, согласно планировке участка восстановления.

Таким образом, площадь проектируемого участка составит 144 м^2 .

Перед разработкой компоновочного плана участка восстановления деталей, намечаем предварительную схему производственного потока. Принимаем Г-образную схему технологического процесса. Ширину и длину здания принимаем стандартной равной 12 м. Оборудование в цехе располагаем по схеме технологического процесса с учетом необходимых проездов и проходов. Станки располагаем согласно требуемым нормам расстояний между оборудованием и элементами здания: от стены до тыльной стороны станка и до боковой стороны расстояние составляет не менее 600 мм. Расстояние между станками при их поперечном расположении составляет не менее 1600 мм. Рабочая зона должна быть не менее 1000 м и оборудована деревянными подножными решетками.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛА ПРИВОДА ГИДРОНАСОСА ТРАНСМИССИИ СВЕКЛОПОГРУЗЧИКА «MAXTRON 620»

3.1 Конструкторско-технологическая характеристика детали

Восстанавливаемая деталь представляет собой ступенчатый вал, имеющий две шестерни, шлицы, резьбу и два посадочных места под опорные подшипники. Эскиз вала привода гидронасоса (ГСТ) приведем на рисунке 3.1.

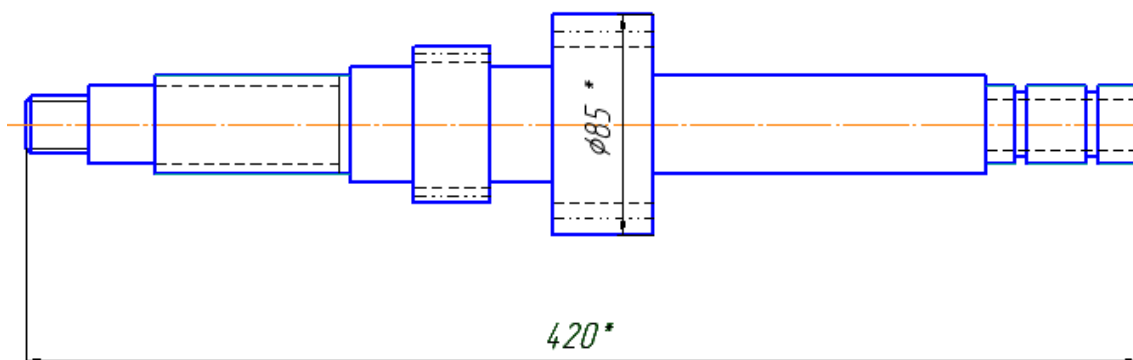


Рисунок 3.1 - Вал привода ГСТ:

Номер по каталогу: MX-898195-14

Материал: сталь 41CrS4 стандарт DIN 172200

Твердость рабочих поверхностей: HRC 59...63

Вал привода ГСТ свеклопогрузчика работает в тяжелых условиях при больших динамических нагрузках. Смазывание осуществляется через осевой канал и радиальные сверления из масляного кармана, куда масло забрасывается вращающимися шестернями. В процессе работы вал испытывает воздействие значительных по величине крутящих и изгибающих моментов. Действие таких нагрузок вызывает усталостный износ шлицев по ширине, износ зубьев шестерни и износ поверхностей под подшипники.

В период эксплуатации данных сельхозмашин наблюдалось несколько случаев отказа ГСТ вследствие износа шлицев данной детали. Поэтому разработка технологии восстановления рабочих поверхностей шлицев данного вала является актуальным.

3.2 Маркировка конструкционных сталей по международным стандартам

3.2.1 Особенности маркировки сталей в стандартах США

В соответствии с национальными стандартами ASTM (American Society for Testing and Materials) и SAE (Society Automotive Engineers) в США принята цифровая система маркировки конструкционных сталей, в которую в некоторых случаях добавляют буквы. Большинство сталей, за исключением коррозионностойких и жаростойких, маркируется четырехзначным числом. Первая цифра указывает основной легирующий элемент, вторая — его содержание в процентах, третья и четвертая соответствуют содержанию углерода в сотых долях процента. Первая цифра 1 принята для обозначения углеродистых сталей, в этом случае вторая цифра — 0. Например, сталь по ASTM-SAE марки 1015 соответствует стали марки 15 по российскому стандарту, а 1045 — марке 45. Первая цифра 2 соответствует сталям легированным Ni, цифра 3 — Ni и Cr; 4 — Mo, Mo и Cr, Mo, Cr и Ni; 5 — Cr; 6 — Cr и V; 7 — Cr и W; 8 — Ni, Cr и Mo; 9 — также Ni, Cr и Mo.

Исходя из вышеизложенного, по маркировке стали по стандартам ASTM, можно определить соответствующие по химическому составу и физико-механическим свойствам конструкционные стали по принятой маркировке в России. Примеры соответствия маркировок наиболее распространенных конструкционных материалов приведем в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Примеры маркировки аналогов конструкционных легированных сталей в России и США

Сталь	Россия	США
Хромистая	20X	5120, 5120H
	35X	5135, 5135H
Хромомолибденовая	30XM	4130, 4130H
	35XM	4135, 4135H
Никельмолибденовая	15H2M (15HM)	4615
	20H2M (20HM)	4620, 4620H
Хромоникелевая	12X2H4A	E3310
Хромоникельмолибденовая	20XH2M (20XHM)	4320, 4329H

	40XH2MA (40XHMA)	4340
--	------------------	------

3.2.2 Особенности маркировки сталей в стандартах Германии

Согласно DIN (Deutsche Industrienorm) буквенно-цифровая система маркировки проводится в соответствии с классификацией сталей по степени легирования и режимам термической обработки. Национальный стандарт Германии осуществляет маркировку сталей двумя способами.

Первый способ - с помощью цифр, обозначающих номер материала.

Первая цифра характеризует способ производства стали: 0 - способ не играет роли или не определен; 1 - томасовская кипящая сталь; 2 - томасовская спокойная сталь; 3 - кипящая сталь иного способа производства; 4 - спокойная сталь иного способа производства; 5 - кипящая мартеновская сталь; 6 - спокойная мартеновская сталь; 7 - кипящая кислородно-конвертерная сталь; 8 - спокойная кислородно-конвертерная сталь; 9 - сталь электровыплавки.

Вторая цифра характеризует особенности обработки стали: 0 без обработки или состояние после прокатки иликовки; 1 — после нормализации, 2 — после смягчающего отжига; 3 — после отжига с целью улучшения обрабатываемости резанием; 4 — после отжига с целью повышения вязкости; 5 — после улучшения; 6 — после закалки; 7 — после холодной деформации; 9 — после специальной обработки.

Второй способ — обозначение с помощью букв и цифр. Этот вид предусматривает обозначение сталей по степени легирования и виду термической обработки.

Углеродистые неупрочняемые стали. В начале марки располагается заглавная буква, отражающая вид раскисления стали: U — кипящая сталь; R — полуспокойная или спокойная сталь, раскисленная марганцем и кремнием; RR — сталь, раскисленная кремнием, марганцем и алюминием по специальной технологии.

