

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления направляющих колес гусеничных тракторов с разработкой конструкции приспособления для упрочнения роликовой накаткой»

Шифр ВКР 35.03.06.149.18.ПУРН.00.00.00.ПЗ

Дипломник студент Аксаков Р.Р.

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

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

Зав. кафедрой профессор Адигамаев Н. Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

« _____ » _____ 2018г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Аксакову Р.Р.

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса восстановления направляющих колес гусеничных тракторов с разработкой конструкции приспособления для упрочнения роликовой накаткой»

утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

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

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ устройства и работы сопряжений
2. Проект участка ремонта агрегатов трансмиссии и ходовой части
3. Проектирование технологического процесса восстановления направляющего колеса гусеничных тракторов
4. Конструкторская разработка
5. Техничко-экономическое обоснование конструкции

5. Перечень графических материалов

1. План участка
2. Ремонтный чертеж
3. Технологические карты на восстановление
4. Сборочный чертеж конструкции
5. Рабочие чертежи деталей

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

Студент-дипломник _____

Руководитель проекта _____

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Аксакова Р.Р., выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления направляющих колес гусеничных тракторов с разработкой конструкции приспособления для упрочнения роликовой накаткой»

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из 73 листов печатного текста и графических материалов на 5 листах формата А1, содержит 14 рисунков, 9 таблиц, список использованной литературы содержит 16 наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 4 разделов, заключения и списка использованной литературы; приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ условий работы и причин потери работоспособности направляющих колес гусеничных движителей. Разработана структурная схема разборки механизма направляющего колеса.

Второй раздел посвящен проектированию участка для ремонта агрегатов трансмиссии и ходовой части тракторов.

В третьем разделе приводится разработка технологического процесса восстановления детали. Проанализированы возможные способы восстановления, выбран рациональный способ, выполнен ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление направляющего колеса.

В четвертом разделе разрабатывается конструкция для упрочнения пластическим деформированием. Проведен обзор существующих технических решений, выявлены их преимущества и недостатки. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции. В этом же разделе разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции комплекта оснастки. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Кроме того дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения конструкции.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
----------------	--

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1 Устройство механизма направляющего колеса	
---	--

1.2 Причины потери работоспособности ходовой части гусеничных тракторов	
---	--

1.3 Разработка технологического процесса разборки механизма направляющего колеса.....	
---	--

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ДЛЯ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ И ХОДОВОЙ ЧАСТИ

2.1 Общая характеристика агрегатного участка	
--	--

2.2 Расчет фондов времени	
---------------------------------	--

2.3 Расчет годового объема работ.....	
---------------------------------------	--

2.4 Расчет численности производственных рабочих	
---	--

2.5 Подбор технологического оборудования	
--	--

2.6 Расчет производственной площади	
---	--

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩЕГО КОЛЕСА

3.1 Разработка технологического процесса дефектации	
---	--

3.2 Выбор рационального способа восстановления	
--	--

3.3 Разработка ремонтного чертежа	
---	--

3.4 Разработка маршрутных и операционных карт	
---	--

3.5 Расчет режимов восстановления	
---	--

3.6 Техническое нормирование работ по восстановлению детали	
---	--

**4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ
УПРОЧНЕНИЯ РОЛИКОВОЙ НАКАТКОЙ**

4.1 Анализ известных технических решений для роликовой накатки

4.2 Описание конструкции приспособления

4.3 Принцип работы приспособления

4.4 Расчеты элементов конструкции

4.4.1 Расчет пружины обеспечивающей давление роликов

4.4.2 Расчет болта проверочный

4.4.3 Определение момента затяжки гайки

4.4.4 Расчет балок на изгиб

4.5 Обеспечение безопасности в конструкции приспособления для
накатки

4.6 Инструкция по безопасности труда при работе с приспособлением
для накатки

4.7 Экономическое обоснование конструкции

ВЫВОДЫ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПЕЦИФИКАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ

В условиях нынешних рыночных отношений особое значение принимает конкурентоспособность продукции сельскохозяйственных предприятий, которая, в конечном счете, является неотъемлемым условием успешного существования предприятия. Наряду с качеством, конкурентоспособность продукции определяется ее стоимостью. В связи с трудным финансовым положением сельскохозяйственных предприятий, еще более усугубившимся вследствие экономического кризиса, производство продукции с минимально возможной себестоимостью является одной из приоритетных задач, стоящих перед предприятиями [7].

Это в свою очередь требует минимизации всех слагаемых себестоимости продукции. Ощутимую долю себестоимости продукции сельского хозяйства составляют затраты на поддержание и восстановление работоспособности сельскохозяйственной техники. Кроме того, работоспособность сельскохозяйственной техники оказывает косвенное влияние и на урожайность продукции, поскольку готовность и надежность техники сказывается на возможности проведения работ качественно, в оптимальные агротехнические сроки.

Пути снижения затрат на восстановление работоспособности сельскохозяйственной техники являются переоснащение технической базы ремонтных подразделений хозяйств, повышение квалификации ремонтно-обслуживающего персонала, внедрение новых технологий восстановления изношенных деталей, экономическая оценка применяемых технологий и целесообразности восстановления, а также рациональная организация работ по техническому сервису.

Внедрение в сельскохозяйственное производство новой техники неизбежно предъявляет новые, повышенные требования к ее эксплуатации, обслуживанию и ремонту. Принимая во внимание текущее состояние ремонтно-обслуживающей базы хозяйств, во многих случаях требуется ее кардинальное переоснащение и пополнение. Современное состояние ремонтной

базы, ее оснащенность новым оборудованием, приборами, способы организации труда сильно отстают от темпов замены устаревшей техники даже в экономически крепких, передовых хозяйствах.

Внедряемые передовые технологии с использованием сложных комбинированных агрегатов отечественного и зарубежного производства не обеспечены всем комплексом средств проведения ремонтных работ, что снижает их экономическую эффективность, имеющую первостепенное значение в условиях рыночной экономики.

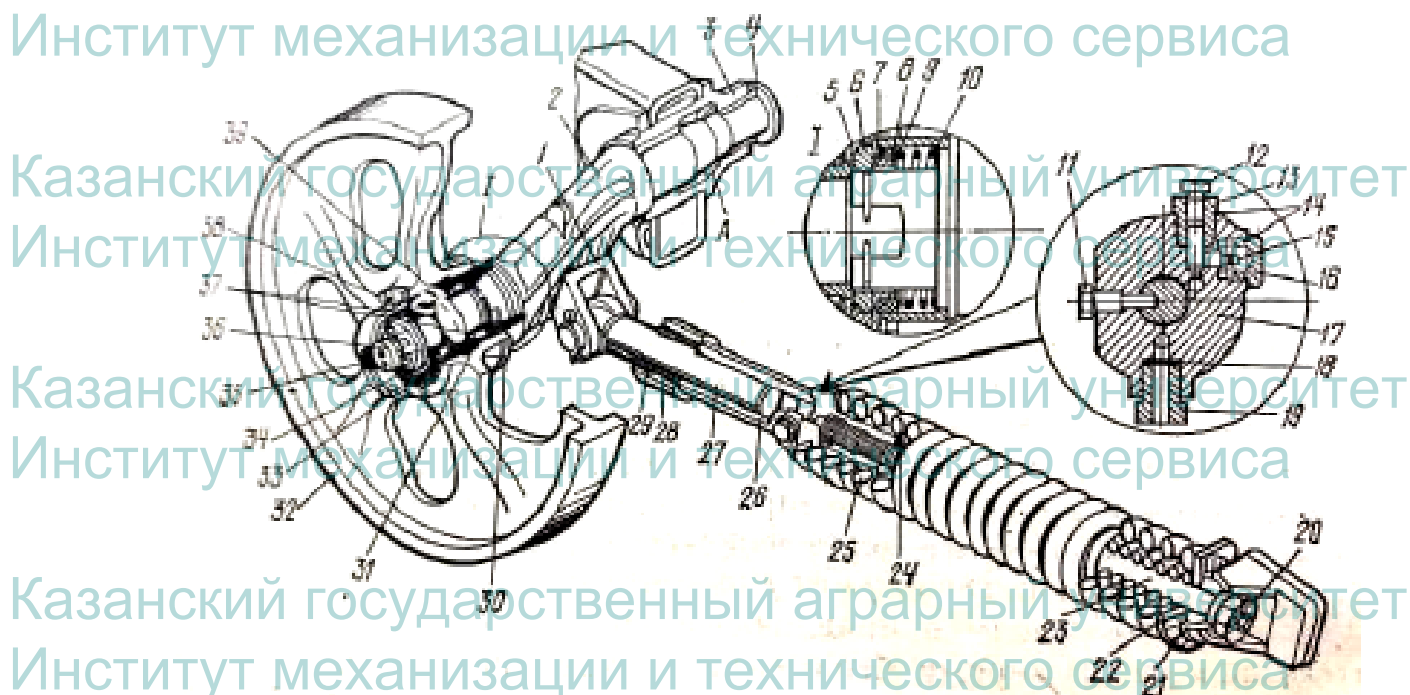
Традиционно сложившийся на производстве принцип недостаточного финансирования обновления средств технического сервиса необходимо преодолеть, так как отдача от вложений в эту сферу происходит даже в более короткие сроки, чем от вложений в закупку новой сельскохозяйственной техники.

В связи с вышеизложенными соображениями, реконструкция участков ремонтных мастерских, отвечающих требованиям сегодняшнего дня, проектирование современных технологических процессов восстановления деталей является актуальной задачей современного этапа развития рыночных отношений в сельском хозяйстве.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1 Устройство механизма направляющего колеса

Направляющее колесо (рисунок 1.1), необходимо для изменения движения гусеничной цепи впереди трактора, направляя ее с поддерживающих роликов под опорные катки подвески [14].



1 – ушко; 2 – коленчатая ось; 3 – опора коленчатой оси; 4 – упорная шайба; 5 и 33 – стопорные кольца; 6 – уплотнительное неподвижное кольцо; 7 – уплотнительное подвижное кольцо; 8 – резиновое кольцо; 9 и 34 – шайбы; 10 – уплотнительная пружина; 11 – стопорный болт; 12 – запорная игла; 13 – корпус иглы; 14 – прокладка; 15 – масленка; 16 и 38 – крышки; 17 – гидронатяжной задний колпачок; 18 – предохранительный клапан; 19 – корпус клапана; 20 – шайба; 21 – упорный сферический шарнир; 22 – задний упор; 23 – стяжной винт; 24 – внутренняя пружина; 25 – внешняя пружина; 26 – цилиндр гидронатяжителя; 27 – шток гидронатяжителя; 28 – уплотнение штока; 29 – гайка уплотнения; 30 – корпус уплотнения; 31 – внутренний подшипник; 32 – колесо; 35 – пробка; 36 – коническая гайка; 37 – внешний подшипник; 39 – распорная втулка

Рисунок 1.1 – Механизм направляющего колеса

С помощью направляющего колеса с амортизационно-натяжным устройством регулируют натяжение гусеничной цепи. За счет этого гусеничный движитель предохраняется от поломок или повреждений при попадании в него крупных посторонних предметов или резком наезде на препятствие большой высоты.

Направляющее колесо 32 представляющее собой стальную отливку с пятью спицами и закаленным ободом, установлено на конических роликовых подшипниках 31 и 37 на нижнем колене кованой коленчатой оси 2.

Своим верхним коленом ось установлена во втулках 40 и 41, запрессованных в опору 3, сваренную в продольную балку рамы. В осевом направлении коленчатая ось в опоре удерживается с внешней стороны упором щеки в бурт большой втулки 40, с внутренней – упорной шайбой 4, прикрепленной к торцу верхнего колена тремя болтами и упирающейся в бурт малой втулки 41.

Коленчатая ось должна свободно поворачиваться в опоре рамы. При сборке во внутреннюю полость опоры закладывают солидол. От попадания абразивных частиц и посторонних предметов шейки верхнего колена защищены козырьком, выполненным на фланце опоры [14].

Конические роликовые подшипники 31 и 37 своими внутренними обоймами напрессованы на шейки нижнего колена коленчатой оси 2. Внешние обоймы подшипников располагаются в расточке ступицы колеса 32. Между ними установлены пружинное стопорное кольцо 33 (в канавке ступицы) и распорная втулка 39.

При этом распорная втулка должна устанавливаться проточкой в сторону стопорного кольца. Конические роликовые подшипники регулируют и крепят на коленчатой оси с помощью корончатой гайки 36, накрученной на резьбовой хвостовик оси. Между гайкой и подшипником 37 установлена шайба 34 с внутренними лысками, а гайка застопорена шплинтом.

В правильно отрегулированных подшипниках осевой зазор должен быть 0,25 ... 0,6 мм. Для получения такого зазора необходимо заворачивать

гайку 36 до тех пор, пока направляющее колесо не будет туго проворачиваться от усилия руки. После этого гайку необходимо отпустить до совпадения прорезей на ней с ближайшим из радиальных отверстий в резьбовом хвостовике оси и застопорить гайку шплинтом.

В правильно отрегулированных подшипниках осевой зазор должен быть 0,25 ... 0,6 мм. Для получения такого зазора необходимо заворачивать гайку 36 до тех пор, пока направляющее колесо не будет туго проворачиваться от усилия руки. После этого гайку необходимо отпустить до совпадения прорезей на ней с ближайшим из радиальных отверстий в резьбовом хвостовике оси и застопорить гайку шплинтом.

Снаружи подшипниковый узел закрыт крышкой 38, прикрепляемой через уплотнительную паранитовую прокладку к ступице направляющего колеса пятью болтами.

Со стороны коленчатой оси подшипниковый узел снабжен торцевым уплотнителем аналогичным по конструкции уплотнению подшипникового узла опорного катка (но несколько больших размеров). Неподвижное уплотнительное кольцо 6 установлено на лысках в корпусе уплотнения 30 и загерметизировано резиновым дом. Корпус уплотнения прикреплен к ступице пятью болтами через уплотнительную прокладку, такую же, как между ступицей и крышкой.

