

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Технический сервис

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект организации цеха по восстановлению деталей с разработкой устройства для подачи металлического порошка при напылении

Шифр ВКР 35.03.06.881.17 УПП.00.000.ПЗ

Студент группы 2341С

подпись

Динмухаметов И.Р.
Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель
ученое звание

подпись

Ахметзянов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №___ от _____ 2017)

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

подпись

Адигамов Н. Р.
Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПОДАЧИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА В ГОРЕЛКУ.....	
1.1 Анализ существующих конструкций устройств для подачи порошка.....	
2 ОРГАНИЗАЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ТИПОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ РТ.....	
2.1 Обоснование необходимости восстановления деталей машин.....	
2.2 Расчет производственной программы.....	
2.3 Выбор режима работы цеха и расчет фондов времени	
2.4 Расчет штата цеха восстановления.....	
2.5 Расчет и подбор основного технологического оборудования для цеха восстановления деталей	
2.6 Расчет площади цеха восстановления.....	
3 ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛА МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА КОМБАЙНА ДОН-1500.....	
3.1 Обоснование необходимости восстановления вала барабана.....	
3.2 Характеристика детали и дефектов.....	
3.3 Выбор рационального способа восстановления дефектов	
3.4 Разработка ремонтного чертежа.....	
3.5 Разработка маршрутной карты восстановления вала.....	
3.6 Разработка операционной карты плазменного напыления.....	
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА В ГОРЕЛКУ	
4.1 Обоснование необходимости разработки конструкции.....	
4.2 Устройство для подачи порошка и принцип его работы	
4.3 Технологические и конструктивные расчеты	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	

5.1 Обеспечение условий и безопасность труда на производстве	
5.2 Мероприятия по охране окружающей среды	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
6.1 Экономическое обоснование устройства для подачи металлического порошка	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ЛИТЕРАТУРА	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основную долю парка техники в сельском хозяйстве составляют отремонтированные машины и лишь незначительную часть — новые. Важным звеном обеспечения качественного ремонта техники является соблюдение технологии его проведения. На сегодняшний день во многих предприятиях ремонт производится с нарушениями технологического процесса мойки, дефектации деталей и обкатки. Все это приводит к снижению срока эксплуатации отремонтированной техники, и как следствие, повышению затрат производителей сельскохозяйственной продукции. Также, поскольку ремонт агрегатов сводится главным образом к замене их неисправных деталей на годные, наибольшие затраты (до 60% и более) в себестоимости ремонта составляет стоимость израсходованных запасных частей.

Инновационный научно-производственный центр «ООО СПЦ Ресурс» при кафедре «Технический сервис» призван объединить научный и технический потенциал для развития восстановительных технологии и внедрения их в производство. В этих условиях необходимо развивать и изучать возможности как давно зарекомендовавших себя, так и новых ремонтных технологии.

Разработанный нами выпускная квалификационная работа направлена на расширение производственной деятельности кафедры. С этой целью рассмотрены вопросы организации ремонта автотракторных двигателей, разработана технология ремонта и Устройство для подачи металлического порошка при напылении. В проекте освещены мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности проекта, а также определены технико-экономические показатели.

1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПОДАЧИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА В ГОРЕЛКУ

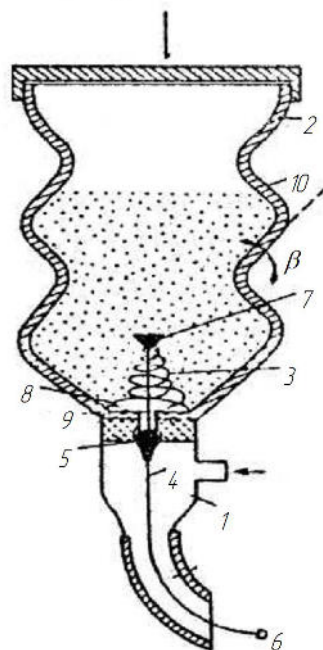
На качество наплавки, при внешней его подаче, существенное влияние оказывает точность дозирования порошка и равномерность его подачи. При подаче порошка больше нормы, значительно увеличивается расход порошка, а при меньшей подаче, толщина слоя будет меньше. При неравномерной подаче порошка наплавленный слой получается неравномерным по толщине. В результате приходится увеличивать припуск на последующую механическую обработку.