Далее следует индекс St и трехзначное число, характеризующее величину минимального предела прочности при комнатной температуре в Н/мм². Далее указывается номер группы качества, которая может быть 1, 2 и 3, при этом группа 3 отличается от групп 1 и 2 более низким содержанием фосфора, серы и углерода. Между пределом прочности и группой качества ставится дефис. Указанные четыре обозначения формируют основу марки, однако возможно и указание дополнительных данных. Буквы, которые ставятся в самом начале марки, обозначают способ выплавки: Е — сталь электропечной выплавки; М — сталь, выплавленная в мартеновской печи; V — сталь, выплавленная с применением продувки кислородом.

Заглавная буква Z, расположенная между первым и вторым обозначением, свидетельствует о пригодности данной стали для волочения. В тех случаях, когда сталь может быть подвергнута штамповке или ковке, между первым и вторым обозначением размещается буква Р.

Сталь, предназначенная для производства труб, обозначается буквами Ro, которые также располагаются между первым и вторым обозначением.

Сталь, поставляемая в состоянии после прокатки, маркируется в конце марки буквой U, а после нормализации — буквой N.

Углеродистые качественные стали. Данный класс сталей маркируется буквой С в начале обозначения, далее располагается число, отражающее содержание углерода, умноженное на 100.

Углеродистые улучшаемые стали маркируются буквами Ск в начале обозначения, далее следует число, отражающее содержание углерода, умноженное на 100.

Низколегированные качественные стали маркируются в начале числом, соответствующим содержанию углерода в стали, умноженным на 100; далее указываются химические символы важнейших легирующих элементов; далее — числа, соответствующие содержанию элементов, умноженные на коэффициент, приведенный ниже:

Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Cu, Mo, Ti, V	10
P, S, N	100

Высоколегированные стали маркируются в начале обозначения буквой X, далее следует число, соответствующее содержанию углерода, умноженное на 100; далее — химические символы важнейших легирующих элементов и числа, отражающие среднее содержание легирующих элементов.

Примеры маркировки аналогов конструкционных легированных сталей в России и Германии приведем в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Примеры маркировки аналогов конструкционных легированных сталей в России и Германии

Сталь	Россия	Германия
Хромистая	20X 35X	20Cr4 34Cr4
Хромомолибденовая	30XM 35XM	25CrMo4 34CrMo4
Марганцовистая	40Г 30Г2	40Mn4 28Mn6
Хромомарганцевая	18XГ	20MnCr5
Хромоникельмолибденовая	38X2Н2МА (38ХНМА)	36CrNiMo4
Хромоалюминиевая с молибденом	38X2МЮА (38ХМЮА)	41CrAlMo7

В Японии и Великобритании используют цифровую систему маркировки, принятую в США. Отличием являются добавления к трехзначным числам. Эти добавления указывают принадлежность к национальным стандартам.

3.3 Выбор присадочного материала и режимов электроконтактного напекания

Восстановление деталей электроконтактной приваркой стальной ленты.

Сущность процесса восстановления заключается в приварке мощными импульсами тока к поверхности детали стальной ленты. В сварочной точке, полученной от действия импульса тока, происходит расплавление ленты и поверхности детали. Металл ленты расплавляется не по всей толщине, а лишь в тонком поверхностном слое в месте контакта с деталью. Ленту приваривают по всей изношенной поверхности перекрывающимися точками, которые располагаются по винтовой линии. Перекрытие точек как вдоль рядов, так и между рядами достигается вращением детали со скоростью, пропорциональной частоте импульсов, и продольным перемещением сварочных клещей. С целью уменьшения нагрева детали и закалки слоя в зону сварки подают охлаждающую жидкость.

Твердость наплавленного слоя зависит от содержания углерода в материале ленты. Особенно высокую твердость обеспечивают хромистые и марганцовистые ленты.

Способ эффективен при восстановлении стальных и чугунных деталей с малыми износами (в пределах 0,3-0,5 мм и менее). Восстанавливают этим способом посадочные места под подшипники и другие цилиндрические поверхности на валах, в стаканах подшипников и т. д.

Сначала проводят предварительную механическую обработку для удаления следов износа и обеспечения правильной формы изношенной поверхности. Затем из ленты, ширина которой соответствует ширине восстанавливаемого участка, отрезают заготовку. При установке на подготовленный участок вала зазор в стыке не должен превышать 0,3 мм. Оба конца заготовки в стыке предварительно приваривают к детали. Толщина ленты принимается с учетом диаметра подготовленного участка детали и припуска на окончательную обработку (0,2-0,3 мм). После предварительного закрепления ленту приваривают на установке. Амплитуда импульсов сварочного тока — 14-16 кА, длительность импульса — 0,008- 0,009 с. Усилие прижатия ролика — 1,3-1,6 кН. При восстановлении валов применяют установку ОКС-011-1-10, цилиндрических поверхностей корпусных деталей — ОКС-11-1-11.

Недостатком способа является ограниченная толщина наносимого слоя и сложность оборудования.

Разновидностью электроконтактной приварки является приварка проволоки при восстановлении резьбовых участков валов, которую укладывают во впадины резьбы.

Восстановление деталей электроконтактным напеканием порошков.

Способ напекания порошков сочетает в себе ряд процессов, протекающих одновременно: прессование и спекание металлического порошка, припекание его к поверхности детали под действием давления и температуры. Сущность способа заключается в том, что между вращающейся деталью, установленной в шпинделе токарного станка, и медным роликом-электродом подают присадочный порошок. Ролик при помощи пневмо- или гидроцилиндра прижимается к детали с усилием 0,75-1,2 кН.

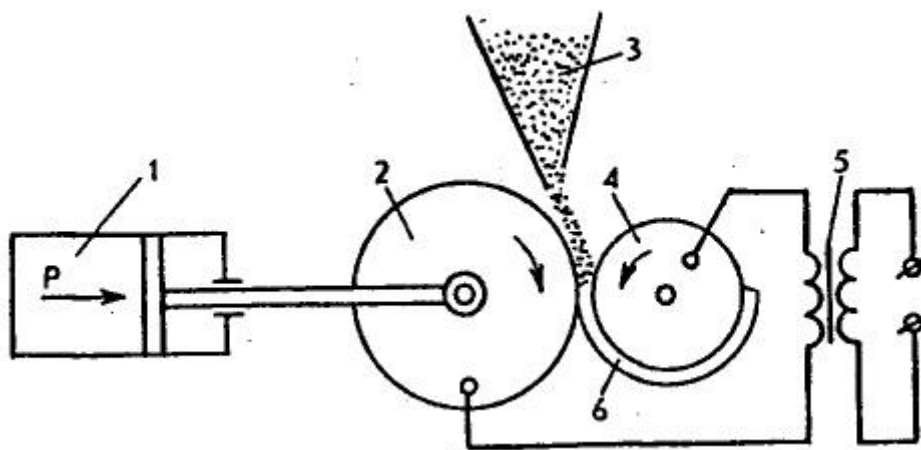


Рис. Схема электроконтактного напекания металлических порошков: 1 — силовой цилиндр; 2 — ролик; 3 — бункер с порошком; 4 — деталь; 5 — трансформатор; 6 — нанесенный слой; 7 — прижимное усилие.