К неподвижному уплотнительному кольцу 6 через резиновое кольцо 8 и шайбу 9 пружиной 10 прижимается подвижное уплотнительное кольцо 7, удерживаемое от поворота относительно оси лысками. Резиновое кольцо прижимается и к колпаку уплотнения, приваренному к коленчатой оси. Вытекание масла между осью и колпаком предотвращается с помощью резинового кольца, запрессовываемого после приварки колпака. При разборке-сборке детали уплотнения удерживаются на коленчатой оси стопорным кольцом 5. Колпак и расточка в корпусе 30 уплотнения образуют лабиринт для защиты деталей уплотнения.

Подшипниковый узел направляющего колеса смазывается маслом, за-

правляемым через боковое отверстие в крышке 38. Центральное отверстие служит для контроля уровня масла в узле. При заправке масла направляющее колесо устанавливают так, чтобы боковое отверстие было выше центрального. Оба отверстия в крышке закрывают резьбовыми коническими пробками 35. При сливе масла из подшипникового узла боковое отверстие следует повернуть вниз.

В щеке коленчатой оси 2 примерно на уровне нижнего колена выполнено отверстие. В него вставлено ушко 1, которое от проворота удерживается сегментной шпонкой и закреплено корончатой гайкой со шплинтом.

Амортизационно-натяжное устройство состоит из гидравлического механизма натяжения и пружинного амортизатора, который включает в себя две, установленные одна в другой, цилиндрические винтовые пружины (внешнюю 25 и внутреннюю 24), прикрепленных к задней головке механизма натяжения стяжным винтом 23. При этом пружины сжимаются до определенного размера, от которого зависит усилие предварительной зарядки амортизатора [14].

Под головку стяжного винта установлены задний упор 22 пружин и упорный сферический шарнир 21, которым устройство вставлено в кронштейн рамы и зафиксировано от выпадания шайбой 20, прикрепленной болтом к головке стяжного винта.

При больших нагрузках в гусеничном обводе, например, при попадании между гусеничной цепью и ведущим или направляющим колесом крупных посторонних предметов, пружины амортизатора сжимаются, направляющее колесо, поворачиваясь на коленчатой оси, отходит назад, натяжение гусеничной цепи уменьшается и тем самым элементы ходовой системы предохраняются от поломок. После этого пружины амортизатора возвращают направляющее колесо в первоначальное положение.

Нормальное натяжение гусеницы поддерживается с помощью гидравлического механизма. Его основа – цилиндр 26 с приваренными к нему задней 17 и передней головками. В цилиндр вставлен шток 27 с головкой, в ко-

торую запрессована втулка. Этой головкой штока, а значит, и все амортизационно-натяжное устройство соединяются с упком коленчатой оси направляющего колеса. В передней головке размещено уплотнение 20 штока, состоящее из пяти резиноканевых манжет, опорного и нажимного колец. Пакет уплотнения через шайбу поднимается гайкой 29 так, чтобы усилие перемещения штока 27 составляло около 0,2 кН. Износ манжет уплотнения компенсируется за счет действия кольцевой гофрированной пружины.

От загрязнения трущиеся поверхности предохраняются войлочным кольцом и стальными кольцами-чистиками, расположенными в гайке 29.

В заднюю головку упираются пружины амортизатора и ввернут стяжной винт 23. В задней головке расположены заправочное устройство и предохранительный клапан.

При работе трактора могут возникать случаи, когда упругого хода пружин амортизатора окажется недостаточно для предохранения элементов ходовой системы от поломок. Поэтому механизм натяжения снабжен предохранительным клапаном. На фланце опоры коленчатой оси выполнены два Т-образных упора. Передний из них ограничивает ход регулировки направляющего колеса и выдвижение штока из цилиндра механизма натяжения, а задний – ход амортизации направляющего колеса назад. В случае повышения давления в цилиндре сверх допустимого колпачок 18 разрывается, солидол из цилиндра выходит через образовавшееся отверстие, шток при этом входит в цилиндр, а направляющее колесо, поворачиваясь на коленчатой оси, отходит назад уменьшая натяжение гусеницы.

Для натяжения гусеничной цепи необходимо вывернуть на несколько оборотов запорную иглу 12, снять крышку 16, надеть на масленку 15 накопчик шприца и закачать в полость цилиндра механизма натяжения необходимое количество солидола. Под давлением солидола шток 27 выдвинется из цилиндра 26 и переместит вперед направляющее колесо на оси. После получения необходимого натяжения гусеничной цепи необходимо снять накопчик шприца масленки, завернуть запорную иглу и установить на место

крышку 16 с прокладкой 14.

Для уменьшения натяжения гусеничной цепи, например перед рас соединением последней, необходимо вывернуть корпус предохранительного клапана 19 с клапаном 18, после чего нажать на направляющее колесо спереди. При этом шток 27, вдвигаясь в цилиндр 26, будет выдавливать солидол через каналы, идущие к гнезду предохранительного клапана. После уменьшения натяжения необходимо установить на место предохранительный клапан [14].

1.2 Причины потери работоспособности ходовой части гусеничных тракторов

Детали ходовой части работают непосредственно в абразивной среде, часто при сухом трении, воспринимают значительные динамические нагрузки, вследствие чего они довольно интенсивно изнашиваются.

Условия работы деталей ходовой части гусеничных тракторов весьма разнообразны и зависят от климата, почвы, состояния и качества деталей, распределения воспринимаемых нагрузок и т. д.

Наибольшему износу подвержены детали задних кареток подвески в результате неравномерного распределения нагрузок на опоры. Установлено, что у трактора типа Т-150 нагрузка на задние каретки больше в 3 раза, чем на передние, при изменении ее в пределах от 0 до 30 кН [11].

Повышенный износ цапф и втулок задних кареток происходит при работе с навесным плугом также из-за неравномерной нагрузки. При работе трактора с навесным плугом при тяговом сопротивлении 30 кН (3000 кгс) нагрузка на ось передней каретки составляет 24 кН (2430 кгс), а на ось задней – 41 кН (4140 кгс), т. е. значительно больше, чем на переднюю [11].

Существенное влияние на работу деталей ходовой части гусеничных тракторов оказывает температура, поскольку с ее понижением значительно изменяется вязкость масла.

При температуре воздуха -15°C на преодоление сопротивления про-
вертыванию механизмов силовой передачи и перекачиванию трактора Т-150
требуется затратить энергии в 2,5–2,7 раза больше, чем при температуре
 $+5^{\circ}\text{C}$ [11].

Зацепление ведущих колес с гусеницами представляет собой наиболее
сложный и важный узел в конструкции ходовой части. Качество его работы
непосредственно отражается на износе самих элементов зацепления и оказы-
вает значительное влияние на работу, износ и к. п. д. всех механизмов трак-
тора.

По мере износа шарниров гусениц нарушаются нормальные условия
работы зацепления. При движении трактора изнашиваются не только элемен-
ты зацепления на самом ведущем колесе, но и элементы зацепления на гусе-
ницах, несмотря на то, что их больше по сравнению с первыми в 6–8 раз.

1.3 Разработка технологического процесса разборки механизма на- правляющего колеса

Для обеспечения качества процесса разборки нами разработана струк-
турная схема разборки направляющего механизма (рисунок 1.2)

Разборку механизма направляющего колеса осуществляют в следую-
щей последовательности. Снимают с цилиндра гидронатяжения гусеницы
промежуточное звено, а с коленчатой оси упорную шайбу и цилиндр гидро-
натяжения гусеницы. Вывертывают пробки, отвертывают болты и снимают
крышку, отвертывают ганки и выпрессовывают коленчатую ось из ступицы
направляющего колеса, отсоединив предварительно корпус уплотнения.

Выпрессовывают из ступицы направляющего колеса наружные кольца
роликоподшипников, снимают распорную втулку и упорное кольцо. Спрес-
совывают с коленчатой оси внутреннее кольцо роликоподшипника, снимают
уплотнение и уплотнительные кольца [11].



Рисунок 1.2 – Схема разборки механизма направляющего колеса

Разбирают уплотнение, снимая при этом с корпуса уплотнительное кольцо, с уплотнительного кольца – нажимную шайбу, резиновое кольцо, пружину уплотнения, вынимая стопорный стакан из корпуса уплотнения.

При разборке промежуточного звена снимают палец, планку и промежуточное звено с вилки амортизирующего устройства. Разбирают амортизирующее устройство: снимают с натяжного болта гайку, трубу, упор, большую и малую пружины, второй упор и упорное яблоко.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ДЛЯ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ И ХОДОВОЙ ЧАСТИ

2.1 Общая характеристика участка

Участок для ремонта агрегатов трансмиссии и ходовой части предназначен для выполнения текущего, среднего и капитального ремонта узлов трансмиссии автомобилей и тракторов, кроме двигателя [7].

После диагностики технического состояния агрегаты, снятые с единицы сельскохозяйственной техники для ремонта, подвергаются наружной мойке. Предварительно из картеров агрегатов сливают масло. После наружной мойки, агрегаты (передний и задний мост, коробку передач) устанавливают на стенды и полностью или частично разбирают. При установке агрегатов на стенды используют подъемно транспортные устройства – подвесные кран-балки, тали, тельферы и др.

Разборку агрегатов, узлов и механизмов производят с использованием верстачных прессов (3–5 т) для выпрессовки подшипников, втулок и других деталей, а также различных съемников и приспособлений.

Разобранные агрегаты обезжиривают в горячем содовом растворе с последующей промывкой в горячей воде. Для этой цели применяют ванны с содовым раствором и водой, подогреваемые паром при помощи трубчатого змеевика, или специальную моечную установку ГАРО. В этой установке детали моют горячим (80...90 °С) 4–5% раствором едкого натра или каустической соды.

Моечная камера установки рассчитана для деталей размером 1000х600х800 мм общим весом до 250 кг. Некоторые детали и системы подвергают дополнительной, механической и химической обработке для удаления смол, нагара, накипи и других отложений.

С помощью измерительного инструмента и специальных приспособлений определяют отклонения в размерах и форме детали, сопоставляя резуль-

таты с техническими условиями. Признаками негодности деталей в дальнейшем их использовании являются задиры, трещины, вмятины, следы коррозии, и т.п.

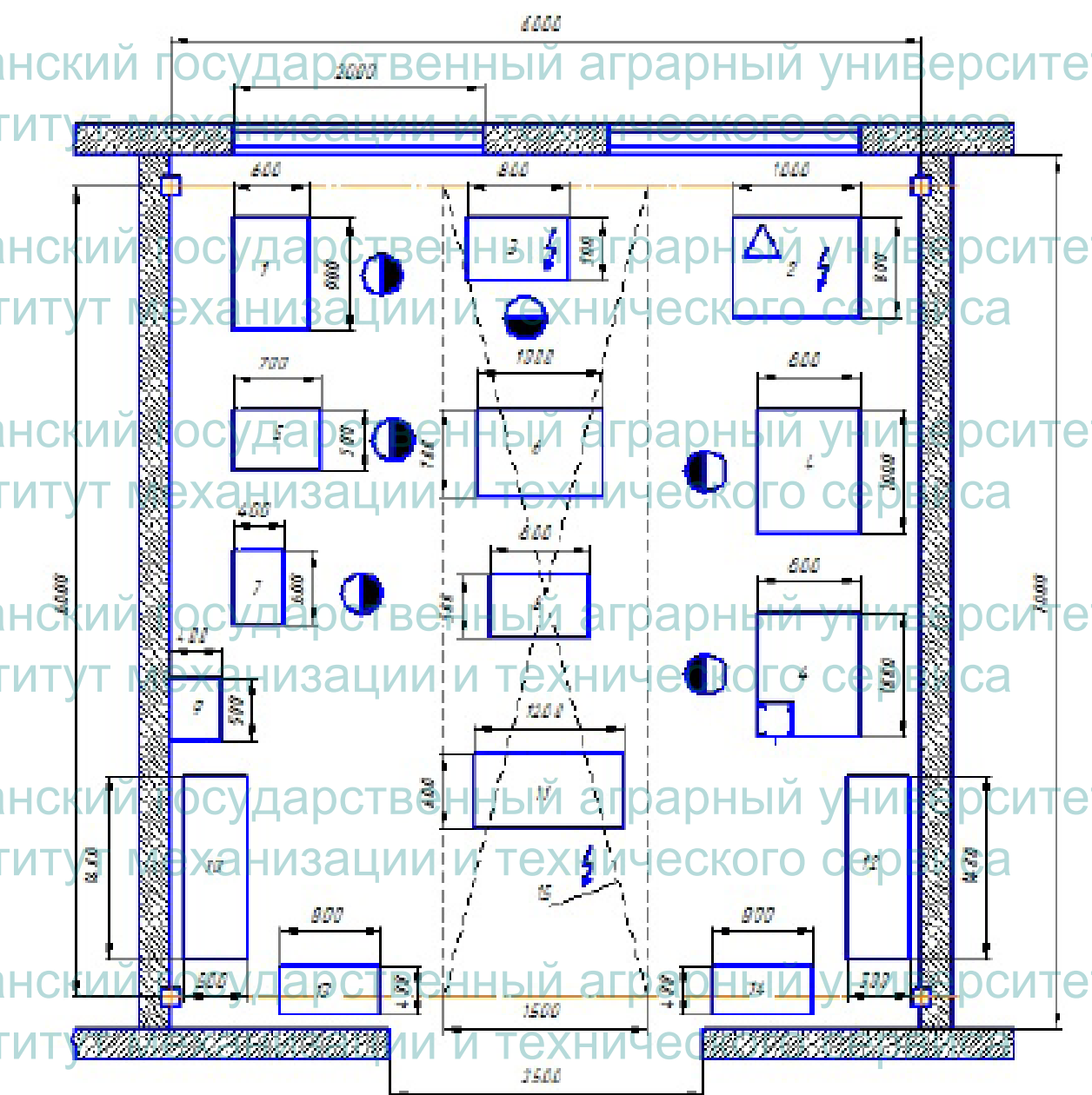
Перечень работ, выполняемых при ремонте агрегатов весьма разнообразен и велик. Работы должны выполняться на специальном оборудовании и сборочных стендах.

Характерными работами при текущем ремонте агрегатов являются: замена отработанных деталей новыми, выпрессовка и напрессовка шестерен и подшипников на валы, втулок, различного назначения пружин, развертка отверстий в корпусных деталях под ремонтные размеры, проверка герметичности узлов, замена уплотняющих прокладок, и другие ремонтные операции. Кроме замены деталей, выполняются подгоночные, ремонтные, контрольные и регулировочные работы.