На равномерность подачи порошка влияют различные факторы: сыпучесть порошка, образование застойных зон в бункере, намагниченность порошка и т.д.

Поэтому, для повышения качества наплавленного слоя и снижения расхода порошка необходимо разработать конструкцию подающего устройства, обеспечивающую высокую точность дозирования и равномерность подачи порошка в зону горения.

1.1 Анализ существующих конструкций устройств для подачи порошка

Существует устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1590270 (рисунок 1.1). Устройство содержит систему 1 газовой транспортировки порошка, корпус бункера 2 с ворошителем в виде конической пружины 3 и металлической струны 4, которая снабжена запорным клапаном 5 и соединена одним концом с источником 6 колебаний, а другим свободным концом – с вершиной 7 конической пружины 3, основание 8 которой установлено на днище 9 бункера 2, а боковая поверхность бункера 2 выполнена в виде чередующихся гофр 10 с углом наклона β к плоскости, перпендикулярной оси бункера 2.



1-система газовой транспортировки порошка, 2-бункер, 3-пружин коническая, 4-струна металлическая, 5-клапан запорный, 6-источник олебаний, 7-вершина пружины, 8-основание пружины, 9-днище бункера, 10-гофр

Рисунок 1.1 - Устройство для подачи порошка при наплавке по а.с.

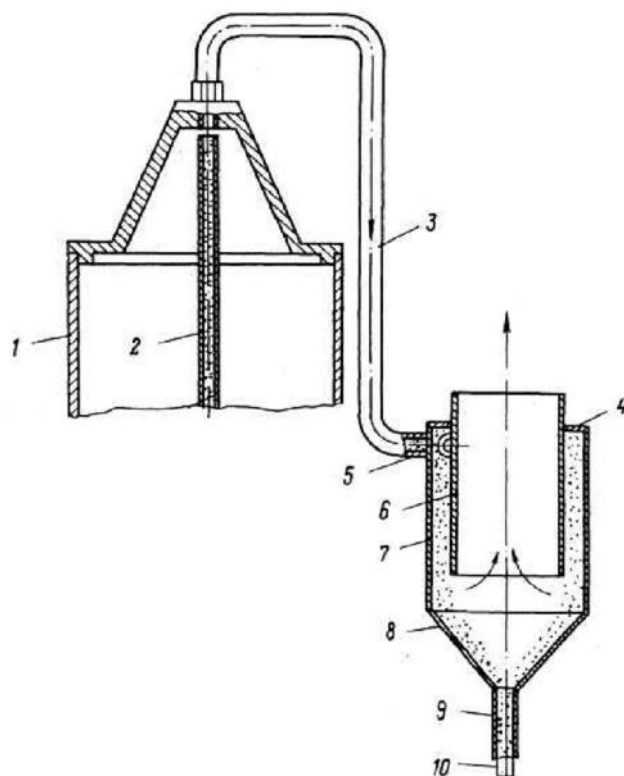
№1590270

Устройство работает следующим образом.

В бункер 2 загружают порошковый материал, включают подачу транспортирующего газа и источник 6 колебаний. Под суммарным действием силы тяжести, вибрации струны 4, конической пружины 3 и подвижного клапана 5 порошок подается в полость газовой системы, где подхватывается потоком транспортирующего газа и выносится по каналу подачи в зону горения дуги при сварке или наплавке. Колебания конической пружины 3, упирающейся основанием 8 в днище 9 бункера 2 и поверхность гофр 10 бункера 2, способствуют увеличению сыпучести порошка. Боковые поверхности гофр 10 имеют угол наклона β к плоскости, перпендикулярной оси бункера, по меньшей мере равный максимальному углу естественного откоса порошка.