При проворачивании детали и ролика и в результате большого электрического сопротивления в месте их контакта порошок нагревается до 1000-1300°C. Нагретые частицы порошка спекаются между собой и с поверхностью детали. Для напекания порошка применяют большую силу тока (2600-3000 А на 1 см ширины ролика) и низкое напряжение (0,7-1,2 В).

Физическая сущность процесса заключается в том, что напекаемый слой не нагревается до температуры плавления. Спекание частиц порошка в слой и

припекание слоя происходят за счет диффузионных процессов и сплавления частиц порошка в отдельных контактирующих точках их поверхности. Эта особенность процесса приводит к тому, что покрытие получается пористым. Заполненные маслом поры способствуют образованию устойчивой масляной пленки при работе сопряжения.

Качество слоя во многом зависит от размеров детали и ролика, давления, создаваемого роликом, химического состава порошка и частоты вращения детали. При диаметрах восстанавливаемых деталей 30-100 мм напеканием можно получить слой толщиной от 0,3 до 1,5 мм.

Преимущества процесса — высокая производительность, малая глубина теплового воздействия и высокая износостойкость слоя. К его недостаткам можно отнести ограниченность толщины напекаемого слоя и сложность оборудования.

Восстановление деталей электромеханической обработкой.

Электромеханический способ восстановления деталей основан на сочетании термического и силового воздействия на поверхностный слой. Его применяют для восстановления валов и осей с небольшим износом, а также как заключительную операцию при обработке деталей. Процесс заключается в следующем. Деталь, установленную в патроне токарного станка, через контактное устройство на шпинделе подсоединяют к одной из клемм вторичной обмотки трансформатора; ко второй клемме подсоединяют инструмент, изолированно установленный в резцедержателе суппорта станка. В зону контакта детали и инструмента подают ток 350—1300 А при напряжении 2-6 В. Ток большой силы и низкого напряжения мгновенно нагревает металл в зоне контакта до высокой температуры (800-900°С). Быстрый отвод теплоты внутрь детали способствует закалке поверхностного слоя. Этим способом можно получить шероховатость поверхности Ra 0,16 и исключить операцию шлифования. Одновременно улучшаются механические свойства поверхностного слоя детали за счет его закалки на глубину 0,1 мм.

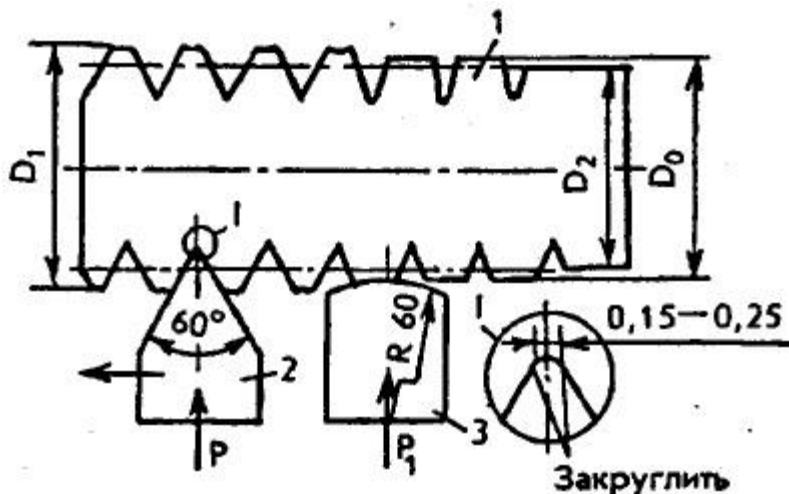


Рис. Схема высадки и сглаживания металла:
 1 — деталь; 2 — высаживающий инструмент; 3 — сглаживающий инструмент,
 D_0 — диаметр после сглаживания; D_1 — диаметр после высадки; D_2 —
 начальный диаметр.

При восстановлении изношенных осей и валов изношенную поверхность сначала обрабатывают высаживающим инструментом 2. Нагретый в зоне контакта металл выдавливается, образуя выступы, аналогичные резьбе. В результате диаметр детали увеличивается до диаметра D_1 . Вторым проходом сглаживающего инструмента 3 высаженную поверхность обрабатывают до необходимого размера D_2 .

Этим способом восстанавливают преимущественно поверхности валов неподвижных соединений (посадочные места под подшипники, шестерни, шкивы и т.д.) с износом не более 0,25 мм.

Введение дополнительного материала позволяет восстанавливать электромеханической обработкой детали с износом более 0,25 мм. В высаженную винтовую канавку навивают стальную проволоку, предварительно очистив ее, и приваривают роликовым инструментом.

Преимущества электромеханической обработки — высокая производительность, отсутствие коробления, низкая себестоимость. Основной недостаток — трудность получения в процессе обработки сплошного контакта инструмента с поверхностью, недостаточная стойкость высаживающих и сглаживающих пластин.

Режимами электроконтактной приварки являются: сила сварочного тока, продолжительность импульсов и пауз, усилие сжатия электродов. Выбор этих параметров обусловлен удельным сопротивлением, температурой плавления и теплопроводности присадочного материала, а также размеров восстанавливаемой детали. Значения параметров режима назначаются из условия обеспечения достаточной прочности сцепления присадочного материала с материалом основы.

В настоящее время промышленностью выпускается более 100 марок порошков легированных сплавов для нанесения покрытий различными методами. Разнообразие предлагаемых материалов (таблица 3.1) позволяет решать задачи поверхностного восстановления, упрочнения и эффективной защиты от износа деталей машин / /.

Таблица 3.1 - Характеристики износостойких порошков для электроконтактной приварки

Порошок	Химический состав					Свойства слоя	
	C	Si	Cr	Mn	Ni	Твердость, HRC	Относительная износостойкость
УС-25	4,5...5,5	1,5...2,8	37...44	2,5	1,0...1,8	62...65	4,0
ПГ-ХН80СР2	0,3...0,6	1,5...4,0	12...15	1,5...2,5	Основа Fe	55...60	3...5
ПС-1	3,4...4,0	1,0...1,5	35...38	0,2...0,4	-	35...50	2,76
ПС-2	5,0...6,0	2,0...2,6	45...55	0,5...1,2	0,5...2,0	58...65	4,5
СМ-У30Х30Г8Т2	2,8	0,47	28,65	7,83	-	45...51	5,5
СМ-У20Х15Г20	1,75	0,55	13,75	18,18	-	27...35	2,6

Режимы напекания порошков зависят от удельного сопротивления, удельной массы, температуры плавления и теплопроводности присадочного материала. Принимаем ориентировочные режимы напекания:

- сила сварочного тока, кА

14...15;

- длительность , с импульсов	0,08;
- пауз	0,12;
- усилие сжатия электродов, кН	5...6;
- расход охлаждающей жидкости, л/час	200;
– скорость приварки, м/час	30.

3.4 Маршрутная технология восстановления вала привода ГСТ

Исходными данными для разработки маршрутной технологии служат чертеж детали, выбранный рациональный способ устранения дефектов, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работ и нормы времени.

Построение технологического процесса восстановления по маршрутам дает возможность специализировать рабочие места, повысить производительность труда, значительно улучшить качество выполнения работ на каждой операции, полнее загрузить технологическое оборудование, оснастку и эффективнее использовать производственную площадь.