Отремонтированные агрегаты после ремонта и сборки проходят технологические испытания. Результаты испытаний заносятся в карточки учета, в которых указываются: эксплуатационные показатели при испытании, ремонтные размеры, кто выполнил работу, что позволяет улучшить качество ремонта при наименьших материальных затратах. После этого готовые агрегаты складываются на стеллажах или транспортируются на склад отремонтированных объектов.

На данном участке работы производится в одну смену с использованием прогрессивных технологий и средств облегчающих труд.

Площадь агрегатного участка определяется по фактической площади, занимаемой оборудованием, с применением коэффициента плотности расстановки оборудования [7].



- 1 – Стенд для ремонта карданных валов; 2 – Вертикально-сверлильный станок;
3 – Электроточило; 4 – Стенд для расточки тормозных барабанов и тормозных накладок; 5 – Стенд для ремонта коробок передач; 6 – Стенд для ремонта передних и задних мостов; 7 – Стенд для клепки тормозных накладок; 8 – Стенд для разборки и регулировки сцепления; 9 – Шкаф настенный для приборов и инструментов; 10 – Стеллаж для деталей; 11 – Передвижная моечная ванна; 12 – Стеллаж для инструментов; 13 – Ларь для обтирочных материалов; 14 – Ларь для отходов; 15 – Кран балка

Рисунок 2.1 – Примерная планировка агрегатного участка

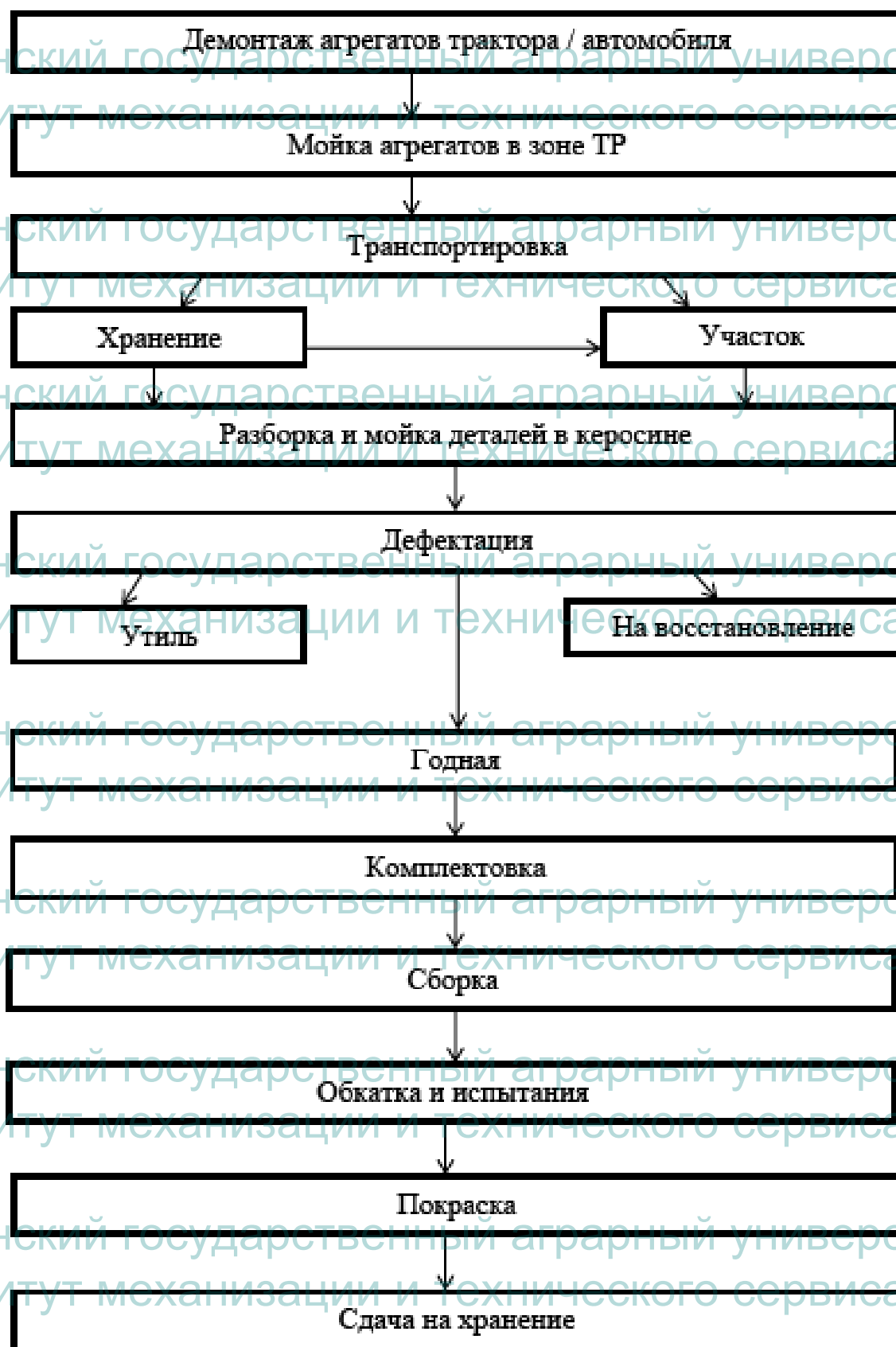


Рисунок 2.2 – Схема технологического процесса агрегатного участка

2.2 Расчет фондов времени

Производственный фонд времени рассчитывается по календарю и режиму работы конкретного предприятия участка, на планируемый период.

Годовой производственный фонд времени рабочего места пятидневной рабочей недели рассчитывается по формуле [7]:

$$\Phi_{\text{пл}} = T_{\text{см}} (D_{\text{кал}} - D_{\text{в}} - D_{\text{пр}}) \quad (2.1)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, принимаем 8 часов;

$D_{\text{кал}}$ – число календарных дней в году, принимаем 365 дней;

$D_{\text{в}}$ – число выходных дней в году, принимаем 104 дня;

$D_{\text{пр}}$ – число праздничных дней в году, принимаем 11 дней.

$$\Phi_{\text{пл}} = 8 \cdot (365 - 104 - 11) = 2000 \text{ часов.}$$

Принимаем 2070 часов.

Годовой производственный фонд рабочего места – 2070 часов.

Действительный производственный фонд времени рассчитывается с учетом дней отпуска и дней пропуска по уважительной причине.

Действительный производственный фонд времени рассчитывается [7]:

$$\Phi_{\text{пр}} = (T_{\text{см}} \cdot (D_{\text{кал}} - D_{\text{отп}} - D_{\text{пр}} - D_{\text{опп}})) \cdot K_{\text{п}} \quad (2.2)$$

где $D_{\text{отп}}$ – дни отпуска, принимаем 24 дня;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент пропуска рабочих дней по уважительной причине, принимаем 0,9;

$$\Phi_{\text{пр}} = (8 \cdot (365 - 104 - 11 - 24)) \cdot 0,9 = 1627,24 \text{ часов.}$$

Принимаем: 1840 часов.

Действительный производственный фонд рабочего места – 1840 ч.

2.3 Расчет годового объема работ

Годовая производственная программа указывается в исходных данных задания на проектирование в номенклатуре и количестве ремонтируемых

машин и агрегатов. Трудоемкость работ берется из карт технологических процессов по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Годовой объем работ представляет собой годовую трудоемкость ремонта определенных изделий в человеко-часах. При расчете годового объема работ необходимо перевести чел.мин в чел.час.

Годовой объем рассчитывается [7]:

$$T_z = \frac{t_p \cdot N_z}{60} \quad (2.3)$$

где N_z – годовая производственная программа, принимаем 1850 единиц;
 t – трудоемкость на единицу продукции, 507 чел./мин;

$$T_z = \frac{507 \cdot 1850}{60} = 15632,44 \text{ чел./час}$$

Принимаем: 15632 чел./час.

2.4 Расчет численности производственных рабочих

В производстве определяют число штатных, явочных, вспомогательных и инженерно - технических работников.

Число штатных рабочих определяется по формуле [7]:

$$P_{шт} = T_z / (\Phi_{шт} \cdot K_{пл}) \quad (2.4)$$

где T_z – годовой объем работ, чел.час;

$\Phi_{шт}$ – годовой фонд времени одного производственного рабочего, принимаем 1840 ч;

$K_{пл}$ – коэффициент учитывающий повышение производительности труда, принимаем 1,20;

$$P_{шт} = 15632 / 1840 \cdot 1,2 = 7,07 \text{ человек.}$$

Принимаем: 7 человек.

Число явочных рабочих определяется по формуле:

$$P_{яв} = T_z / (\Phi_{яв} \cdot K_{пл}) \quad (2.5)$$

$$P_{\text{дс}} = 15632 / 2070 \cdot 1,2) = 6,29 \text{ человек.}$$

Принимаем: 6 человек.

Число вспомогательных рабочих определяется по формуле:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{мсп}} \cdot \Pi_{\text{всп}} \quad (2.6)$$

где $\Pi_{\text{всп}}$ – процент вспомогательных рабочих, принимаем 0,25;

$$P_{\text{всп}} = 7 \cdot 0,25 = 1,75 \text{ человек.}$$

Принимаем: 2 человека.

Число инженерно-технических работников определяется по формуле:

$$P_{\text{итр}} = (P_{\text{мсп}} + P_{\text{всп}}) \cdot \Pi_{\text{итр}} \quad (2.7)$$

где $\Pi_{\text{итр}}$ – процент инженерно-технических работников, принимаем 0,1;

$$P_{\text{итр}} = (7 + 2) \cdot 0,1 = 0,9 \text{ человек.}$$

Принимаем: 1 человека.

2.5 Подбор технологического оборудования

К основному оборудованию ремонтного предприятия относится оборудование, на котором выполняются основные, наиболее сложные и трудоемкие технологические операции. Это моечные машины, металлорежущие станки, гальванические ванны, стенды для разборки и сборки агрегатов и пр.

По трудоемкости технологических операций рассчитывается число единиц технологического оборудования для разборки-сборки агрегатов и механической обработки [7]:

$$X_{\text{об.р}} = T_{\text{г}} / (\Phi_{\text{д.об}} \cdot K_{\text{пл}}) \quad (2.8)$$

где $T_{\text{г}}$ – годовой объем работ, ч/час;

$\Phi_{\text{д.об}}$ – годовой действительный фонд времени работы оборудование в часах;

$K_{\text{пл}}$ – коэффициент учитывающий повышение производительности труда, принимаем, $K_{\text{пл}} = 1,2$.

$$X_{об,р} = 15632 / (2030 \cdot 1,2) = 6,4 \text{ ед.}$$

Принимаем: 6 единиц.

После предварительного расчета потребного числа оборудования производителя его подбор, учитывая технологическую характеристику, мощность и габаритные размеры, заполняется ведомость оборудования.

Таблица 2.1 – Технологическое оборудование

Наименование	Модель	Габариты, м	Количество
Стенд для ремонта карданных валов и рулевых управлений	3067	0,9x0,6	1
Вертикально-сверлильный станок	2А-125	1x0,8	1
Электроточило	И-138А	0,8x0,5	1
Стенд для расточки тормозных барабанов и тормозных накладок	ЦКБ-Р-114	1x0,8	2
Стенд для ремонта коробок передач	2365	1x0,7	1
Стенд для ремонта передних и задних мостов	2450	1x1,4	1
Стенд для клепки тормозных накладок	Р-304	0,6x0,4	1
Стенд для разборки и регулировки сцепления	ЦКБ-Р-207	0,5x0,8	1
Кран балка	ПТ-054	4x1,5	1
Итого	-	6,08 м²	10

Таблица 2.2 – Технологическая оснастка

Наименование	Модель	Количество
Универсальный комплект съемников и приспособлений для разборки и сборки узлов	УКАСП-58 Пим-192	6
Большой набор гаечных ключей	И-105-М	6
Напильники разные	-	7
Комплект инструмента слесаря	2446	7
Прибор для измерения радиуса зазора в подшипниках качения	КН-1223	3
Итого	-	29

Таблица 2.3 – Организационная оснастка

Наименование	Модель	Габариты, мм	Количество
Передвижная моечная ванна	ОМ-13116	1250*620	1
Стеллаж для инструментов	ОРГ-1468	1400*500	1
Ларь для отходов	ОРГ-1468	800*400	1
Стеллаж для деталей	2249-П	1400*500	1
Шкаф настенный	ОРГ-1468	500*400	1
Ларь для обтирочных материалов	ОРГ-1468	800*400	1
Итого		2,99 м ²	6

2.6 Расчет производственной площади

Расчет производственной площади, определяется по суммарной площади поля, занятой оборудованием, с использованием коэффициента плотности расстановки оборудования определяется по формуле [7]:

$$F_{\text{п}} = K_{\text{об}} \cdot \sum F_{\text{об}} \quad (2.9)$$

где $K_{\text{об}}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования, принимаем 4,5;

$\sum F_{\text{об}}$ – суммарная габаритная площадь оборудования, м².

$$F_{\text{п}} = 4,5 \cdot (6,08 + 2,99) = 40,82 \text{ м}^2.$$

Принимаем: 42 м².

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩЕГО КОЛЕСА

3.1 Разработка технологического процесса дефектации

Рассматриваемая деталь в процессе работы приобретает следующие дефекты [11]:

1. Трещины на двух спицах и ободе.
2. Износ бурта обода на длине не более 200 мм.
3. Износ или повреждение резьбы отверстий под болты крепления корпуса уплотнения и крышки.
4. Износ наружной поверхности обода.
5. Износ поверхности посадочного отверстия.

Для контроля размеров при дефектации выбирают средства измерения (СИ).

Выбирая СИ, необходимо учитывать соблюдение условия: предельная погрешность СИ меньше допустимой погрешности измерения [12], а именно

$$\Delta_{\text{им}} \leq \delta, \quad (3.1)$$

где δ – допустимая погрешность измерения;

$\Delta_{\text{им}}$ – предельная погрешность СИ.