Существует устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1299733 (рисунок 1.2). Устройство содержит корпус 1 питателя с газопорошковой смесью 2, транспортируемой по трубке 3 в разделитель

потока (микроциклон) 4, содержащий входной патрубок 5, выхлопной цилиндр 6, корпус 7 с конусом 8 и выходной патрубок 9 для выхода порошка 10.



1-корпус, 2-питатель, 3-трубка, 4-микроциклон, 5-входной патрубок, 6-выхлопной цилиндр, 7-корпус, 8-конус, 9-выходной патрубок, 10-порошок

Рисунок 1.2 - Устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1299733

В корпусе 1 порошкового питателя порошок находится в виде плотной массы. При прохождении транспортирующего газа через эжекционную систему питателя в нижней части корпуса создается разрежение, благодаря чему порошок вместе с газом поступает в вертикальную трубку и находится в ней во взвешенном состоянии в виде газопорошковой смеси 2.

Корпус 7 разделителя 4 и выхлопной цилиндр 6 выполнены в виде цилиндров и расположены соосно друг относительно друга. При этом входной патрубок 5 расположен по касательной к корпусу разделителя в верхней его части и имеет сечение меньше, чем пространство между корпусом 7 и выхлопным цилиндром 6. Образующая в корпусе 1 порошкового питателя газопорошковая смесь 2 подается по трубке 3 под избыточным

давлением P , источником которого может служить баллон с газом или компрессорная станция, турбулентным потоком через входной патрубок 5 поступает в пространство между корпусом 7 и выхлопным цилиндром 6 разделителя 4, давление в котором соответствует атмосферному. При этом вследствие резкого увеличения поперечного сечения и уменьшения давления в разделителе газ газопорошковой смеси резко расширяется, теряет скорость и выходит через выхлопной цилиндр 6, уменьшается воздействие на частички порошка. Последние, имея большую инерцию попадают на стенку корпуса разделителя, выполненную в виде цилиндра, приобретают на ней вращательное движение, вызывающее центробежную силу, прижимающую частицы порошка к стенке корпуса разделителя. При трении о последнюю частицы порошка постепенно теряют скорость, опускаясь по стенке вниз.

Таким образом, траектория движения частиц порошка представляет собой нисходящую винтовую линию. После полной потери скорости частицы порошка под воздействием собственной массы оседают в конус 8, а из него равномерной массой плавно стекают в патрубок 9 для выхода порошка 10. Равномерное дозирование порошка и снижение его потерь обеспечивается при условии, когда площадь сечения выходного патрубка меньше площади сечения входного патрубка в 2,1-2,3 раза, а площади сечения выхлопного цилиндра - в 80-120 раз.

Например, равномерное дозирование порошка обеспечивается при площади сечения входного патрубка $12,56 \text{ мм}^2$, площади сечения выходного патрубка $5,71 \text{ мм}^2$ и площади сечения выхлопного цилиндра $513,8 \text{ мм}^2$.

Предлагаемое соотношение сечений входного патрубка и патрубка для выхода порошка, а также сечений выхлопного цилиндра и патрубка для выхода обеспечивает выхлоп воздуха вверх с минимальной скоростью, чем достигается перемещение порошка только вниз под действием собственного веса и его истечение из патрубка ламинарной струей в зону наплавки, за счет чего достигается равномерное дозирование и снижаются потери порошка. Предлагаемые соотношения получены экспериментально. Были изготовлены

разделители газопорошкового потока (микроциклоны), имеющие различные соотношения сечений входного патрубка и патрубка для выхода порошка и сечений выхлопного цилиндра и патрубка для выхода порошка.