Технологический процесс восстановления дефектов вала привода ГСТ состоит из следующих операций:

005 Моечная

Производится очистка детали от загрязнений и промывка техническим моечным средством МС-37 при температуре раствора 80⁰С на моечной установке ОМ-137. Затем детали просушиваются.

010 Дефектовочная

Измерить геометрические размеры поверхностей опорных шеек, шлицев и резьбы микрометрами с диапазонами измерения 0-25 и 25-50 мм. Рабочее место дефектовщика стол ОРГ 1468-01.

015 Слесарная

Зачистить центровочные отверстия и восстанавливаемые поверхности от ржавчины и масляных отложений. При необходимости произвести правку валов на прессе.

020 Токарная

Обточить восстанавливаемые поверхности с учетом припуска на наращивание поверхности и механическую обработку.

025, 030 Сварочная

Произвести электроконтактную наплавку восстанавливаемых поверхностей. При данной операции должны соблюдаться следующие условия и требования:

1. Режимы наплавки должны соответствовать диаметру детали;
2. Наплавку шеек и шлицевой части производить с использованием, а резьбовой части без подачи охлаждающей жидкости.

035 Токарная

Обточить наружные поверхности с припуском на нарезание резьбы и шлифование. Рекомендуются токарные резцы с напайкой из твердого сплава T5K10.

040 Фрезерная

Произвести механическую обработку шлицевых пазов.

050 Резьбонарезная

Нарезать новую резьбу на обточенной поверхности. Нарезание резьбы производить на токарно-винторезном станке резьбонарезным резцом с напайкой из твердого сплава.

055 Шлифовальная

На круглошлифовальном станке шлифовать опорные поверхности до номинальных размеров. Деталь при этом закрепляют в центрах, используя для вращения детали поводок. Для механической обработки наплавленных покрытий рекомендуется использовать алмазные круги. Шлифование проводится с подачей фильтрованной охлаждающей жидкости (наилучшим вариантом является вода с добавкой 5% эмульсола при расходе 0,6...0,85 л/мин).

060 Контрольная

Произвести визуальный осмотр покрытия на отсутствие трещин и сколов. Контролируется размеры и шероховатость опорных поверхностей, а также шлицев и резьбы. Рекомендуется также проверить твердость наплавленного покрытия твердомером ТК-2.

Технологическую карту процесса восстановления вала привода ГСТ приведем на листе формата А1.

4 РАЗРАБОТКА ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ НАПЕКАНИЕМ

4.1 Обоснование необходимости разработки конструкции

Серийно выпускаемая установка электроконтактной приварки 01-11-02Н предназначена для восстановления деталей типа «вал» приваркой стальной ленты. Существующие специализированные установки для напекания порошков немногим отличаются от предыдущей модели, а именно расположением электродов и устройством подачи порошка. Внедрение технологии электроконтактной приварки, как было показано во втором разделе, позволяет восстанавливать большую номенклатуру деталей. Использование в этих целях модернизированной установки с возможностью восстановления шлицевых поверхностей, позволило бы еще более расширить их количество.

Предлагаемая технология восстановления шлицевых поверхностей валов электроконтактным напеканием металлических порошков предусматривает расположение сварочного электрода вдоль шлицев. Напекание порошка производится в течение определенного времени на отдельный участок шлица. Восстанавливаемая деталь при этом находится в неподвижном положении. После напекания шлица на ширину электрода возникает необходимость перемещения сварочной головки. Вращение детали производится для установки следующего шлица под роликами. Использование трехкулачкового патрона для закрепления детали повышает трудоемкость закрепления детали. Для некоторых деталей, например вилок карданов, полуосей, данный способ неприменим вследствие сложной формы их концов. Закрепление таких деталей производится поджатием двумя упорными центрами, а вращение - поводковым патроном.

					ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Приспособление зажимное	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Лямин П.А.							
Пров.		Ахметзянов Р.Р.							
Н. контр.		Марданов Р.Х.							
Утверд.		Адигамов Н.Р.				Казанский ГАУ ИМТС каф. ТС			

Дополнительно возникает необходимость в повороте оси роликов электродов на 90 градусов в вертикальной плоскости. Поскольку шлицы располагаются не всегда противоположно друг - другу по сечению вала, то использование нижнего ролика не представляется возможным. В этом случае возникает необходимость в разработке конструкции приспособления для закрепления детали. Зажимное приспособление предполагается снабдить устройством токоподвода и установить вместо нижнего ролика с целью устранения прогиба вала от прижимного усилия верхних клещей.

4.2 Обзор приспособлений для зажима деталей и определение основных элементов разрабатываемой конструкции

Применение приспособлений снижает трудоемкость и себестоимость обработки деталей. Эффективность от их применения получается за счет: увеличения производительности в результате повышения уровня механизации (автоматизации), сокращения основного технологического и вспомогательного времени, повышения точности обработки (сборки, контроля) и устранения погрешностей, расширения технологических возможностей универсального оборудования, облегчения условий труда, повышения безопасности работы и снижения аварийности и т.д.

Выбор характеристик опор (типа, размеров, точности исполнения и пространственного расположения установочных элементов) производим в результате анализа характеристик технологических баз (формы, размеров, точности и расположения). В связи с тем, что все шлицевые валы имеют центровочные отверстия, базирование изделия будет производиться на упорных центрах. Закрепление детали подразумевается в месте близкой к шлицевой поверхности, по внешней цилиндрической поверхности. В этих случаях обрабатываемые детали устанавливаются в широкие или узкие призмы, втулки и полувтулки, цанги, кулачки самоцентрирующих патронов и подобные установочные и установочно-зажимные элементы.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Взам. инв. № дубл.				
	Взам. инв. № подл.				
Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Взам. инв. № дубл.				
	Взам. инв. № подл.				
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ

К установочным элементам предъявляют следующие требования:

- число и расположение установочных элементов должно обеспечить необходимую ориентацию заготовки согласно принятой в технологическом процессе схеме базирования и достаточную ее устойчивость в приспособлении;

- для уменьшения влияния шероховатости и неровностей черновых баз установочные элементы целесообразно выполнять с ограничительной опорной поверхностью;

- при установке заготовок на точные и чистые базовые поверхности установочные элементы должны быть жесткими, износостойкими и длительное время сохранять заданную точность установки.

Для упрощения ремонта установочные элементы целесообразно выполнять легкоъемными. Условия эксплуатации установочных элементов в приспособлениях имеют свои особенности:

- цикличность нагрузки на опоры, зависящей от колебания массы устанавливаемой заготовки, сил закрепления и сил резания;

- различие обрабатываемых заготовок по видам материалов и шероховатости поверхности.

Эти особенности необходимо учитывать при выборе соответствующих габаритов опор и их материалов.

Зажимные механизмы предназначены для надежного и стабильного закрепления, предупреждающего вибрацию и смещение заготовки относительно опор приспособления при обработке, а также для обеспечения требуемой точности.