Для дефекта №1 – Трещины на двух спицах и ободе, выбираем СИ: Лупа 3-100 ГОСТ 8300-57

Для дефекта №2 – Износ бурта обода на длине не более 200 мм, выбираем СИ: Лупа 3-100 ГОСТ 8300-57

Для дефекта №3 – Износ или повреждение резьбы отверстий под болты крепления корпуса уплотнения и крышки, выбираем СИ: Калибр резьбовой

По размеру $\varnothing 600a12$ (величина допуска 0,75 мм) для дефекта 4 предельная погрешность, $\delta = 200$ мкм [12]. Выбираем СИ: штангенциркуль ШЦ

2-250-630-0,1 ГОСТ 166-89, у которого $\Delta_{\text{им}} = \pm 100$ мкм.

По размеру $\varnothing 120c7$ (величина допуска 0,035 мм) для дефекта 5 предельная погрешность, $\delta = 16$ мкм [12]. Выбираем СИ: нутромер НМ-175-0,01 ГОСТ 10-88, у которого $\Delta_{\text{изм}} = \pm 4$ мкм.

Сведем результаты выбора в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – К определению средств измерения

Тип размера, номинальное значение	Значение допуска размера, мм.	Допустимая погрешность, мм.	Предельная погрешность СИ, мм.	Наименование, обозначение СИ, ГОСТ
Вал, $\varnothing 600$	0,75	0,2	$\pm 0,1$	ШЦ-II-250-630-0,1 ГОСТ 166-89
Отверстие, $\varnothing 120$	0,035	0,004	$\pm 0,004$	НМ-175-0,01 ГОСТ 10-88

3.2 Выбор рационального способа восстановления

Выбор рационального способа необходим для обеспечения требуемых характеристик поверхности, формы и точности после восстановления при условии минимально возможных трудоемкости и себестоимости [1].

Рациональный способ выбирают, исходя из следующих критериев:

- технологический (иначе говоря, критерий, учитывающий возможность применения способа);
- технический (учитывает долговечность после восстановления);
- технико-экономический (является обобщающим и решающим, поскольку учитывает в себе предыдущие критерии).

Для всех возможных способов, выбранных по технологическому критерию дают оценку по коэффициенту долговечности (K_d) [13]:

$$K_d = K_t \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{\Pi}, \quad (3.2)$$

где K_t , K_B , K_C , – коэффициенты, характеризующие способ с точки зрения износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

K_{Π} – поправочный коэффициент, $K_{\Pi} = 0,8 \dots 0,9$.

Наиболее рациональным согласно техническому критерию является способ с $K_D \rightarrow \max$.

Условие технико-экономического критерия записывается в следующем виде [13]:

$$C_B \leq K_D \times C_H, \quad (3.3)$$

где C_B – стоимость восстановления;

C_H – стоимость новой детали.

Если известна цена новой детали, критерий рассчитывают по формуле:

$$K_T = C_B / K_D, \quad (3.4)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – удельная себестоимость приходящаяся на единицу площади восстановления.

Рациональный способ имеет значение $K_T \rightarrow \min$ [6].

Назначим в случае дефекта 4 в качестве применимых способов восстановления детали следующие:

- вибродуговая наплавка;
- наплавка в среде углекислого газа.

Рассчитаем для них коэффициенты вышеназванных критериев.

1. Наплавка в среде CO_2 :

$$K_i = 0,72; K_B = 0,9; K_C = 1;$$

$$K_D = 0,72 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,52.$$

2. Наплавка под слоем флюса:

$$K_i = 1; K_B = 0,62; K_C = 1;$$

$$K_D = 1 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,49.$$

Учитывая, что $K_D \rightarrow \max$, наиболее рациональный способ – наплавка в среде CO_2 .

Рассмотрим технико-экономические критерий для этих же способов:

1. Наплавка в среде CO_2 :

$$C_B = 910 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{910}{0,52} = 1750.$$

2. Наплавка под слоем флюса

$$C_B = 1040 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{1040}{0,49} = 2122.$$

Учитывая $K_T \rightarrow \min$, рациональным является также наплавка в среде

CO_2 .

Таким образом, с учетом рассчитанных значений вышеназванных критериев, рациональным способом восстановления дефекта 4 является наплавка в среде углекислого газа. Допустимый метод – наплавка под слоем флюса.

Аналогичным образом проведем выбор способа восстановления для остальных дефектов и сведем результаты выбора в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты выбора способов восстановления

Дефект	Основной способ восстановления	Допустимый способ восстановления
Трещины на двух спицах и ободе	Электродуговая сварка	Сварка в среде CO_2
Износ бурта обода на длине не более 200 мм	Электроконтактная приварка	Сварка в среде CO_2
Износ или повреждение резьбы отверстий под болты крепления корпуса уплотнения и крышки	Заварка с последующим нарезанием новой резьбы	
Износ наружной поверхности обода	Наплавка в среде углекислого газа	Наплавка под слоем флюса
Износ поверхности посадочного отверстия	Вневанное осталивание	Наплавка в среде углекислого газа

3.3 Разработка ремонтного чертежа

Ремонтный чертеж разрабатывают на первом этапе технологического процесса восстановления детали [9, 10].

Ремонтный чертеж разрабатывается согласно ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные». Ремонтный чертеж содержит информацию о всех дефектах детали, которые обозначаются утолщенной линией толщиной 2s, а также подписываются на полках линий выносок (например, «Деф. 1»). В таблице на ремонтном чертеже сведены дефекты деталей, указаны коэффициенты их повторяемости, а также назначенные допустимый и основной способы восстановления. Кроме того, на ремонтном чертеже могут указываться дополнительные сведения, имеющие отношение к восстановлению, например, могут быть приведена информация по ремонтным размерам, приведены их значения и количество.

Также на ремонтном чертеже указывают маршрут движения детали при восстановлении, технические требования на восстановление. В поле материала основной надписи приводят материал восстанавливаемой детали, без указания вида заготовки [10, 15].

Размеры на ремонтном чертеже указываются те, которые необходимы для дефектации и контроля восстановления дефектов, то есть номинальные размеры с их отклонениями.

3.4 Разработка маршрутных и операционных карт

Маршрутные карты восстановления содержат информацию о последовательности восстановления детали, общее время выполнения операций, а также могут содержать информацию об используемом при восстановлении оборудовании [6].

В таблице 3.3 представлены основные операции, определяющие алгоритм восстановления детали, оборудование и инструмент.

Таблица 3.3 – Перечень операций по восстановлению детали

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Очистная	Очиститель ОМ-14251	Тара для деталей на очистку
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	ШЦ-П-250-630-0,1 ГОСТ 166-89
015 Токарная	Станок токарно-винторезный 1А64	Резец проходной ГОСТ 18882-73
020 Наплавочная	ВДУ-505, Баллон с защитным газом, установка наплавочная универсальная ОКС-22178 ГОСТ - 15150	Редуктор У-30 с расходомером и подогревателем
025 Токарная	Станок токарно-винторезный 1А64	Резец проходной ГОСТ 18882-73
030 Контрольная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	ШЦ-П-250-630-0,1 ГОСТ 166-89

3.5 Расчет режимов восстановления

Необходимая сила тока I , А [8]:

$$I_{св} = (100 \dots 140) d_s, \quad (3.5)$$

где d_s – диаметр электрода, $d_s = 3$ мм [1].

$$I_{св} = 120 \cdot 3 = 360 \text{ А.}$$

Напряжение сварочного тока $U_{св}$, В:

$$I_{св} = 2(9 + d_s^2) \quad (3.6)$$

$$U_{св} = 2(9 + 3^2) = 36 \text{ В.}$$

Скорость подачи электродной проволоки V_s , м/ч [1]:

$$V_s = 70 + 0,5D, \quad (3.7)$$

где D – диаметр детали, мм.

$$V_s = 70 + 0,5 \cdot 600 = 370 \text{ м/ч.}$$

Вылет электродной проволоки принимается равным 6...20 мм. Принимаем 10 мм [9].

Скорость наплавки принимается равной 60-80 м/ч. Принимаем 70 м/ч.

Шаг наплавки принимается равным 2/3 ширины наплавляемого шва. Принимаем шаг наплавки 2 мм [9].

Расход углекислого газа должен составлять 6-10 л/мин при давлении 2-1,5 кгс/см² [9].

3.6 Техническое нормирование работ по восстановлению детали

Техническая норма времени восстановления определяется из выражения [5]:

$$T_{\Sigma} = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (3.8)$$

где T_{Σ} – норма времени (штучно – калькуляционное время);

$T_{осн}$ – основное время, $T_{осн} = 19$ мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, $T_{всп} = 10$ мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время, $T_{доп} = 15$ мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, $T_{пз} = 26$ мин;

n – количество деталей в партии, $n = 10$.

$$T_{\Sigma} = 19 + 10 + 15 + \frac{26}{10} = 46.6 \text{ мин}$$

Оперативное время определяется по формуле [5]:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}. \quad (3.9)$$

Штучное время $T_{шт}$, указываемое в технокартах, определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп}. \quad (3.10)$$

$$T_{шт} = 19 + 10 + 15 = 44 \text{ мин.}$$

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ РОЛИКОВОЙ НАКАТКОЙ

4.1 Анализ известных технических решений для роликовой накатки

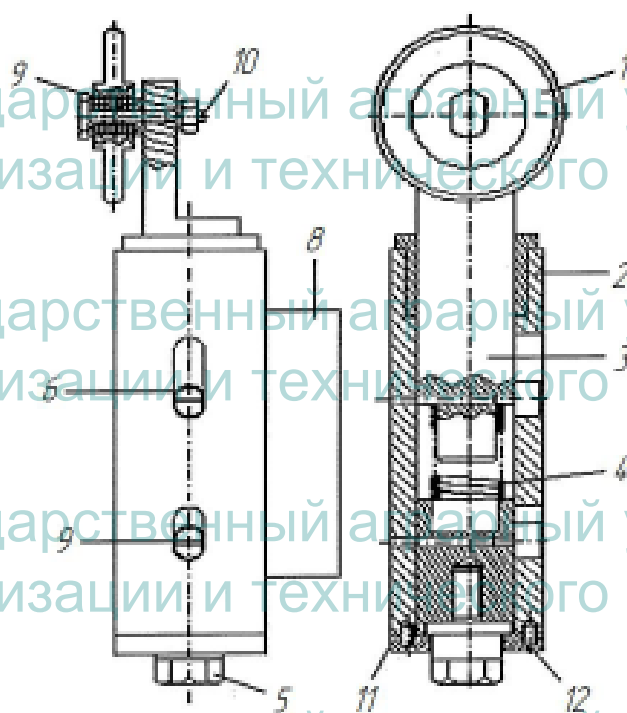
Для упрочнения пластическим деформированием цилиндрических наружных поверхностей деталей известен целый ряд технических решений. Для разработки новой конструкции и выбора прототипа проведем их анализ, выделив достоинства и недостатки каждого из устройств.

Известно устройство по патенту РФ 2403116456 (рисунок 4.1) которое содержит накаточный диск 1, корпус 2 с державкой 8, которая служит для размещения устройства на суппорте металлорежущего станка, подпружиненного штока 3, тарированной пружины 4, винта предварительного натяга 5, двух упоров 6 и 7, а также оси 10, на которой располагается установленный в подшипниках 9 накаточный диск. На корпусе устройства возле прорезей, в которых перемещаются упоры, нанесены риски и цифры. Цифры, расположенные возле упора 6 показывают нагрузку, приложенную накатником к поверхностному слою коллектора и выраженную в десятках килограммах. Например, цифра «2» соответствует нагрузке в 20 килограммов. Цифра «0» расположенная возле упора 7 показывает предварительный натяг пружины.

Устройство работает следующим образом. Установленное на суппорте в резцедержателе накаточное устройство предварительно нагружается регулировочным винтом 5 до смещения упора 7 до отметки «0», затем в зависимости от величины упрочненного слоя, который необходимо получить на

ВКР.35.03.06.14 9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

					ВКР.35.03.06.14 9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Аксанов			Лит.	Лист	Листов
Проб.		Гиматдинов					
И. контр.		Гиматдинов			Казанский ГАУ каф. ЭиРМ		
Утверд.		Абдуганов					

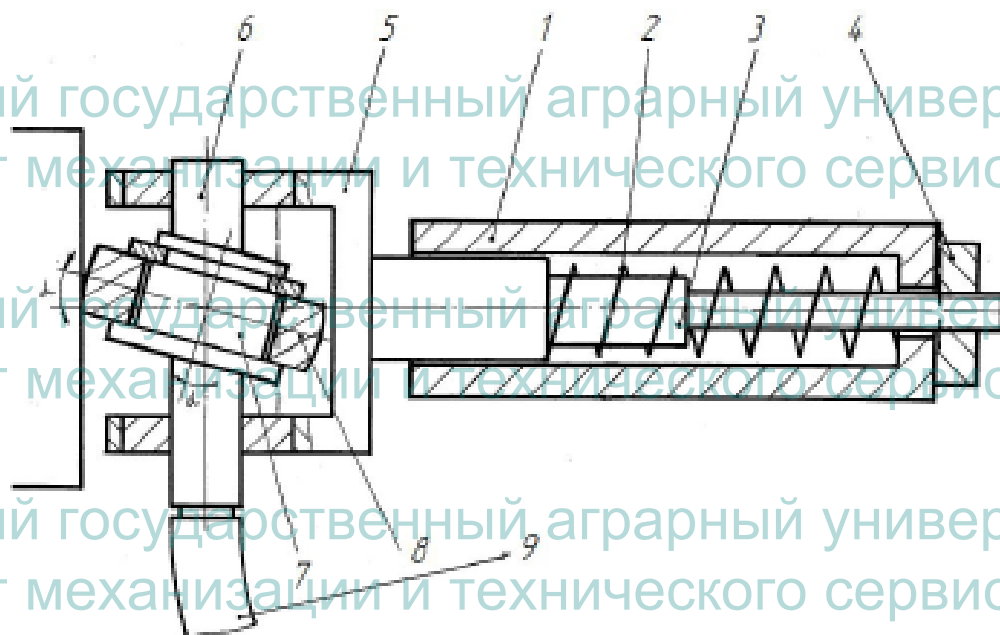


1 - накаточный диск, 2 - корпус, 3 - подпружиненный шток,
4 - тарированная пружина, 5 - винт предварительного натяга, 6 и
7 - упоры, 8 - державка, 9 - подшипник, 10 - ось, 11 - основание, 12 - винт

Рисунок 4.1 – Устройство для упрочнения (патент РФ № 2403116456)

поверхности коллектора производится плавный подвод накатника к вращающемуся коллектору. При этом будет происходить смещение разметочного упора 6 установленного в подпружиненном штоке накатника 3. Совпадение паза на упоре с тарифированными значениями на корпусе накатника будет соответствовать приложенной нагрузке. После окончания работы предварительный натяг снимается и таким образом пружина находится в ненапряженном состоянии. Данное устройство является не достаточно производительным в виду наличия всего одного деформирующего ролика.