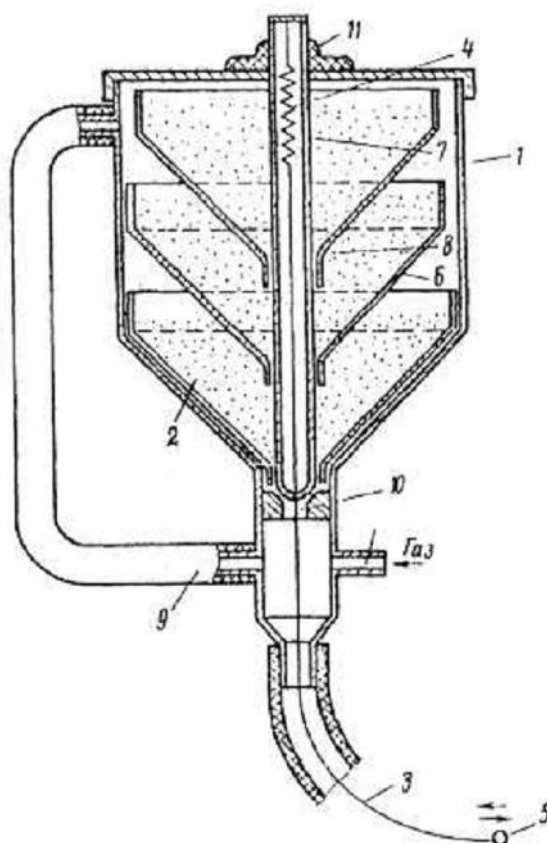
Разделитель потока при малых габаритах и массе устанавливается в непосредственной близости от сварочной головки, что позволяет вести процесс сварки в труднодоступных местах.

Существует устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1551491 (рисунок 1.3). Устройство содержит конический бункер 1 с газовой системой 2 транспортировки порошка, ворошитель 3 в виде металлической струны с упругим элементом 4, выполненный в виде металлической струны, соединенной с источником 5 колебаний сварочного инструмента. В коническом бункере 1 размещены телескопические конуса 6 и запорный клапан 7, выполненный в виде полого цилиндрического стержня, установленного с возможностью возвратно-поступательного перемещения вдоль оси ворошителя 3. Цилиндрические горловины 8 телескопических конусов 6 размещены на полом цилиндрическом стержне запорного клапана 7. Упругий элемент 4 ворошителя 3 свободным концом соединен с верхней частью полого цилиндрического стержня. Газовая система 2 транспортировки порошка содержит трубопровод 9 подачи сжатого газа в верхнюю часть бункера 1. Трубопровод 9 нижним концом соединен с выходным отверстием 10 бункера 1. Для фиксации промежуточных положений полого цилиндрического стержня клапана 7 на крышке бункера 1 установлена резиновая шайба 11.

Устройство работает следующим образом.

В исходном положении запорный клапан 7 перекрывает выходное отверстие 10 бункера 1. Телескопические конуса 6 с различными марками порошка установлены как показано на рисунке. Для обеспечения стабильной работы устройства цилиндрический стержень клапана 7 поднимают вверх не выше нижнего конца горловины 8 второго конуса (чтобы исключить смешивание порошков). Изменяя величину подъема стержня, регулируют

необходимое количество порошка, проходящего через выходное отверстие 10 бункера 1 в единицу времени. При этом одновременно включают источник 5 колебаний сварочного инструмента, приводящий в колебание струну ворошителя 3, что способствует улучшению сыпучести и исключению налипания частиц порошка в застойных зонах и в выходном отверстии 10 бункера 1. По мере опорожнения порошка из конусов 6 они под действием силы тяжести и сжатого воздуха из газовой системы 2 перемещаются вниз, укладываясь друг в друга. Транспортирующий газ, подхватывая частицы порошка за выходным отверстием 10 бункера 1, подает порошок в зону горения дуги.