Зажимной механизм в данном случае должен отвечать следующим требованиям:

- силы закрепления должны надежно удерживать деталь от проворачивания;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- при обработке точных и нежестких деталей должен учитывать возможность деформации и повреждения поверхностей обрабатываемых деталей;

- должен иметь защиту от загрязнений и стружки, удобны в работе, обслуживании и ремонте;

- должен состоять из числа стандартных, унифицированных и нормализованных деталей и сборочных единиц.

Зажимные механизмы в соответствии с их упругими характеристиками могут иметь прямую (винтовые, клиновые, эксцентриковые и т.п.) или сложную (пневматические, пневмогидравлические) зависимость между приложенной силой и упругим перемещением. Эффективность закрепления зависит от силы закрепления, направления и места ее приложения. При выборе направления приложения силы закрепления руководствуются следующими соображениями: сила закрепления должна быть перпендикулярна к плоскостям установочных элементов; действие силы закрепления и реакций опор не должно приводить к прокидывающим и изгибающим моментам; точка приложения закрепления должна быть по возможности ближе к месту обработки.

При единичном проектировании и изготовлении специальных приспособлений в ремонтном производстве экономически нецелесообразны высокопроизводительные механизированные приспособления из-за их высокой стоимости. Специальные приспособления, предназначенные для установки определенной детали, в основном не могут быть многократно использованы. Это приводит к значительным производственным затратам, повышает себестоимость ремонта и значительно увеличивает сроки подготовки производства.

В условиях ремонтного производства, когда детали обрабатываются партиями по 5...10 штук, в одну группу можно объединить большое количество различных по конфигурации деталей. Важный фактор увеличения числа деталей в группе, т.е. увеличения «серийности» в условиях

Инв. № подл.	Подпись и дата					Лист
	Взам. инв. № дубл.					
	Взам. инв. № подл.					
Инв. № подл.	Подпись и дата					Лист
	Взам. инв. № дубл.					
	Взам. инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ	

мелкосерийного производства — это отработка деталей на технологичность, обеспечивающая возможность общности базирования и закрепления заготовок для использования групповых приспособлений.

С учетом этого к разрабатываемому приспособлению предъявляем следующие требования:

- возможность установки в одном приспособлении максимального количества деталей одной группы, что обеспечивает замену множества специальных приспособлений одним, существенно снижая затраты, отнесенные к одной конкретной детали;

- высокая точность установки каждой конкретной заготовки, что обеспечивается, помимо точности и жесткости приспособлений точностью установки сменных наладок;

- быстрая переналадка приспособлений, что обеспечивает повышение производительности обработки за счет сокращения подготовительно-заключительного времени;

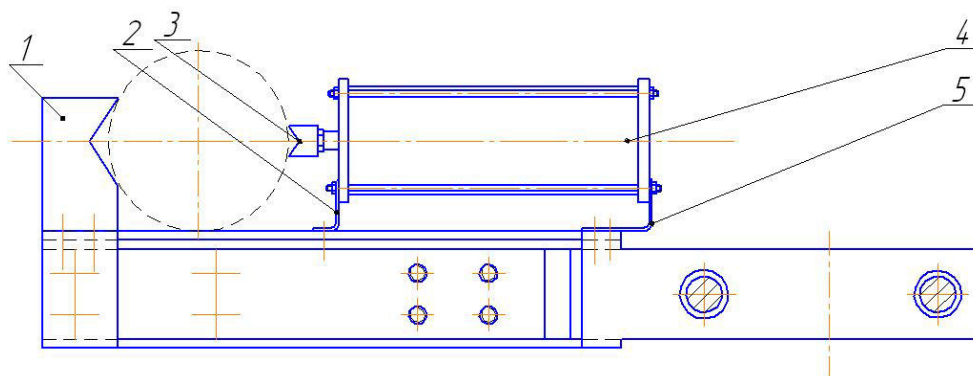
- применение быстродействующих механизированных или автоматизированных зажимных устройств, обеспечивающих повышение производительности обработки за счет сокращения вспомогательного времени, а также облегчение труда станочника;

- максимальное использование стандартных конструкций, узлов и деталей приспособлений, обеспечивающее сокращение сроков и стоимости проектирования и изготовления приспособлений.

С целью облегчения труда рабочих и повышения производительного выполнения работ за счет снижения вспомогательного времени, необходимо вместо ручных зажимных приводов использовать механизированные и автоматизированные. Чтобы величина зажимающего усилия не зависела от рабочего, используют пневматические, гидравлические, пневмогидравлические и другие приводы / /.

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата								
Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.								
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ										Лист

На установках электроконтактной приварки механизм сжатия клещей имеет пневматический привод рисунок 4.1, поэтому для зажимного приспособления целесообразно также использовать давление сжатого воздуха.



1 – Призма, 2 – Кронштейн передний, 3 – Упор, 4 - Пневмоцилиндр,
5 - Кронштейн задний.

Рисунок 4.1 – общий вид зажимного приспособления

Свойства, выгодно отличающие сжатый воздух от других источников энергии, следующее: безопасность в работе и удобство для подвода коммуникаций к месту потребления; способность в силу упругости моментально передавать малейшие колебания в давлении; сжатый воздух при низких температурах окружающей среды не замерзает в трубопроводах; отработавший воздух не нуждается в утилизации или в специальном отводе, а в случае необходимости может быть использован для другой полезной работы. Основные особенности пневматического привода быстрота и постоянство силы зажима. Время для зажима и открепления детали в приспособлении постоянно (составляет примерно 0,022 мин) и не зависит от количества прижимов и массы детали. В пневматических приспособлениях усилие зажима находится вне зависимости от усилия, прикладываемого рабочим, и оно всегда постоянно, т.е. усилие, которое было приложено в начале работы, остается неизменным в течение всего периода работы. Эта особенность дает возможность уменьшить силу зажима, гарантирует безопасность работы.

Недостатки пневмопривода — это довольно низкий коэффициент полезного действия; большие габариты по сравнению с гидроприводом (из-за

Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Взам. инв. № дубл.				
	Взам. инв. № подл.				
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	5 - Кронштейн задний.
					Рисунок 4.1 – общий вид зажимного приспособления
					Свойства, выгодно отличающие сжатый воздух от других источников энергии, следующее: безопасность в работе и удобство для подвода коммуникаций к месту потребления; способность в силу упругости моментально передавать малейшие колебания в давлении; сжатый воздух при низких температурах окружающей среды не замерзает в трубопроводах; отработавший воздух не нуждается в утилизации или в специальном отводе, а в случае необходимости может быть использован для другой полезной работы. Основные особенности пневматического привода быстрота и постоянство силы зажима. Время для зажима и открепления детали в приспособлении постоянно (составляет примерно 0,022 мин) и не зависит от количества прижимов и массы детали. В пневматических приспособлениях усилие зажима находится вне зависимости от усилия, прикладываемого рабочим, и оно всегда постоянно, т.е. усилие, которое было приложено в начале работы, остается неизменным в течение всего периода работы. Эта особенность дает возможность уменьшить силу зажима, гарантирует безопасность работы. Недостатки пневмопривода — это довольно низкий коэффициент полезного действия; большие габариты по сравнению с гидроприводом (из-за

применения низкого давления воздуха); неравномерность перемещения рабочих органов, особенно при переменных усилиях; невозможность остановки в середине хода.