Следующее устройство по АС 96113393/02 (рисунок 4.2) состоит из динамометрического корпуса 1, в котором находится тарированная пружина 2 и шток 3, связанный с нагружающей гайкой 4.



1 - динамометрический корпус; 2 - тарированная пружина; 3 - шток;
4 - нагружающая гайка; 5 - рабочая головка; 6 - ось; 7 - направляющая втулка;
8 - ролик; 9 - силовой кабель

Рисунок 4.2 – Устройство для упрочнения (АС № 96113393/02)

На штоке закреплена рабочая головка 5, на оси которой 6 жестко закреплена направляющая втулка 7 со свободно вращающимся роликом 8. Ось вращения втулки расположена под углом к ее геометрической оси. При этом ролик имеет возможность свободно вращаться вокруг геометрической оси втулки и качаться вокруг оси, перпендикулярной к оси детали. Качательное движение ролика возникает при вращении втулки относительно оси рабочей головки.

Такое движение деформирующего инструмента обеспечивает его износ не по замкнутой кольцевой линии, а по всей поверхности.

Устройство работает следующим образом. Нагружающей гайкой 4 пружина 2 сжимается до необходимой степени, обеспечивающей требуемое усилие деформации. Деформирующий ролик 8 вводится в контакт с обрабатываемой поверхностью детали и получает от нее вращательное движение. К клемме подводится рабочее напряжение от силового понижающего транс-

Лист, примен.

Стор. №

Листов и дата

Лист, № докум.

Взам. инв. №

Листов и дата

Лист, № подл.

форматора, проходя через зону контакта деформирующего ролика с поверхностью детали рабочий ток высокой плотности приводит к упрочнению поверхностного слоя детали. Данный способ пластического деформирования требует наличия дополнительного электрического оборудования.

Известно так же устройство с регистрационным номером 97103440/02 (рисунок 4.3) которое состоит из блока силового понижающего трансформатора 1 с торроидальным сердечником с аппаратурой регулирования и контроля (на чертеже не обозначены), закрепленного на основании 2, в качестве которого служат, например, поперечные салазки суппорта токарного станка. На основании 2 блока 1 зафиксирована винтами (на чертеже позиции не указаны) в исходном положении пружинная державка 3 с возможностью регулировки ее положения относительно основания, соединенная с двухрычажной качающейся относительно оси 4 головкой 5, плечи рычагов 6 которой имеют переменную длину относительно оси качания. На концах рычагов 6 установлены инструментальные ролики 7, к которым выполнен непосредственный токоподвод 8 от вторичной обмотки трансформатора 1 для обеспечения электромеханической обработки заготовки.

Интегральная установка работает следующим образом: закрепленную на станке заготовку диаметром $d=50$ мм из стали 40Х вращают со скоростью, например, $v=0,04$ м/сек. На рабочие ролики 7, подведенные к обрабатываемой поверхности заготовки, от вторичной обмотки трансформатора 1 подается напряжение. В месте контакта роликов 7 с заготовкой происходит разогрев током до 1200 А ее поверхностного слоя и пластическое деформирование под действием давления роликов 7 (глубина разогреваемого слоя металла и величина пластического деформирования регулируется с помощью соответствующих элементов управления и контроля). Подача инструмента вдоль оси заготовки обеспечивается кинематикой станка и составляет 0,07-16 мм/об. В результате термомеханического воздействия роликов осуществляются раз-

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Изм.

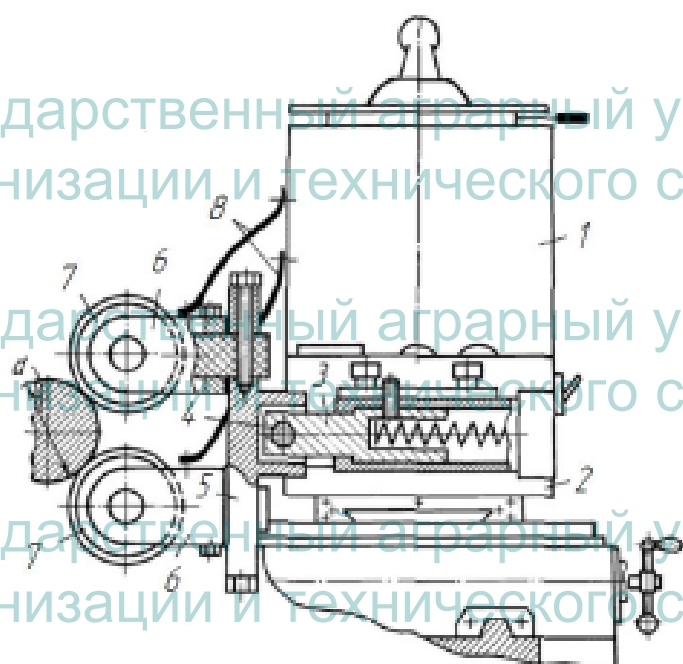
Лист

№ докум.

Подпись

Дата

личные операции электромеханической обработки: восстановление, упрочнение и т.п.



1 – блок силового понижающего трансформатора; 2 – основание;
3 – пружинная державка; 4 – ось; 5 – головка; 6 – плечи рычагов;
7 – инструментальные ролики

Рисунок 4.3 - Устройство для упрочнения (АС № 97103440/02)

Применение двухроликового подвода с расположением силовой установки вблизи обрабатываемой поверхности устраняет из вторичной электрической цепи ЭМО токоподводящие кабели, патрон и электроконтактное устройство, потребляемая электрическая мощность трансформатора при этом снижается в пять раз при сохранении рабочих параметров процесса. Органы контроля и управления режимами обработки в предлагаемой установке расположены в наиболее удобном для оператора месте, что позволяет наблюдать процесс обработки и управлять им в одной визуальной зоне.

Таким образом, при применении предлагаемого технического решения - модульной интегральной установки для электромеханической обработки

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Лист

широкой номенклатуры ответственных деталей различных машин и оборудования повышается эффективность процесса при высоком качестве обрабатываемых поверхностей, снижаются затраты электрической энергии в 5 раз и уменьшается материалоемкость конструкции установки до 6 раз. Данное устройство является эффективным по дорогим в стоимостном выражении конечного продукта.

При анализе устройства для упрочнения за номером 230711052 (рисунок 4.4) так же были отмечены положительные и отрицательные характеристики.

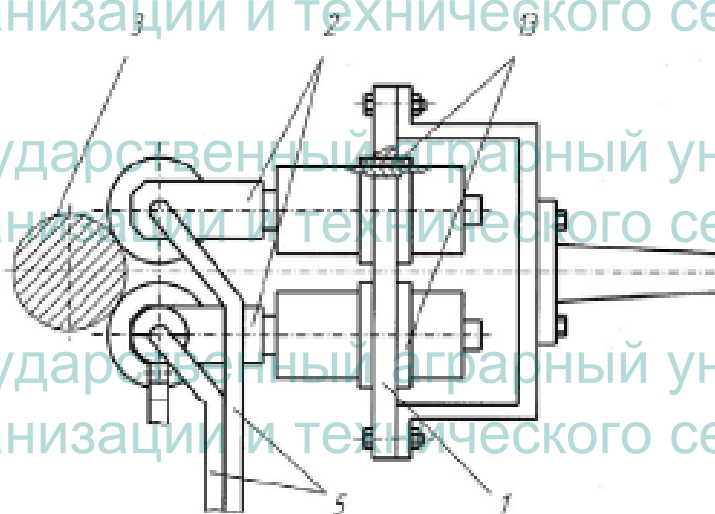


Рисунок 4.4 – Устройство для упрочнения (патент РФ № 230711052)

Данное устройство содержит державку 1 с двумя подпружиненными охлаждаемыми роликами 2, которые в процессе работы прижимаются к обрабатываемой детали 3.

На роликах закреплены съемные упрочняюще-деформирующие элементы 4 (рисунок 4.5), оборудованные токоподводом для соединения с источником тока (на рисунке 4.4 не показан) и системой контроля и поддержания температуры рабочей поверхности (на рисунке 4.4 не показана), с которой ролики соединены трубками 5. В состав токоподвода включены соединительные кабели 6, два токосъемных устройства 7, оси 8 и втулки 9 роликов.

Перв. примен.

Стор. №

Годовщ. и дата

Изд. № дубл.

Взам. изд. №

Годовщ. и дата

Изд. № подл.

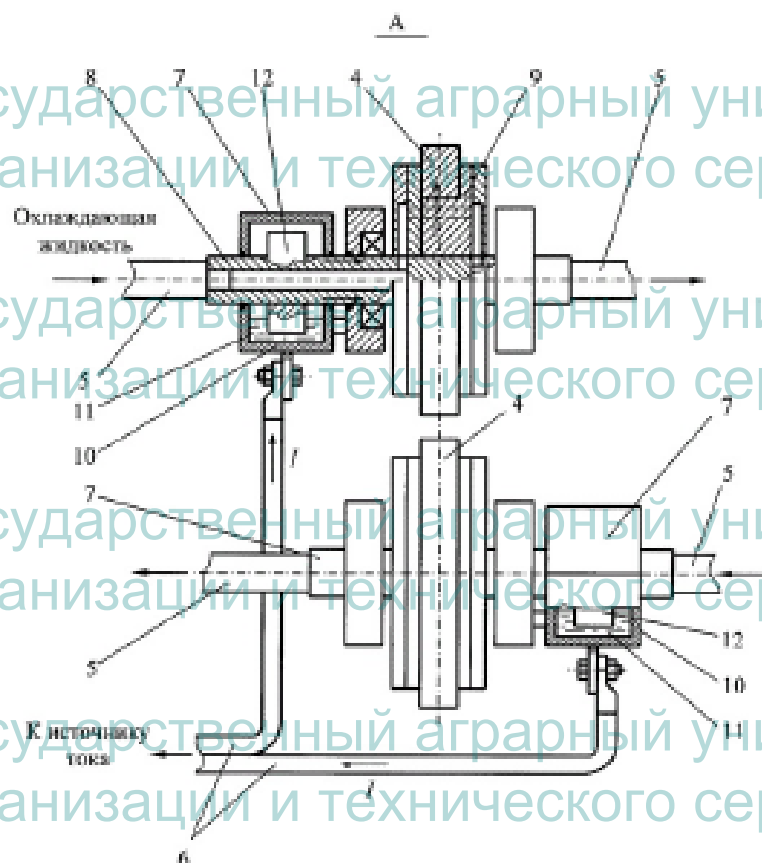


Рисунок 4.5 – Устройство для упрочнения (патент РФ № 230711052)

Токосъемные устройства 7 состоят из неподвижных контактов 10, подключенных к источнику тока и имеющих внутренний объем, который заполнен жидкой средой 11, обладающей высокой электрической проводимостью (например, ртутью), и подвижных контактов 12, которые помещены в жидкую среду 11 и соединены осью 8 и втулкой 9 с упрочняюще-деформирующими элементами 4 роликов. При этом материалы неподвижных 10 и подвижных 12 контактов обладают свойством смачиваемости с веществом жидкой среды 11. Таким образом, токоподвод содержит выполненные из химически и электрически однородных материалов токосъемные устройства с неподвижными контактами и связанными с последними через жидкую среду, обладающую высокой электрической проводимостью, подвижными контактами и элементами механической и электрической связи, посредством которых упрочняюще-деформирующие элементы роликов соединены с подвижными контактами.

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Лист

Изд. Лист № докум. Подпись Дата

Перв. примен.

Стор. №

Листов и дата

Изд. № дубл.

Взам. изд. №

Листов и дата

Изд. № подл.

Инструмент работает следующим образом.

При помощи державки 1 (рисунок 4.4) инструмент крепится, например, в резцедержателе суппорта токарного станка (рисунок 4.4 не изображен). Подпружиненные ролики 2, установленные на державках 1, с требуемой силой прижимаются к обрабатываемой детали 3 через упрочняюще-деформирующие элементы 4 (рисунок 4.5), имеющие форму кольца и закрепленные на роликах 2.

Упрочняюще-деформирующие 4 элементы токоподводом соединены с источником тока. При этом через пятна контакта обрабатываемой детали 3 (рисунок 4.4) и роликов 2 проходит электрический ток I большой величины при малом значении напряжения, что вызывает термическое воздействие на поверхности детали и роликов. Ролики 2 вместе с державкой 1 и резцедержателем станка поступательно движутся вдоль обрабатываемой детали 3, а сама деталь совершает вращательное движение. В результате происходит процесс электромеханической обработки, заключающийся в сглаживании и упрочнении поверхностного слоя обрабатываемой детали 3. Требуемый диапазон температуры рабочих поверхностей упрочняюще-деформирующих элементов 4 поддерживается системой контроля и поддержания температуры путем регулирования расхода охлаждающей жидкости через патрубки 5 и внутренние каналы роликов 2.

Одним из критериев качества электромеханической обработки детали является равномерность глубины упрочнения ее поверхности, которая зависит от равномерности тепловложения в обрабатываемую поверхность, обусловленного плотностью тока в пятнах контакта обрабатываемой детали 3 и роликов 2. При фиксированной силе нажатия роликов на деталь площадь пятен контакта между ними в процессе обработки изменяется незначительно. Поэтому для обеспечения требуемого постоянства плотности тока в указанных пятнах контакта необходимо иметь соответствующее постоянство силы тока I в цепи роликов 2, которое при неизменной величине напряжения на

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Лист. примен.