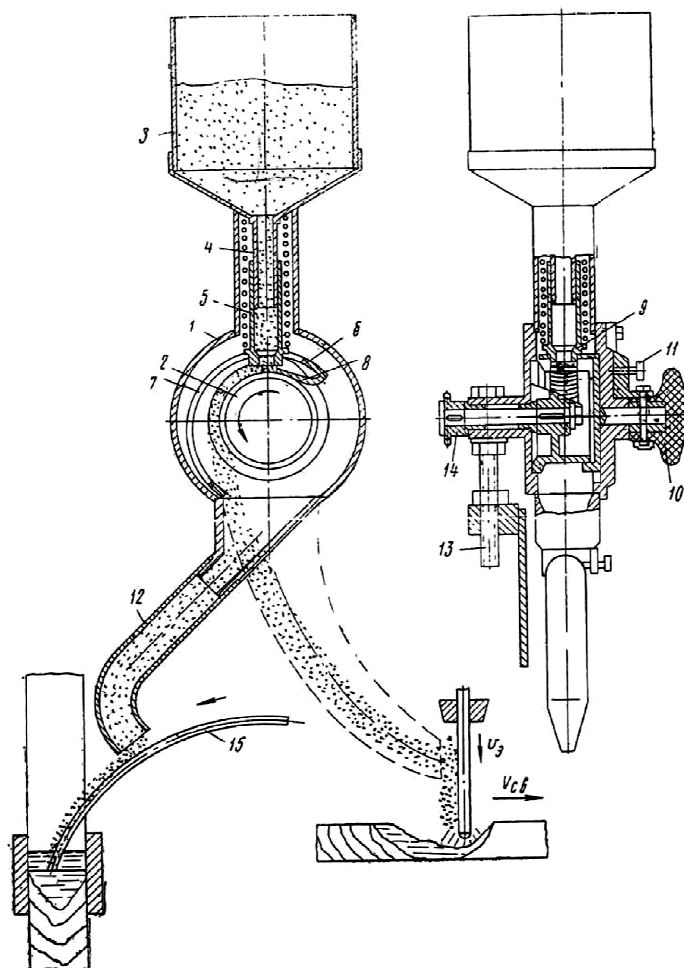
1-бункер, 2-система газовой транспортировки порошка, 3-ворошитель, 4-упругий элемент, 5-источник колебаний, 6-телескопические конуса, 7-клапан, 8-горловина, 9-трубопровод, 10-выходное отверстие, 11-резиновая шайба

Рисунок 1.3 - Устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1551491

Использование предлагаемого устройства позволяет получать многослойные высококачественные порошковые покрытия с увеличением

производительности процесса наплавки на 40-60% в зависимости от наплавляемой площади и габаритов деталей. Устройство позволяет также обеспечить необходимую дозировку расхода порошкового материала.

Существует устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №498121 (рисунок 1.4). Устройство состоит из корпуса 1 с барабанным питателем 2 и бункером 3, оканчивающимся вертикальным направляющим стаканом 4, на котором подвижно установлена подпружиненная насадка 5. Соосно с барабаном питателя 2 установлен копир 6, наружная поверхность которого выполнена с переменным радиусом. Копир 6 имеет сквозной паз 7 и заслонку 8. Соосно с барабаном питателя 2 установлен копир 6, наружная поверхность которого выполнена с переменным радиусом. Копир 6 имеет сквозной паз 7 и заслонку 8.



1-корпус, 2-барабанный питатель, 3-бункер, 4-направляющий стакан, 5-насадка, 6-копир, 7-сквозной паз, 8-заслонка, 9-ограничитель, 10-ручка, 11-фиксатор, 12-направляющая течка, 13-винты, 14-звездочка

Рисунок 1.4 - Устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №498121

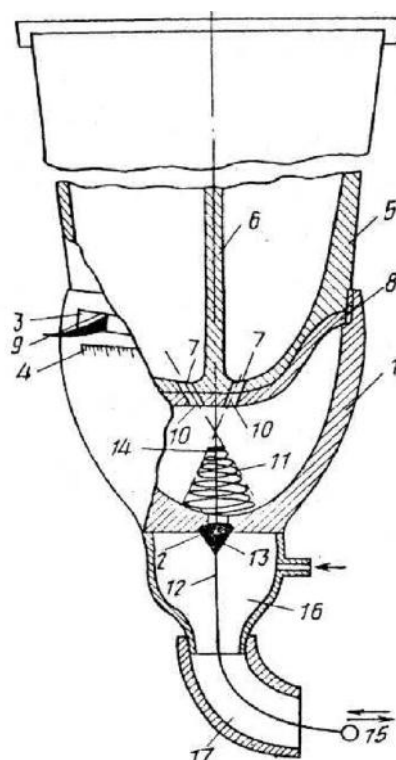
Подпружиненная насадка 5 имеет ограничитель 9, которые опираются на наружную поверхность копира 5, а концевая часть насадки входит в паз 7 копира. Для поворота копира 6 имеется ручка 10 с фиксатором 11. На выходной части корпуса установлена направляющая течка 12. Для закрепления устройства на сварочном аппарате предусмотрены винты 13. Для осуществления вращения барабанного питателя 2 на его оси установлена звездочка 14, связанная с приводом (на рисунке не показан).