Для обоснования принятых конструктивных решений выполним теоретические расчеты по обоснованию основных параметров привода зажимного приспособления, а также произведем проверочный расчет на прочность некоторых элементов конструкции.

4.3 Конструктивные расчеты разрабатываемого приспособления

4.3.1 Выбор пневмоцилиндра

При расчете пневмоцилиндра должны быть заданы значения требуемого усилия Q или диаметра цилиндра D и длина хода поршня L , которые определяют основные конструктивные параметры пневмопривода. Для обеспечения безударной и плавной работы пневмоцилиндра назначают рабочую скорость перемещения поршня $v = 0,2 \dots 1,0$ м/с. В необходимых случаях устанавливается время рабочего или холостого хода поршня. В конце хода поршня необходимо предусматривать торможение для снижения скорости до $0,05 \dots 0,1$ м/с, что обеспечивает безударную работу пневмопривода.

Необходимое усилие прижатия Q в Н рассчитаем из условия обеспечения неподвижности детали при действии максимального усилия от ролика-электрода, что составляет $P_{\max} = 2$ кН.

Из рисунка определяем условие неподвижности детали:

$$2F_{\text{тр}}' = P_{\max} \tag{4.1}$$

где $F_{\text{тр}}' = F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha / 2$;

α – угол створа призмы ($\alpha = 115^\circ$), град.

Учитывая, что $F_{\text{тр}} = \mu \cdot Q$, получаем уравнение:

$$2 \cdot \mu \cdot Q \cdot \sin \alpha / 2 = P_{\max} \tag{4.2}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	4.3.1 Выбор пневмоцилиндра
					При расчете пневмоцилиндра должны быть заданы значения требуемого усилия Q или диаметра цилиндра D и длина хода поршня L, которые определяют основные конструктивные параметры пневмопривода. Для обеспечения безударной и плавной работы пневмоцилиндра назначают рабочую скорость перемещения поршня $v = 0,2... 1,0$ м/с. В необходимых случаях устанавливается время рабочего или холостого хода поршня. В конце хода поршня необходимо предусматривать торможение для снижения скорости до $0,05...0,1$ м/с, что обеспечивает безударную работу пневмопривода. Необходимое усилие прижатия Q в Н рассчитаем из условия обеспечения неподвижности детали при действии максимального усилия от ролика-электрода, что составляет $P_{max}=2$ кН. Из рисунка определяем условие неподвижности детали: $2F_{тр}'=P_{max} \tag{4.1}$ где $F_{тр}'= F_{тр}*\sin\alpha/2$; α – угол створа призмы ($\alpha=115^0$), град. Учитывая, что $F_{тр}=\mu*Q$, получаем уравнение: $2*\mu*Q*\sin\alpha/2=P_{max} \tag{4.2}$
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ
					Лист

откуда получаем $Q = P_{\max} / (2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha / 2)$,

где $\mu = 0,15$ – коэффициент трения стали по стали.

Тогда $Q = 2000 / (2 \cdot 0,15 \cdot \sin 135 / 2) = 7407 \text{ Н}$

Определим диаметр цилиндра по формуле / /:

$$D = 1,13 \sqrt{Q / (p \cdot \eta)} \quad (4.3)$$

где $p = 0,5 \text{ МПа}$ – расчетное давление воздуха;

$\eta = 0,85 \dots 0,95$ – механический КПД привода.

Подставляем значения в формулу и получим:

$$D = 1,13 \sqrt{7407 / (0,5 \cdot 0,9)} = 45 \text{ мм}$$

Определим площадь поршня по формуле / /:

$$F = 0,01 \cdot 0,785 \cdot D^2 = 0,1 \cdot 0,785 \cdot 45^2 = 158,9 \text{ мм}^2$$

По справочнику / / выбираем: *Пневмоцилиндр 2011-50x250 ГОСТ 15608-81* с усилием на штоке при давлении 0,63 МПа до 8000 Н.

4.3.2 Расчет крепления пневмоцилиндра

Крепление пневмоцилиндра к основанию приспособления производится четырьмя болтами М6. Болтовое соединение нагружено силами, сдвигающими детали. Условием надежности соединения является отсутствие сдвига деталей в стыке. Принимаем, что болты крепятся без зазора, тогда условие прочности по напряжениям сдвига запишем в виде / /:

$$\tau = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot i} \leq [\tau] \quad (4.4)$$

где d – диаметр болта, мм;

i – число плоскостей среза.

При переменных нагрузках

$[\tau] = 0,3 \sigma_m = 0,3 \cdot 240 = 72 \text{ МПа}$ – допускаемое напряжение на срез для материала болта из стали 20 ($\sigma_T = 240 \text{ МПа}$).

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ					Лист

Подставляем значения и получаем:

$$\tau = \frac{7407}{\frac{\pi}{4} \cdot 6^2 \cdot 4} = 65,5 \leq 72$$

условие прочности на срез выполняется.

4.3.3 Расчет сварочного соединения кронштейна

Сварка оси кронштейна к плите производится электродами марки Э42, материал оси и плиты сталь Ст.3 ($\sigma_T=220$ МПа). В случае непредусмотренного отвода упорного центра в процессе восстановления детали, сварочный шов испытывает напряжения от изгибающего момента:

$$\tau_m = \frac{M}{W} \approx \frac{4 \cdot P \cdot l}{0,7 \cdot k \cdot \pi \cdot d} \leq [\tau] \quad (4.5)$$

где $P=2000$ Н – действующее усилие;

$l=350$ мм – расстояние от точки действия усилия до сварочного шва;

k – катет шва, мм;

$d=20$ мм – диаметр оси.

Подставляем значения в формулу и получаем:

$$\tau_m = \frac{4 \cdot 2000 \cdot 350}{0,7 \cdot k \cdot \pi \cdot 20^2} = \frac{318,5}{k}$$

По таблице 3.1 / / принимаем запас прочности $s=1,4$, тогда

$[\sigma_p] = \sigma_T / s = 220 / 1,4 = 157$ МПа. Для таврового соединения

$[\tau] = 0,6[\sigma_p] = 0,6 \cdot 157 = 94$ МПа.

Подставляя найденное значение в условие 4.5, получаем:

$k=318,5/94=3,4$ мм. Принимаем сварочный шов с катетом 5 мм.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ВКР 35.03.06.332.17 ЗП.01.000ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

В хозяйствах РТ 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 управляющего предприятия, ежегодно приказом управляющего ответственность за состояние охраны труда возлагается на главного инженера, на руководителей производственных участков. На предприятии в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации установлена нормальная продолжительность рабочего времени 40 часов в неделю. На работах с вредными условиями труда установлена сокращенная продолжительность - 36 часов в неделю. Ежегодные отпуска для работников представляются продолжительностью не менее 28 календарных дней.

Обучение работников охране труда осуществляется согласно Положению о профессиональной подготовке в области охраны труда в Республике Татарстан. На предприятии проводятся все виды инструктажей: вводный, первичный, на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Вводный инструктаж проводится со всеми поступающими на работу, командировочными. Его проводит инженер по охране труда и техники безопасности хозяйства. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой инструктажи проводят непосредственные руководители работ.