Стор. №

выходе источника тока определяется в основном стабильностью электрических контактных сопротивлений элементов токоподвода к упрочняюще-деформирующим элементам 4 (рисунок 4.5).

В инструменте данный токоподвод осуществляется через соединительные кабели 6, два токосъемных устройства 7, оси 8 и втулки 9 роликов. При этом в токосъемных устройствах 7 неподвижные контакты 10 подключены к источнику тока и через жидкую среду 11, обладающую высокой электрической проводимостью (например, ртутью), связаны с подвижными контактами 12, которые соединены осью 8 и втулкой 9 с упрочняюще-деформирующими элементами 4 роликов. Материалы неподвижных 10 и подвижных 12 контактов обладают свойством смачиваемости с веществом жидкой среды 11, что в результате обеспечивает малую величину и высокую стабильность контактного электрического сопротивления токосъемных устройств 7.

Как было указано выше, все элементы токоподвода выполнены из химически и электрически однородных материалов. Это позволяет снизить вероятность образования в местах контакта элементов химических соединений, влияющих на величину контактных сопротивлений, и обеспечить высокую и неизменную электропроводность токоподвода.

Для исключения прохождения тока по параллельной цепи, замыкающейся через державку 1 и подпружиненные ролики 2 и отличающейся непостоянством электрических контактных сопротивлений, главным образом, в деталях роликов, последние имеют электрическую изоляцию 13 от державки, что также повышает стабильность силы тока I , проходящего через пятна контакта обрабатываемой детали 3 и роликов 2.

Технико-экономическая эффективность изобретения в сравнении с прототипом заключается в том, что токоподвод инструмента оснащен токосъемными устройствами, неподвижные контакты которых подключены к источнику тока и через жидкую среду, обладающую высокой электрической проводимостью, связаны с подвижными контактами, имеющими механиче-

Листов. и дата

Изд. № дубл.

Взам. инв. №

Листов. и дата

Изд. № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист. примен.

Стор. №

скую и электрическую связь с упрочняюще-деформирующими элементами роликов. Материалы неподвижных и подвижных контактов обладают свойством смачиваемости с веществом жидкой среды, все элементы токоподвода к упрочняюще-деформирующим элементам выполнены из химически и электрически однородных материалов, а ролики имеют электрическую изоляцию от державки инструмента. В результате этого обеспечиваются требуемая стабильность контактных сопротивлений элементов токоподвода и соответствующее постоянство величин силы и плотности тока в контактах роликов с обрабатываемой деталью, а также повышается равномерность тепловложения и, следовательно, глубины упрочнения поверхности детали.

Данный метод, несомненно является эффективным но не целесообразным при выполнении упрочняющей операции опорных двубортных катков из-за дороговизны и сложной конструкции приспособления.

К одним из способов поверхностного упрочнения, которое можно применить в нашем случае в качестве прототипа является устройство АС № 2011113266/03 представленное на рисунке 4.6

Устройство упрочнения содержит деформирующую головку, в которой размещены три деформирующих ролика 1. Ролики 1 приводятся в действие грузами 2, связанными через хомут 3 посредством тяги 4 и тяги 5. Тяги 4 и 5 установлены на осях 6. Грузы 2 расположены на осях 7, которые через рычаги 8 соединены с пружинами 9, установленными на осях 10.

Устройство упрочнения работает следующим образом.

Деталь подлежащая упрочнению вводится в деформирующую головку между тремя роликами 1 и запускается привод вращения головки (не показано) для создания вращательного движения узла.

При вращении грузы 2 за счет центробежной силы получают круговое движение, которое посредством тяги 4 поворачивает хомут 3, а под действием тяги 5 прижимаются ролики 1 к поверхности детали. Осуществляется осевое перемещение детали относительно роликов 1, которые производят

Листов. и. дата

Лист. № докум.

Взам. инв. №

Листов. и. дата

Лист. № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

упрочнение поверхности детали по всей ее длине, производя пластическую деформацию поверхности.

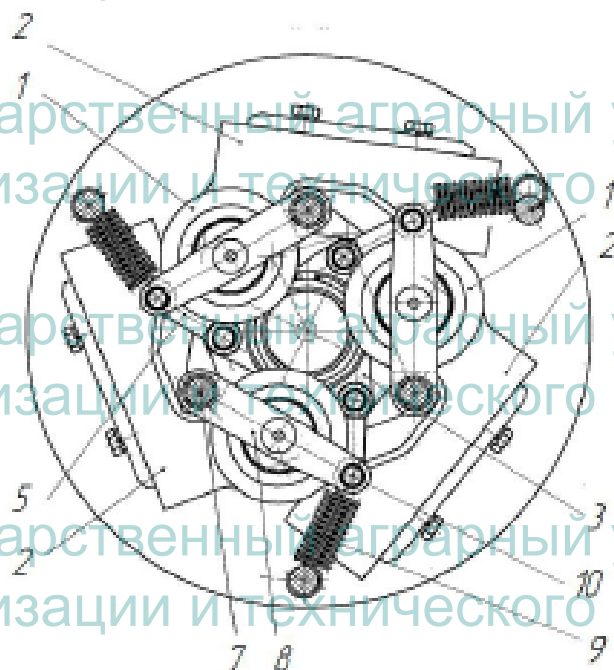


Рисунок 4.6 – Устройство для упрочнения (АС № 2011113266/03)

После обработки всей поверхности детали, отключается вращение головки деформирующего узла.

Под действием пружины 9 через ось 10 через рычаг 8 ролики разводятся в первоначальное положение, что позволяет удалить деталь из устройства.

Сила прижима роликов 1 обеспечивает пластическую деформацию поверхности детали, которая создается кинематически связанными с ними посредством комута 3 и тяг 5 и 4 трех грузов 2, которые при вращении деформирующей головки получают под действием центробежных сил круговые движения.

Хомут 3 установлен в головке деформирующего узла и является основной кинематически замкнутой системы связывающей ролики 1 и грузы 2.

Хомут 3 при круговом движении грузов поворачивается вокруг продольной оси деформирующей головки тягами 4, что обеспечивает усреднен-

Перв. примен.

Стор. №

ное действие всех трех роликов. На одной оси 6 тяг 4, с другой стороны комута, установлены тяги 5, шарнирно соединяющие комут 3 с тремя деформирующими роликами 1. Через эти тяги 5 при повороте комута 3 деформирующие ролики 1 прижимаются к поверхности детали с силой пропорциональной массе грузов и квадрату числа оборотов деформирующей головки.

Примененная замкнутая кинематическая схема создает усредненность действия всех грузов и одинаковое радиальное перемещение роликов, обеспечивая равенство сил, производящих пластическую деформацию поверхности детали и исключение радиального смещения оси детали и биение вращающейся деформирующей головки.

После прекращения вращения деформирующей головки возвращение роликов в исходное разведенное положение происходит под действием пружин 9.

Предлагаемая конструкция устройства упрочнения позволяет увеличить срок службы насосных штанг за счет равномерной нагрузки на поверхность, что повышает предел прочности материала.

Данное устройство имеет сложную конструкцию и большое количество мелких деталей и при изготовлении подобной конструкции собственными силами это приведет к большим материальным и трудовым затратам. Привлекательной особенностью рассматриваемого приспособления является метод обкатывания тремя деформирующими роликами, что позволяет увеличить производительность и качество упрочнения.

Помимо рассмотренных выше приспособлений для поверхностного упрочнения известно устройство для упрочнения представленное на рисунке 4.7 за номером АС № 2014100945/02.

Устройство состоит из корпуса 1, планки 2. С одной стороны корпуса 1 установлен резьбовой инструмент 3, а с противоположной стороны - упрочняющий инструмент 4.

Резьбовой инструмент 3 содержит цилиндр 5, шток 6, пружину 7, фла-

Листов и фото

Изд. № дубл.

Взам. инв. №

Листов и фото

Изд. № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Перв. примен.

Стор. №

жок 8, вилку 9, резьбовой ролик 10, токоподводящую ось 11, фланец 12. В цилиндре 5 установлен шток 6.

Для предотвращения проворачивания штока и ограничения осевого перемещения предусмотрена фиксация при помощи болта 13 и контргайки 14. На штоке 6 установлен флажок 8 и пружина 7, которая служит для задания радиального усилия резьбового ролика 10 на обрабатываемую поверхность. Опорой для штока 6 служит фланец 12, установленный с торца цилиндра 5. Вилка 9 закреплена с торца штока 6 с помощью болтов 15, 16. Для изоляции резьбового ролика 10 от корпуса державки предусмотрены токоизоляционные прокладки 17, 18, установленные с внешнего и внутреннего торца вилки 9 и втулок, установленных в отверстиях вилки 9 под крепежные болты. Резьбовой ролик установлен в вилке 9 с помощью токоподводящей оси 11. Для исключения осевого перемещения резьбового ролика предусмотрены дистанционные шайбы 19, 20, установленные с двух сторон.

Упрочняющий инструмент 4 содержит цилиндр 21, шток 22, пружину 23, флажок 24, вилку 25, упрочняющий ролик 26, токоподводящую ось 27, фланец 28. В цилиндре 21 установлен шток 22. Для предотвращения проворачивания штока и ограничения осевого перемещения предусмотрена фиксация при помощи болта 29 и контргайки 30. На штоке установлен флажок 24 и пружина 23, которая служит для задания радиального усилия упрочняющего ролика 26 на обрабатываемую поверхность. Опорой для штока 22 служит фланец 28, установленный с торца цилиндра. Вилка 25 закреплена с торца штока 22 с помощью болтов 31, 32. Для изоляции упрочняющего инструмента от цилиндра державки предусмотрены токоизоляционные прокладки 33, 34, установленные с внешнего и внутреннего торца вилки 25 и втулок, установленных в отверстиях вилки под крепежные болты. Упрочняющий ролик установлен в вилке 25 с помощью токоподводящей оси 27. Планка 2 прикреплена к цилиндру резьбового инструмента 3.

С державкой для электромеханической обработки цилиндрических де-

Инд. № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Перв. примен.

Стор. №

Подпись и дата

Изд. № дубл.

Взам. изд. №

Подпись и дата

Изд. № подл.

талей с резьбой работают следующим образом.

Предварительно державку устанавливают в суппорте токарного станка. Для электромеханического упрочнения резьбовой части детали при помощи перемещения суппорта токарного станка подводят резьбовой инструмент во впадину резьбы и последующим перемещением суппорта создают необходимое усилие прижатия резьбового инструмента к обрабатываемой поверхности, которое контролируют при помощи флажка. В последующем включают подачу и скорость станка, далее нажатием кнопки осуществляют подачу технологического тока к резьбовому ролику. После обработки резьбовой части для продолжения упрочнения цилиндрической части детали путем перемещения суппорта станка в контакт вводят упрочняющий инструмент, усилие прижатия которого контролируют также при помощи флажка.

Разработанная державка позволяет производить упрочнение резьбовой части детали и последующее упрочнение цилиндрической части без переналадки инструмента. Позволяет задавать усилие прижатия упрочняющего и резьбового инструментов к поверхности обрабатываемой детали при помощи флажка и шкалы, нанесенной на корпус и цилиндр державки.

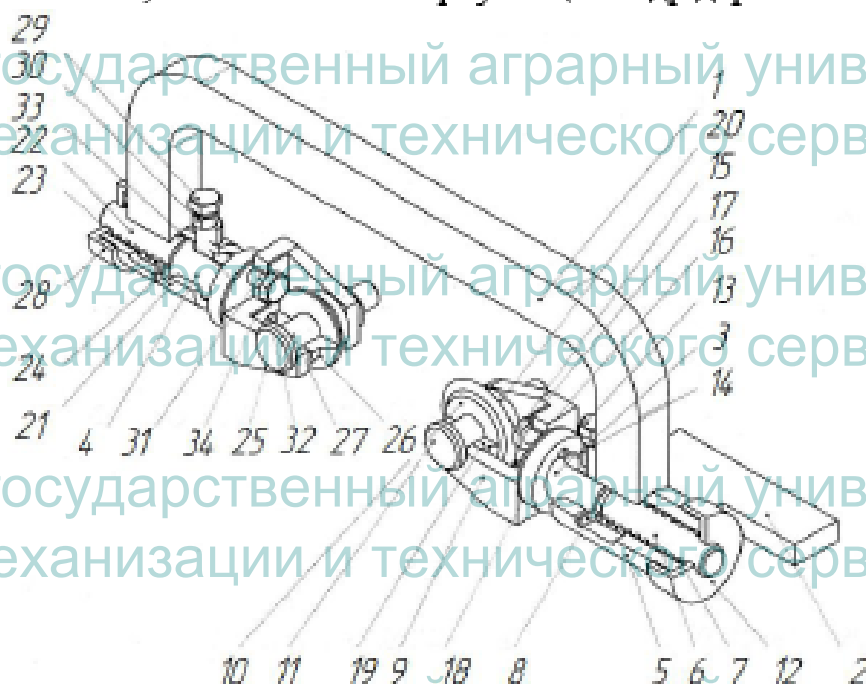


Рисунок 4.7 – Устройство для упрочнения (АС № 2014100945/02)

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Лист

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

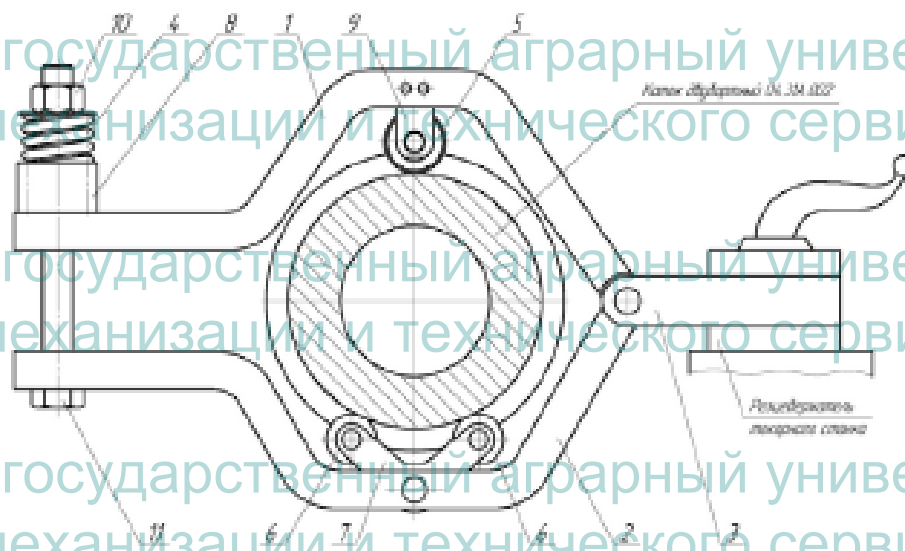
Дата

Для рассматриваемой детали более целесообразно применять много-
роликовые устройства охватывающего типа. Их конструкция сложнее, но они
более удобны, надежны и обеспечивают более высокое качество и точность
обработки.