Предложенное устройство устанавливают и используют следующим образом. Поворачивают с помощью ручки 10 копир 6 в крайнее положение, при котором заслонка 8 полностью перекрывает выходное отверстие насадки 5. В бункер 3 засыпают порошкообразный материал, например, ферромагнитный. Включают привод вращения барабана питателя 2. Выводят сварочный аппарат на режим работы. Затем ослабляют фиксатор 11 и поворачивают ручку 10, изменяя при этом участок поверхности копира 6, на который опирается своим ограничителем 9 насадка 5. При этом увеличивается зазор между торцом насадки и наружной поверхностью барабана питателя 2, который определяет величину подачи порошкообразного материала.

По окончании регулировки величины подачи закрепляют ручку 10 фиксатором 11. Для прекращения подачи порошка необходимо повернуть ручку 10 в исходное положение, в котором заслонка 8 перекрывает отверстие насадки 5. По выходу из барабанного питателя 2 порошкообразный материал проходит через течку 12. В случае подачи ферромагнитного материала, последний, выходя из течки 12, увлекается магнитным полем сварочного тока, проходящего по электроду 15, и перемещается вместе с электродом в сварочную ванну.

Существует устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1666281 (рисунок 1.5). Устройство для сварки и наплавки содержит бункер 1 с выходным отверстием 2, боковой прорезью 3 и шкалой 4 отметки угла поворота, конический питатель 5 с вертикальными перегородками 6 и

наклонными отверстиями 7 в его днище, конический ложемент 8, расположенный под днищем питателя 5, с рукояткой 9 поворота и наклонными отверстиями 10, соосными отверстиями 7, коническую пружину 11, основанием опирающуюся на днище бункера 1, металлическую струну 12 с закрепленным на ней запорным клапаном 13, соединенную свободным концом с вершиной конуса пружины-элементом 14 тарельчатого типа, а другим концом - с источником 15 колебаний, газовую систему 16 транспортировки порошка и канал 17 подачи частиц порошка. В пазы бункера 1 вставляют свободно поворачивающийся конический ложемент 8 с количеством отверстий, равный числу секций питателя 5. Предварительно рукоятку 9 поворота закрепляют в теле конического ложемента 8, вставляя её через прорезь 3 корпуса бункера 1.



1-бункер, 2-выходное отверстие, 3-боковая прорезь, 4-шкала, 5-питатель конический, 6-перегородки, 7-отверстия, 8-ложемент, 9-рукоятка, 10-отверстия наклонные, 11-пружина, 12-струна, 13-клапан, 14-пружина-элемент, 15-источник колебаний

Рисунок 1.5 - Устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1666281

В корпусе бункера 1 по резьбе навинчивается конический порошковый питатель 5 до плотного соприкосновения ложемента 8. В секции,

образуемые в бункере 1 вертикальными перегородками 6, загружают порошки различных марок (например, самофлюсующиеся порошки и порошки чистых металлов).

В режиме многокомпонентной наплавки устройство работает следующим образом. Включают подачу транспортирующего газа и источник 15 колебаний. Рукояткой 9 в соответствии с градуировкой шкалы 4 поворачивают конический ложемент 8 так, чтобы начали совпадать отверстия 7 и 10. Полное или частичное совпадение этих отверстий позволяет дозировать порошковые материалы из питателя 5 в полость бункера 1. Порошковые струи из отверстий 10, пересекаясь в вершине конусности пружины 11 и перемешиваясь между собой, падают на поверхность элемента 14, стекая затем через межвитковое пространство пружины 11 в ее внутреннюю полость.