При расположении здания ремонтной мастерской лишь частично соблюдены санитарно-защитные зоны и противопожарные разрывы. Территория машинно-тракторного парка полностью огорожена, озеленена. Системы вентиляции и отопления в хозяйствах не обеспечивает благоприятный микроклимат в соответствии с требуемыми нормами по ГОСТ 12.1.005-88. Освещение не во всех производственных и вспомогательных помещениях

соответствует требованиям СНиП 23-05-95 из-за перегоревших ламп на некоторых участках. В мастерских душевые, умывальные с холодной и горячей водой отсутствуют. Туалет находится в удовлетворительном состоянии.

Выдача молока работникам, занятым на работах с вредными условиями труда проводится не периодически и не соблюдаются установленные нормы, что является нарушением статьи 222 Трудового Кодекса РФ.

На работах с вредными условиями труда, проводимых в особых температурных условиях, а также связанных с загрязнениями, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты выдаются не в полном объеме и не соответствуют перечню, установленному типовыми отраслевыми нормами их бесплатной выдачи, что является нарушением статьи 221 Трудового кодекса Российской Федерации.

Для дальнейшего улучшения работы по охране труда предлагаются следующие мероприятия:

- приказом управляющего усилить ответственность работников за технику безопасности и пожарную безопасность на каждом производственном участке;
- обновить указательные плакаты и аншлаги, информирующие безопасность работы;
- организовать на работах связанных с вредными условиями труда бесплатную выдачу свежего молока по норме 0,5 л в смену согласно Постановлению Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 31 марта 2003 г. №13 строго в назначенное время;
- своевременно произвести замену спецодежды и спецобуви работникам в соответствии с типовыми отраслевыми нормами;
- улучшить санитарно-бытовые условия на участках, обеспечить четкую работу душевых комнат, умывальников, комнаты отдыха и пункта медицинского обслуживания;
- освободить пожарные проезды и проходы от мусора и металлолома, доукомплектовать противопожарные принадлежности;

- организовать в пустующем помещении ремонтной мастерской кабинет охраны труда, оборудовать современными техническими средствами обучения и нормативно-справочной литературой;
- провести освещение во всех производственных и вспомогательных помещениях в соответствии требованиям СНиП 23-05-95.

Во втором разделе выпускной работы разработаны мероприятия по организации восстановления деталей импортной техники в ремонтной мастерской. При планировке участка восстановления деталей учитывались требования, предъявляемые к помещениям ремонтного производства. Оборудование расставлено с учетом обеспечения безопасного движения рабочих, повышения производительности ремонтных работ и обеспечения обслуживания станков. Расстояние между станком и стеной составляет не менее 0,8 метра, а при расположении рабочего между стеной и станком - не менее 1,2 метра. Расстояние между станками составляет не менее 1 метра. На участке размещать оборудование и подводить питание к нему следует в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Помещение должно быть обеспечено углекислотными огнетушителями марок ОУ-2 и ОУ-8. Участок сварочно-наплавочных работ размещаем в изолированном помещении, расположенном у наружных стен здания.

В разделе 3 выпускной работы разработана технология восстановления шлицевых поверхностей деталей импортной и отечественной техники электроконтактным напеканием металлического порошка.

Восстановление и упрочнение деталей электроконтактной наваркой присадочных материалов необходимо проводить с учетом требований охраны труда. Для предотвращения поражения работающих электрическим током, корпуса электроконтактной установки, электронного прерывателя, а также вторичный виток трансформатора необходимо заземлять медным проводом сечением не менее 4..5 мм². При работе щитки электроконтактной установки и

прерывателя должны быть закрыты. В цепях управления напряжение не более 36 В. В производственном помещении контактную машину нужно устанавливать так, чтобы был легкий доступ к рубильникам и другим отключающим устройствам. Пол перед электроконтактной установкой должен быть сухим и застлан резиновым ковриком. В помещении естественное и искусственное освещение должно соответствовать СНиП 23-05-95. Для защиты от ожогов из-за случайных выплесков нагретого металла, необходимо рабочего снабжать очками с прозрачными стеклами, спецодеждой и перчатками.

В разделе 4 дипломного проекта спроектирована конструкция пневматического приспособления для зажима детали при приварке. К работе на установке электроконтактной приварки допускаются рабочие, не моложе 18 лет, прошедшие предварительное обучение и первичный инструктаж на рабочем месте. Во время работы обрабатываемая деталь должна быть надежно закреплена. Запрещается оставлять установку включенным без присмотра. После завершения операции приварки необходимо выключить электродвигатель и дождаться полной остановки патрона, ни в коем случае не останавливать руками. По окончании работы привести в порядок станок, ручной инструмент сложить в отведенное для хранения место. Для зачистки токоподводящих контактов пользоваться напильником только при выключенном рубильнике. Станок приводится в действие и обслуживается только тем рабочим, который на нем работает и за которым он закреплен.

5.2 Мероприятия по охране окружающей природы

Проблема окружающей природы приобретает все большее значение в связи с ростом населения; развитием техники; промышленным освоением новых территорий; бездумным потреблением недр земли, атмосферного воздуха, водных ресурсов, растительного и животного мира.

В машинно-тракторном парке, в автопарке и на территории прилегающей к центральной ремонтной мастерской к источникам загрязнения

окружающей среды относятся: отработанные газы автотракторных двигателей; сливные горюче-смазочные материалы, рабочие жидкости, применяемые в различных системах тракторов и автомобилей; сточные воды, использованные при мойке деталей, двигателей, тракторов и автомобилей; промышленные отходы. Сточные воды, выходящие из мастерской не очищаются и служат причиной загрязнения водоемов и почвы.

На автотранспорт приходится до 60% всей окиси углерода, поступающей в атмосферу. Количественный и качественный состав отработанных газов зависит от технического состояния машин, режима работы, качества топлива, износа деталей, узлов и агрегатов. Для уменьшения вредного воздействия газов, своевременно должны проводиться техническое обслуживание машин, технические осмотры, замена изношенных деталей и их восстановление, точные регулировки машин и агрегатов на стендах диагностирования, качественная обкатка двигателей.

Необходимо отметить, что в хозяйствах такие мероприятия практически проводятся в достаточно высоком уровне. В предприятии действует единственное в районе очистное сооружение для использованной технологической воды, установлены фильтры и дымоуловители на вентиляционных трубах и трубах котельной..

Условия хранения и использования горюче-смазочных материалов вызывающих вредное воздействие на окружающую природу соответствуют требованиям безопасности.

Для предотвращения вреда, который могут нанести окружающей среде вышеназванные факторы, предлагаются следующие мероприятия:

- своевременно заменять фильтры-очистители и дымоуловители в системе вентиляции и на трубе котельной;
- производственные отходы своевременно нужно отправлять в отсортированном виде в пункты приема вторичного сырья или на свалку, расположенную за пределами предприятия;
- озеленение территории хозяйства путем посадки деревьев лиственных

пород, кустарников и оборудования газонов. При этом за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет компенсироваться вред, наносимый выхлопными газами;

- отработанные смазочные материалы и рабочие жидкости нужно собирать в емкости 200 л, а затем отправлять на переработку;

- для очистки сточной использованной воды нужно установить грязесборники и отстойники, откуда можно удалить осадки при помощи погрузчиков и автомашин. Дополнительно нужно предусмотреть очистку сточных вод при помощи специальных растворов.