Одной из наиболее рациональных конструкций приспособления для
упрочнения беговых поверхностей двубортных катков является трехролико-
вое устройство охватывающего типа с механическим нагружением при по-
мощи пружины. Размещение упрочняющих роликов под углом 120° предот-
вращает одностороннее нагружение обрабатываемой детали и позволяет
производить данную операцию на широко распространенном на ремонтных
предприятиях токарно-винторезном станке 1К62 или аналогичном.

4.2 Описание конструкции приспособления

Схема предлагаемого нами приспособления для упрочнения накаткой
катков ходовой части гусеничных тракторов показана на рисунке 4.8.



1, 2 – верхняя и нижняя балки; 3 – держак; 4 – силовая пружина; 5 – профильный ролик;
6 – сглаживающие ролики; 7 – баланси́р; 8 – стакан пружины; 9 – державка профильного
ролика; 10 – гайка; 11 – болт

Рисунок 4.8 – Приспособление для упрочнения роликовой накаткой

Лист, примен.

Стор. №

В состав приспособления входит: верхняя 2 и нижняя 1 балки, которые соединены осью с держателем 3; при помощи держателя приспособление фиксируется в резцедержателе; на верхней балке 1 в стакане установлена силовая пружина 4. Ролик деформирующий устанавливается при помощи оси на державке 9. Державка 9 крепится в пазы верхней балки 1. В балансире 7 крепятся ролики сглаживания для выравнивания поверхности. Для обеспечения самоустановки роликов сглаживания относительно детали балансир шарнирно закреплен на нижней балке. Усилие, необходимое для деформации создается пружиной силовой 4 путем вращения гайки 10.

Конструкция приспособления позволяет выполнить быструю смену элементов выполняющих деформацию. Приспособление легко устанавливается и снимается со станка и проста в эксплуатации. Частота вращения регулируется при помощи токарно-винторезного станка 1К62. Устройство крепится в резцедержателе.

4.3 Принцип работы приспособления

Приспособление работает следующим образом.

1. Деталь устанавливается в трехкулачковый патрон станка.
2. В резцедержатель станка устанавливают приспособление соблюдая соосность оси балок и оси вращения детали.
3. Применяя подачи тележки и суппорта станка, подводят устройство к детали и производят обхват балками. Далее накидываю болт и силовую пружину на верхнюю балку. Вращением гайки регулируют давление роликов на обрабатываемую поверхность. Далее включают вращение ТКП станка и производят накатку.
4. После накатки снимают гайку, разводят балки и отводят приспособление от детали.

Листов и фото

Лист № докум.

Взам. инв. №

Листов и фото

Лист № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

4.4 Расчеты элементов конструкции

4.4.1 Расчет пружины обеспечивающей давление роликов

Рассчитаем силу F пружины необходимую для создания деформирующей силы на роликах F_d .

Согласно схеме (рисунок 4.9) сила F в Н будет рассчитана в случае равных моментов:

$$F = F_d \cdot \frac{170}{285} \quad (4.1)$$

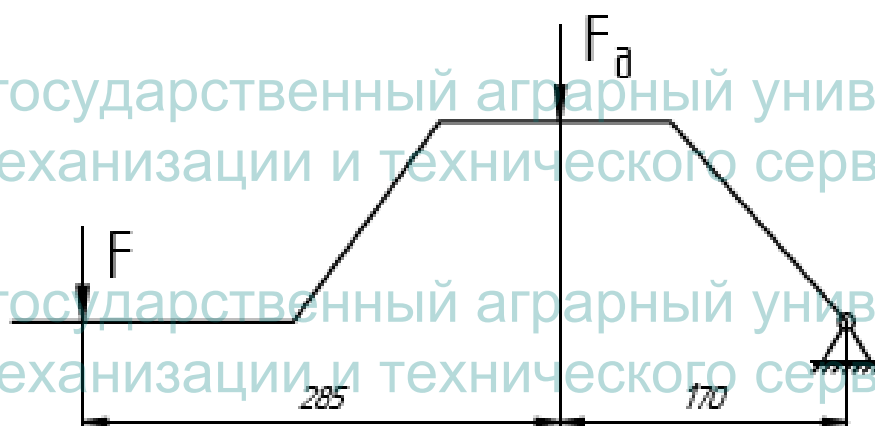


Рисунок 4.9 – Схема нагружения деформирующих роликов

Принимая во внимание то, что усилие на каждую балку составляет $F_p = 6000$ Н то общее усилие будет составлять:

$$F_d = 2 \cdot F_p \cdot N \quad (4.2)$$
$$F_d = 2 \cdot 6000 = 12000 \text{ Н}$$

Необходимое усилие пружины для выполнения деформации:

$$F = 12000 \cdot \frac{170}{285} = 7200 \text{ Н}$$

С помощью прикладной программы КОМПАС-SPRING которая входит в комплект КОМПАС-V16 производится расчет пружины

Тип пружины – винтовая цилиндрическая, сжатия

Лист, пронум.

Стор. №

Листов и дата

Лист, № дубля

Взам. инв. №

Листов и дата

Лист, № подл.

Данные для расчета:

- 1) Ø пружины $D = 50 \text{ мм}$;
- 2) сила деформации $F_1 = 50 \text{ Н}$;
- 3) материал пружины – проволока сталь 60С2А;
- 4) третий класс пружины;
- 5) второй разряд;
- 6) предварительный рабочий ход 20 мм.
- 7) длина пружины при деформации в рабочем состоянии 100 мм (начальное значение).

В таблице 4.1 представлены результаты расчета.

Таблица 4.1 – Расчет силовой пружины

spr_ccs.dll		Проектный расчет цилиндрической пружины сжатия	
Наименование параметра		Значение (свойство)	
Материал 60С2А-10			
Класс		---	3
Разряд		---	2
Относительный инерционный зазор		---	0.100
Наружный диаметр пружины, мм		D	50.000
Диаметр проволоки, мм		d	10.000
Число рабочих витков		n	8.50
Полное число витков		n1	10.00
Сила пружины при предварительной деформации, Н		F1	50.00
Сила пружины при рабочей деформации, Н		F2	7200.00
Сила пружины при максимальной деформации, Н		F3	8000.00
Рабочий ход пружины, мм		H	39.64
Длина пружины, мм		L0	139.35
Длина пружины при предварительной деформации, мм		L1	139.07
Длина пружины при рабочей деформации, мм		L2	99.43
Длина пружины при максимальной деформации, мм		L3	95.00
Максимальное касательное напряжение, МПа		τ_{max}	1143.88
Допускаемое касательное напряжение, МПа		[τ]	1350.00
Модуль сдвига материала, МПа		G	78500.00
Плотность материала, кг/м ³		ρ	8000.00
Масса пружины, кг		---	0.792
Длина развернутой пружины, мм		---	1261.000
Жесткость пружины, Н/мм		---	180.377

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Лист

Инв. Лист

№ докум.

Подпись

Дата

4.4.2 Расчет болта проверочный

Болт находится под действием сил растяжения и кручения возникающих при затяжке гайки и по действием силовой пружины. На болт так же действует сила растяжения $F = 7200 \text{ Н}$.

Материал болта выбираем сталь Ст. 3 ГОСТ 380-85.

Для пружины с внутренним диаметром $D_2 = 30 \text{ мм}$ выбираем болт резьбой М24 с диаметром резьбы $d_1 = 20,752 \text{ мм}$

Расчет прочности болта при растяжении [4]:

$$\sigma_p = F / (\pi \cdot d_1^2 / 4) \leq [\sigma_p] \quad (4.3)$$

Для того что бы упростить расчет кручение учитываем при увеличенном растягивающем усилии большей на 25...30 % [4].

Значит:

$$\sigma_p = 1,3 \cdot F / (\pi \cdot d_1^2 / 4) \leq [\sigma_p], \quad (4.4)$$

Предел текучести $\sigma_t = 240 \text{ МПа}$ для стали Ст. 3 принимаем по ГОСТ 380-85 [1].

Допускаемый коэффициент запаса прочности для болтов $[S] = 4$ [4].

Учитывая это допустимое напряжение для растяжения в МПа [4]:

$$[\sigma_p] = \sigma_t / [S], \quad (4.5)$$

$$[\sigma_p] = 240 / 4 = 60 \text{ МПа}$$

$$\sigma_p = 1,3 \cdot 7200 / (3,14 \cdot 20,752^2 / 4) = 27,7 \text{ МПа}$$

$$27,7 < 60$$

Соответственно условие прочности выполнено.

4.4.3 Определение момента затяжки гайки

Основываясь на размеры болта выбираем гайку М24 ГОСТ 5915-70.

Развиваемый момент при заваривании гайки в Н·мм для того чтобы получить заданную силу затягивания $F = 7200 \text{ Н}$:

$$M = M_{\text{тр}} + 0,5 \cdot d_1 \cdot F \cdot \text{tg}(\psi + \phi'), \quad (4.6)$$

здесь ϕ' – угол трения в резьбе приведенный ;

ψ – угол подъема резьбы;

$M_{\text{тр}}$ – момент трения, Н·мм

d_1 – средний Ø резьбы, мм;

$$M_{\text{тр}} = (f \cdot F / 3) \cdot [(D^3 - d_o^3) / (D^2 - d_o^2)], \text{ Н·мм} \quad (4.7)$$

здесь D – наружный Ø гайки, м ($D = 40 \text{ мм}$)

f – коэффициент трения;

d_o – внутренний Ø, м ($d_o = 20,752 \text{ мм}$)

Примем следующие значения для стандартных болтов с метрической резьбой выполненных из стали $\psi = 2^\circ 30'$; $f = 0,15$; $d_2/d_1 = 1,12$ приведенный угол трения в резьбе $\phi' = 8^\circ 40'$, имеем:

$$M = (0,15 \cdot 7200 / 3) \cdot [(40^3 - 20,752^3) / (40^2 - 20,752^2)] + 0,5 \cdot 22,051 \cdot 7200 \cdot \text{tg}(2^\circ 30' + 8^\circ 40') = 30954 \text{ Н·мм}$$

Усилие, прикладываемое работником, допускается в размере $F = 100 \text{ Н}$.

Основываясь на это условие, определяем длину инструмента в мм для затягивания пружины силовой.

$$l = \frac{M}{F}, \quad (4.8)$$

$$l = \frac{30954}{100} \approx 310 \text{ мм.}$$

4.4.4 Расчет балок на изгиб

При выбранных конструктивных размерах необходимо произвести проверочный расчет. Балки в данной конструкции испытывают напряжение изгиба.

Согласно схеме (рисунок 4.9) изгибающий момент в Н·мм в потенциально опасном сечении:

$$M_{из} = \frac{F}{2} \cdot L, \quad (4.9)$$

здесь $L = 285$ мм – плечо силы.

$F = 7200$ Н – сила создаваемая пружиной;

$$M_{из} = \frac{7200}{2} \cdot 285 = 1026000 \text{ Н·мм}$$

Потенциально опасное сечение верхней балки представлена на рисунке 4.10 и представляет следующее конструктивное исполнение и размеры:

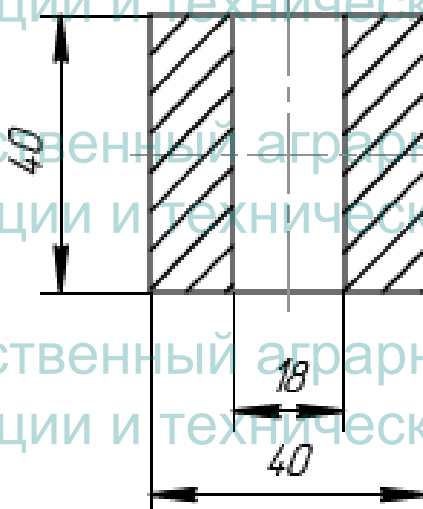


Рисунок 4.10 – К расчету балок на изгиб

Формула для определения момент сопротивления изгибу для данного сечения в мм^3 будет выглядеть следующим образом:

$$W = \frac{h^2 (b - b_1)}{6}, \quad (4.10)$$

Здесь $b_1 = 18$ мм – размер паза.

$h = b = 40$ мм – высота и ширина сечения;

$$W = \frac{40^2 \cdot (40 - 18)}{6} = 5867 \text{ мм}^3$$

Далее представим условие, при котором выполняется условие прочности балки [4]:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma], \quad (4.11)$$

здесь $[\sigma]$, МПа – напряжение изгиба, которое допускается для марки стали выбранной для изготовления балки.

Действительное напряжение, которое возникает в потенциально опасном сечении:

$$\sigma = \frac{1026000}{5867} = 175 \text{ МПа.}$$

На основе рассчитанных значений напряжений, которые возникают в потенциально опасном сечении балки необходимо выбрать материал для изготовления балок которые обеспечивали бы их прочность, а значит, соблюдалось условие (4.11).

Отношение предела текучести к коэффициенту запаса прочности и есть допускаемое напряжение в МПа для данного материала [4]:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n}, \quad (4.12)$$

Для изготовления балок предварительно примем квадратный прокат из стали 45 ГОСТ 1050-88 по ГОСТ 2591-88. Предел текучести в данном случае $\sigma_T = 360$ МПа [1]. Для горячекатаных профилей можно принять коэффициент запаса прочности равный $n = 1,6$. Соответственно, допустимое напряжение:

$$[\sigma] = \frac{360}{1,6} = 225 \text{ МПа}$$

Далее сравним допустимое напряжение с фактическим.

$$175 \leq 225 \text{ МПа.}$$

В данном случае согласно расчетам можно сделать вывод, что условие прочности выполняется, а материал и размеры при заданной форме потенциально опасного сечения выбраны верно.