Под действием механических колебаний запорного клапана 13 о днище бункера 1, а также сокращений витков пружины 11 происходит дополнительное перемешивание смеси с образованием необходимой порошковой композиции, которая через выходное отверстие 2, канал 17 подачи транспортирующим газом подводится в зону горения дуги, например плазматрона, для выполнения технологического процесса многокомпонентной наплавки.

При послойной наплавке без предварительного смешивания порошков применяют ложемент 8 с одним отверстием 10, которое последовательно при воздействии на рукоятку 9 и соответственно на ложемент 8 совмещают с отверстиями 7 питателя 5. При этом порошок лишь одной заданной секции попадает через соосные наклонные отверстия 7 и 10 внутрь колеблющейся пружины 11-й через выходное отверстие 2 и канал 17 подается в зону дуги плазматрона.

При следующем проходе горелки порошок другой марки из другой секции питателя 5 подают в зону наплавки и получают слоистое покрытие с различными физико-механическими свойствами: различным коэффициентом

термического расширения, твердости, жаростойкости, химической стойкости и т.д.

Устройство позволяет расширить эксплуатационные возможности и производительность процесса плазменной наплавки. Повышение производительности обеспечивается за счет сокращения вспомогательного времени на загрузку бункера порошками различных марок, сокращения операции предварительного смешивания порошков для получения механической смеси. Эту операцию производят в полости бункера 1 с предварительным смешиванием и перекрещиванием порошковых струй из наклонных соосных отверстий, оси которых пересекаются по меньшей мере не ниже вершины конусности пружины.

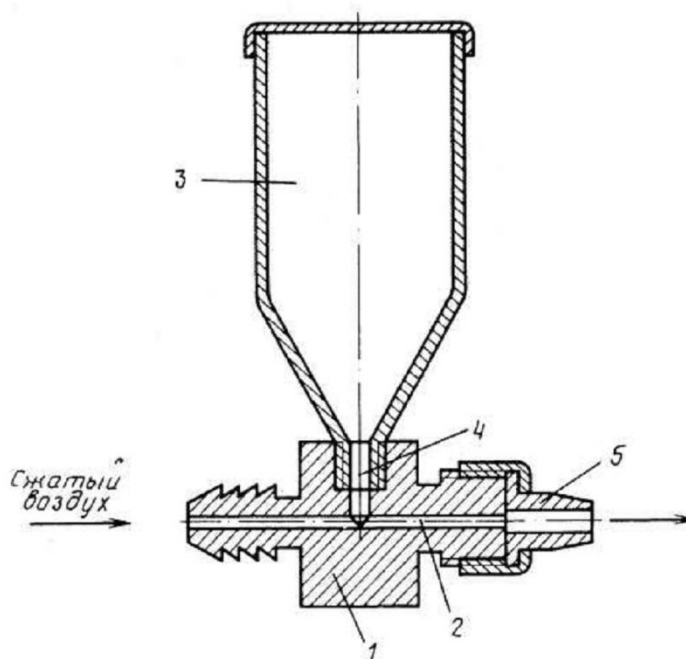
Устройство для сварки и наплавки универсально и может быть использовано в промышленности и при экспериментальных работах, особенно в случаях необходимости частых изменений и подбора покрытий с улучшенными эксплуатационными свойствами или уникальными специфическими характеристиками.

Существует устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1400819 (рисунок 1.6). Устройство состоит из корпуса 1 с газотранспортирующим каналом 2. На устройстве укреплен бункер 3 с порошком, соединенный с газотранспортирующим каналом 2 отверстием 4. На выходе газотранспортирующего канала 2 установлено сопло 5 с отверстием, диаметр которого в 1,4-1,6 раза превышает диаметр транспортирующего канала.

Устройство работает следующим образом.

Порошок из бункера 3 через отверстие 4 осыпается в газотранспортирующий канал 2 и потоком газа увлекается в сопло 5. При попадании порошка в канал сопла 5 с большим диаметром его скорость снижается. Порошок вместе с ослабленным газовым потоком подается на деталь.