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Затраты на изготовление конструкции определяем по формуле:

$$C_{\text{ц.кон}} = C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{сб.н}} + C_{\text{оп}}, \quad (6.1)$$

где $C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.; $C_{\text{п.д}}$ – цены покупных деталей, руб.; $C_{\text{сб.н}}$ – полная заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.; $C_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей, руб. определяются по формуле:

$$C_{\text{о.д}} = 3П_{\text{пр}} + C_{\text{м}}, \quad (6.2)$$

где $3П_{\text{пр}}$ – заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.; $C_{\text{м}}$ – стоимость материалов заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Полная заработная плата определяется по формуле:

$$3П_{\text{пр}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{зп доп}} + C_{\text{зп соц}}, \quad (6.3)$$

где $C_{\text{зп}}$ и $C_{\text{зп доп}}$ – основная и дополнительная заработные платы производственных рабочих, руб.; $C_{\text{зп соц}}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основная заработная плата производственных рабочих определяется по формуле:

$$C_{\text{зп}} = t_{\text{ср}} * C_{\text{ч}}, \quad (6.4)$$

где $t_{\text{ср}}$ – средняя трудоемкость изготовления отдельных оригинальных деталей, руб., $t_{\text{ср}} = 4$ чел-ч; $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка, исчисляемая по 3-му разряду, $C_{\text{ч}} = 150$ руб./ч.

Отсюда:

$$C_{\text{зп}} = 4 \times 150 = 600 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп доп}} = 0,15 \times C_{\text{зп}}, \quad (6.5)$$

Тогда:

$$C_{\text{ЗП доп}}=0,15 \times 600=90 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяется по формуле:

$$C_{\text{ЗП соц}}=0,26 \times (C_{\text{ЗП}} + C_{\text{ЗП доп}}), \quad (6.6)$$

Отсюда:

$$C_{\text{ЗП соц}}=0,26 \times (600+90)=179 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$ЗП_{\text{ПР}}=600+90+179=869 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовки для изготовления оригинальных деталей, руб.

$$C_{\text{м.з}}=C_3 \times Q_3, \quad (6.7)$$

где C_3 – цена одного килограмма материала заготовки, руб.; Q_3 – масса заготовки, кг.

Сталь 45: $C_3=50$ руб.; $Q_3=25$ кг.

Сталь Ст3: $C_3=25$ руб.; $Q_3=8$ кг.

Отсюда:

$$C_{\text{м.з}}=(50 \times 25)+(25 \times 8)=1450 \text{ руб.}$$

Тогда затраты на изготовление оригинальных деталей:

$$C_{\text{о.д}}=1391+1450=2841 \text{ руб.}$$

Полную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции при нормативной трудоемкости сборки конструкции $T_{\text{сб}}=16$ чел-ч. вычисляем по формуле:

$$C_{\text{сб.н}}=C_{\text{ЗП.сб.н}}+C_{\text{ЗП.сб.н доп}}+C_{\text{ЗП.сб.н соц}} \quad (6.8)$$

Подставляя значения, получаем:

$$C_{\text{сб.н}}=2400+360+718=3478 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные расходы составляют 14...17% от общепроизводственных затрат и определяются по формуле:

$$C_{\text{оп}}=0,165 \times (ЗП_{\text{ПР}} + C_{\text{сб.н}}) \quad (6.9)$$

Отсюда:

$$C_{\text{оп}}=0,165 \times (2841+3478)=1042 \text{ руб.}$$

Покупные изделия, необходимые для сборки конструкции – болты, гайки, шайбы, подшипники на общую сумму - $C_{п.д}=850$ руб.

Таким образом затраты на изготовление конструкции составят:

$$C_{ц.кон}=2841+850+3478+1042=8211 \text{ руб.}$$

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

№ п/п	Наименование	Ед.измер ения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	120	85
2	Балансовая стоимость	руб	12000	8211
3	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел. ч	150	150
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка конструкции	ч	520	520
9	Время 1 цикла	ч	5,35	4,9

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:

$$W_{ч} = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{ц}}, \quad (6.10)$$

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

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

$$W_{ч0} = \frac{60 \cdot 0,95}{321} = 0,17 \text{ ед/час.}$$

$$W_{ч1} = \frac{60 \cdot 0,95}{294} = 0,19 \text{ ед/час}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.11)$$

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{e0} = \frac{120}{0,17 \cdot 520 \cdot 5} = 0,28 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{85}{0,19 \cdot 520 \cdot 5} = 0,17 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.12)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{12000}{0,17 \cdot 520} = 135,7 \text{ руб./ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{8211}{0,19 \cdot 520} = 92,4 \text{ руб./ед.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (6.13)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,17} = 5,8 \text{ чел. ч/ед.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,19} = 5,2 \text{ чел. ч/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рго}} + A. \quad (6.14)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (6.15)$$

$$C_{\text{зп}0} = 150 \cdot 5,8 = 870 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 150 \cdot 5,2 = 780 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_э, \quad (6.16)$$

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

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (6.17)$$

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

$$C_{рто0} = \frac{12000 \cdot 8}{100 \cdot 0,17 \cdot 520} = 10,88 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{рто1} = \frac{8211 \cdot 8}{100 \cdot 0,19 \cdot 520} = 6,64 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (6.18)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{12000 \cdot 13}{100 \cdot 0,17 \cdot 520} = 17,65 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{8211 \cdot 13}{100 \cdot 0,19 \cdot 520} = 10,8 \text{ руб./ед.}$$

$$S_0 = 870 + 10,88 + 17,65 = 898,5 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 780 + 6,64 + 10,8 = 797,4 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{прив} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (6.19)$$

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{прив0} = 898,5 + 0,15 \cdot 135,7 = 918,8 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив1}} = 797,4 + 0,15 \cdot 92,4 = 811,2 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.20)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (898,5 - 797,4) \cdot 0,19 \cdot 520 = 9889,8 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (918,8 - 811,2) \cdot 0,19 \cdot 520 = 10630,8 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.21)$$

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{8211}{9889,8} = 0,83 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (6.22)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{9889,8}{8211} = 1,2$$

Таблица 6.2 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед/ч	0,17	0,19
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	135,7	92,4
3	Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,28	0,17
4	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед.	5,8	5,2
5	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	918,8	811,2
6	Годовая экономия, руб.	-	9889,8

7	Годовой экономический эффект, руб.	-	10630,8
8	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,83
9	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по организации участка восстановления изношенных деталей в условиях научно-производственного центра «ООО СПЦ Ресурс» кафедры «Технический сервис» Казанского аграрного университета.

Разработанная технология восстановления вала привода гидронасоса позволяет снизить себестоимость ремонта. Этому способствует также разработанная конструкция зажимного приспособления для наплавки. 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.

ЛИТЕРАТУРА

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.Ягупов. // (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. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 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.

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. Девисилов - 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.