Перв. примен.

Стор. №

Подпись и дата

Ид. № докум.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ид. № подл.

4.5 Обеспечение безопасности в конструкции приспособления для накатки

При организации процесса упрочнения должно быть обеспечено хорошее освещение рабочей зоны с применением общего и местного освещения [16].

- токарно-винторезный станок должен быть заземлен
- должна быть обеспечена хорошая вентиляция
- приспособление для упрочнения должно быть надежно закреплено в резцедержателе.

Инструкция по безопасности труда по эксплуатации приспособления для упрочнения представлена ниже.

4.6 Инструкция по безопасности труда при работе с приспособлением для накатки

«УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия

(подпись)

(фамилия, инициалы)

(дата)

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для слесаря при работе с приспособлением для упрочнения.

Общие требования:

1. Строгое соблюдение внутреннего распорядка.
2. При работе в помещениях должно быть установлено активное вентилирования.
3. Правильная организация рабочего места.

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Лист

Изм. Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист, примен.

Стор. №

Листов и дата

Лист, № дубля.

Взам. инв. №

Листов и дата

Лист, № подл.

4. Соблюдения правил пользования инструментом, оборудованием и приспособлением.

5. Снабжать рабочего необходимой спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

6. Обеспечить нормальные температурно-влажностные условия и чистоту воздуха в помещениях, в которых находятся слесарь.

Требования безопасности перед началом работы

1. Рабочее место должно быть в чистом состоянии
2. Перед началом работы визуально проверить исправность оборудования, приспособления и инструментов.
3. На рабочем месте не должно быть посторонних предметов.
4. Застегнуть края рукавов, заправить волосы под головной убор, проверить, нет ли свисающих концов одежды.

5. Проверить наличие всех инструментов на рабочем столе.

Требование безопасности во время работы

1. Запрещается отвертывание гаек с помощью молотка и зубила.
3. Запрещается подкладывание подкладки в зев ключа при несоответствии размера.
4. Запрещается наращивание ключей трубами или друг другом.
5. Запрещаются удары молотком по ключам.

Требования в аварийных ситуациях

1. При обнаружении неисправности или случая травматизма должен извещать непосредственно заведующему мастерской.

2. Не соблюдения требованиям по техники безопасности обращаться инженеру по ТБ.

3. Оказать первую медицинскую помощь и при необходимости вызвать скорую помощь.

Требования безопасности после работы

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Инв.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

1. Произвести уборку рабочего места и прилежащую к нему территорию.

2. Все инструменты должны быть сложены в шкаф или выделенное для них место.

Ответственность

1. За соблюдением состояния инструментов и рабочего места отвечает слесарь.

2. За нарушения правил техники безопасности ответственность несет инженер по ТБ

Согласовано:

Разработал:

специалистом по БТ

представителем профкома

4.7 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяются по формуле [1]:

$$C_{\text{п.контр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д.}} + C_{\text{п.д.}} \cdot K_{\text{мод}} + C_{\text{сб.п.}} + C_{\text{оп.}} + C_{\text{накл.}} \quad (4.13)$$

где $C_{\text{к}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

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

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

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

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

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

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

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Лист

Стоимость изготовления корпусных деталей определяется по формуле [1]:

$$C_x = Q_{\text{м}} \cdot C_{\text{зд}}, \quad (4.14)$$

где $Q_{\text{м}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{зд}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_x = 10 \cdot 65 = 650 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются по формуле [1]:

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (4.15)$$

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

$C_{\text{м}}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяется по формуле [1]:

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{оср}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}}, \quad (4.16)$$

где $C_{\text{оср}}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основная заработная плата определяется по формуле [1]:

$$C_{\text{оср}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{ср}} \cdot K_t, \quad (4.17)$$

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

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

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

$$C_{\text{оср}} = 85 \cdot 5 \cdot 1,03 = 437,75 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле [1]:

$$C_{\text{доп}} = \frac{(5,12) \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (4.18)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 437,75}{100} = 43,7 \text{ руб}$$

Начисления по соц. страхованию определяются по формуле [1]:

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{я}})}{100} \quad (4.19)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (437 + 43,7)}{100} = 21,15 \text{ руб}$$

$$C_{\text{шт}} = 437 + 43,7 + 21,15 = 501,85 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяется по формуле [1]:

$$C_{\text{м}} = \Pi \cdot Q_3, \quad (4.20)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг.

Масса заготовки определяется из выражения [1]

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (4.21)$$

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

$$Q_{\text{заг}} = \frac{12}{0,8} = 15 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 15 \cdot 80 = 1200 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 501,85 + 1200 = 1701 \text{ руб.}$$

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

Заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле [1]:

$$C_{\text{м.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}} \quad (4.22)$$

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

Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется по формуле [1]:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot Z_v \cdot K_v \quad (4.23)$$

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

$$C_{сб} = 2,85 \cdot 1,03 = 175 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле [1]:

$$C_{д.сб} = \frac{(5 \dots 12) C_{сб}}{100} \quad (4.24)$$

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 175}{100} = 17,5 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле [1]:

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(C_{сб} + C_{д.сб})}{100} \quad (4.25)$$

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(175 + 17,5)}{100} = 8,47 \text{ руб.}$$

$$C_{зп.сб.п} = 175 + 17,5 + 8,47 = 200 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяются по формуле [1]:

$$C_{оп} = \frac{C_{зп}^1 \cdot \Pi_{оп}}{100} \quad (4.26)$$

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

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

$$C_{оп} = \frac{437,75 \cdot 69,5}{100} = 304,2 \text{ руб.}$$

$$C_{констр} = 650 + 1701 + 4200 \cdot 1,5 + 200 + 304,2 = 9155 \text{ руб.}$$

Таблица 4.2 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	25	19
2	Балансовая стоимость	руб	12100	9155
3	Потребляемая мощность	кВт	2,2	2,2
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел.ч	84	84
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	108	108
10	Время 1 цикла	ч	0,6	0,3

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 [3]

$$W_{\tau} = \frac{60 \cdot \tau}{T_{\pi}} \quad (4.27)$$

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

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

$$W_{\tau 0} = \frac{60 \cdot 0,6}{36} = 1 \text{ шт/час}$$

$$W_{\tau 1} = \frac{60 \cdot 0,6}{20} = 1,8 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле [3]:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (4.28)$$

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{e0} = \frac{25}{1 \cdot 108 \cdot 5} = 0,046 \text{ кг/шт}$$

$$M_{e1} = \frac{19}{1,8 \cdot 108 \cdot 5} = 0,019 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле [3]:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{год}}, \quad (4.29)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{12100}{1 \cdot 108} = 112 \text{ руб./шт}$$

$$F_{e1} = \frac{9155}{1,8 \cdot 108} = 96,98 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находится из выражения [3]:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (4.30)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{1} = 1 \text{ чел.ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{1,8} = 0,55 \text{ чел.ч/шт.}$$

Себестоимость работы определяется по формуле [3]:

$$S = C_m + C_z + C_{про} + A, \quad (4.31)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле [3]:

$$C_m = Z \cdot T_e, \quad (4.32)$$

$$C_{m0} = 84 \cdot 1 = 84 \text{ руб./шт}$$

$$C_{m1} = 84 \cdot 0,55 = 46,2 \text{ руб./шт}$$

Test number

$$C_3 = C_2 \cdot \varepsilon_3 \quad (4.33)$$

где C_e – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

Ξ_p - энергоёмкость процесса, кВт/шт.

Энергоемкость процесса определяется из выражения [3]:

$$\Theta_e = \frac{N_e}{W_e}, \quad (4.34)$$

где N_0 – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч

$$\Theta_{s,0} = \frac{2,2}{1} = 2,2 \text{ КВТ/мг}$$

$$\Theta_{el} = \frac{2,2}{1,8} = 1,22 \text{ кВт/шт}$$

$$C_{\text{гн}} = 2,81 \cdot 2,2 = 6,182 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{\text{гп}} = 2,81 \cdot 1,22 = 3,42 \text{ руб/кВт},$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле [3]:

$$C_{\text{про}} = \frac{C_6 \cdot H_{\text{про}}}{100 \cdot W_v \cdot T_{\text{пол}}}, \quad (4.35)$$

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

$$C_{\text{ртоо}} = \frac{12100 \cdot 8}{100 \cdot 1 \cdot 108} = 8,96 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{9155 \cdot 8}{100 \cdot 1,8 \cdot 108} = 3,76 \text{ тыс. руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяются по формуле [3]:

$$A = \frac{C_{\text{с.а.}}}{100 \cdot W_{\text{г}} \cdot T_{\text{г}}}, \quad (4.36)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{12100 \cdot 13}{100 \cdot 1 \cdot 108} = 14,56 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{9155 \cdot 13}{100 \cdot 1,8 \cdot 108} = 6,12 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_0 = 84 + 6,182 + 8,96 + 14,56 = 113,702 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_3 = 46,2 + 3,42 + 3,76 + 6,12 = 59,5 \text{ тыс. руб./шт}$$

Приведенные затраты определяются по формуле [3]:

$$C_{\text{max}} = S + E_{\text{w}} \cdot F_{\text{w}} = S + E_{\text{w}} \cdot k, \quad (4.37)$$

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

F_0 – фондоемкость процесса, руб./ед.

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}} = 113,702 + 0,15 \cdot 112 = 130,502 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{прив1}} = 59,5 + 0,15 \cdot 96 = 73,9 \text{ тыс. руб./шт}$$

Годовая экономия определяется по формуле [3]:

$$\Theta_{\text{mol}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{a}} \cdot T_{\text{mol}} \quad (4.38)$$

$$\mathcal{E}_{\text{роз}} = (113,702 - 59,5) \cdot 1,8 \cdot 108 = 10536 \text{ тыс. руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле [3]:

$$E_{\text{пол}} = E_{\text{гол}} - E_{\text{м}} \cdot \Delta K$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения, руб. ($\Delta K = F_{el}$)

$$E_{\text{год}} = 10536 - 0,15 \cdot 96,98 = 10521 \text{ тыс. руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле [3]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\Theta_{\text{min}}}, \quad (4.39)$$

где C_{61} – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{ок} = \frac{9155}{10536} = 0,86 \text{ года.}$$

Лист, примен.

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле [3]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Delta_{\text{гед}}}{C_6} \quad (4.40)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{10536}{9155} = 1,15$$

Таблица 4.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	1	1,8	180
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	112	96,98	86,58
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	2,2	1,22	-
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,046	0,019	41
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	1	0,55	55
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	14,56	6,12	53
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	130,502	73,9	56
8	Годовая экономия, руб.	-	10536	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	10521	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,86	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,15	-

Листов и дата

Лист, № дубля.

Взам. инв. №

Листов и дата

Лист, № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПУРН.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Казанский государственный аграрный университет Институт механизации и технического сервиса

ВЫВОДЫ

1. Спроектированный агрегатный участок расширяет номенклатуру ремонтируемых на нем изделий, повышает производительность ремонтного производства, улучшает условия труда рабочих.

2. Разработанный технологический процесс восстановления направляющего колеса гусеничных тракторов позволяет повысить экономическую эффективность восстановления при сохранении качества восстановления, а также более рационально использовать технологическое оборудование.

3. Разработанная в работе конструкция приспособления для упрочнения роликовой накаткой обеспечивает безопасность работ, качество, высокую производительность и удобство выполнения операций восстановительных работ.

Применение стенда по сравнению с прототипами позволяет получить годовую экономию около 11 000 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочадамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»/под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007. – 77с.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя/В. И. Анурьев. – 8-е изд. в 3-х тт. М.: Машиностроение, 2001.
3. Булгариев Г. Г., Абдрахманов Р. К., Валиев А. Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
4. Детали машин и основы конструирования/Под ред. М. Н. Ерохина. – М.: КолосС, 2005. – 462 с.: ил.
5. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
6. Микотин В. Я. Технология ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования. – М.: Колос, 1997, – 367с., ил.
7. Мишин М.М. Проектирование предприятий технического сервиса: Учебное пособие./ М.М. Мишин, П. Н. Кузнецов – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2008. – 213 с.
8. Надежность и ремонт машин./Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 470 с.
9. Пучин Е. А. Технология ремонта машин. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.
10. Ремонт машин / И. Е. Ульман, Г. А. Тонн, И. М. Герштейн и др.; Под общ. ред. И. Е. Ульмана. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 446 с., ил.
11. Ремонт тракторов Т-150 и Т-150К / В. С. Малахов, А. С. Мудрук, П. М. Кривенко. – М.: Колос, 1982. – 222 с., ил.

12. Серый И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987, – 367 с.

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

14. Справочник по тракторам Т-150 и Т-150К / В. А. Бугара, Н. Н. Ватуля, Л. А. Вайнштейн и др.: Под ред. Б. П. Кашубы. – Харьков: Прапор, 1975. – 403 с., ил.

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

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

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

ПРИЛОЖЕНИЕ

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
1			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.01	Балка верхняя	1	
2			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.02	Балка нижняя	1	
3			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.03	Держак	1	
4			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.04	Пружина силовая	1	
5			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.05	Ролик профильный	1	
6			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.06	Ролик сглаживающий	2	
7			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.07	Балансир	1	
8			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.08	Стакан	1	
9			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.09	Державка	2	
10			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.10	Ось профильного ролика	1	
11			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.11	Втулка	1	
12			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.12	Ось балансира	1	
13			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.13	Ось ролика	2	
14			BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.14	Ось держака	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
15				Болт М24х200 ГОСТ 7798-70	1	
16				Гайка М24.5 ГОСТ 5915-70	1	
BKP.35.03.06.14.9.18.ПЧРН.00.00.00						
Мат. лист № докум. Дата						
Разработчик Аксаков 06.18				Лист Листов		
Проверен Гумалтаинов 06.18				1 2		
Начальник Гумалтаинов 06.18				Казанский ГАУ		
Утвержден Абдулатипов 06.18				каф. Э и РМ		
				Формат А4		

[illegible]