Оптимальный размер газопорошкового факела длиной до 70 мм и диаметром до 20 мм достигается за счет снижения давления подающего газа до 0,1-0,2 кгс/см² (0,01-0,02 МПа) с одновременным увеличением плотности попадания порошка в зону наплавки, что приводит к снижению потерь порошковых приплавочных материалов и повышению наплавки.



1-корпус, 2-газотранспортирующий клапан, 3-бункер, 4-отверстие, 5-сопло

Рисунок 1.6 - Устройство для подачи порошка при наплавке по а.с. №1400819

В устройстве для подачи порошка варьируется размер отверстия сопла по отношению к диаметру газотранспортирующего канала. Диаметр газотранспортирующего канала 2 мм, так как при размере менее 2 мм канал забивается при незначительном давлении газа (до 0,5 атм.), с повышением давления в системе скорость истечения порошка резко возрастает и потери за счет отражения увеличиваются. При увеличении диаметра газотранспортирующего канала высыпание порошка имеет пульсирующий характер. Эффективность устройства контролируется посредством реперной пластинки с нанесенным слоем клея, на котором измеряется толщина порошкового покрытия и диаметр пятна. Оптимальный размер газопорош-

кового факела (длина до 70 мм и диаметр до 20 мм) получен при отношении диаметра отверстия сопла к диаметру газотранспортирующего канала 1,4-1,6.

Результаты экспериментальной проверки геометрических характеристик распыла приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Результаты проверки геометрических характеристик распыла

Диаметр сопла, мм	Диаметр пятна, мм	Длина факела, мм	Характеристика истечения порошка
2	20...26	До 120	Равномерно, скорость велика (осыпание порошка)
2,5	20...28	90...110	То же
2,8	18...20	65...70	Равномерно (осыпание мало)
3	16...20	65...70	То же
3,2	16...18	60...70	То же
3,5	До 24	35...85	Пульсация скорости, неравномерное напыление

На основе обзора устройств, их устройства и принципа работы, в качестве прототипа для разрабатываемой конструкции выбираем устройство по а.с. №498121, которая позволяет более точно устанавливать дозировку порошка. Так же данная конструкция обеспечивает хорошую равномерность подачи порошка.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ТИПОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ РТ

2.1 Обоснование необходимости восстановления деталей машин

Расширение производства новых запасных частей связано с увеличением материальных и трудовых затрат. Вместе с тем, около 75% деталей выбраковываются при первом капитальном ремонте машины, являясь ремонтпригодными, либо могут быть использованы вообще без восстановления. Поэтому альтернативой закупки запасных частей является вторичное использование изношенных деталей машин, восстановленных в процессе ремонта машины и его агрегатов.

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

С позиции материалоемкости воспроизводства машин экономическая целесообразность ремонта обусловлена возможностью повторного использования большинства деталей, как годных, так и предельно изношенных.

Себестоимость восстановления для большинства деталей не превышает 50% стоимости новых, расход материалов в 15-20 раз ниже, чем при их изготовлении.

2.2 Расчет производственной программы

Годовой объем работ по восстановлению изношенных деталей машин по ремонтной зоне рассчитывается по формуле:

$$T_B = \sum n_i \cdot t_{B,i} \quad (2.1)$$

где n_i – число машин каждой группы, шт.;

$t_{B,i}$ – трудоемкость восстановления деталей на одну машину соответствующего типа, марки, чел.-ч.

Пример расчета трудоемкости восстановления деталей по тракторам К-700

$$T_B^{K-700} = 15 \cdot 25 = 375 \text{ чел.-ч.}$$

Для остальных марок машин расчет ведем аналогично, и все расчеты сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Расчет годового объема работ по восстановлению деталей

Марка машины	Количество машин, шт.		t , чел.-ч.	T_B , чел.-ч.
	в МТС	в районе		
Тракторы				
К-700	-	15	25	375
Т-100, Т-130	-	12	23	276
Т-150	4	19	23	529
Т-4А	-	67	23	1541
ДТ-75	3	44	16,5	775,5
МТЗ, ЮМЗ	7	32	12	468
Т-40, Т-25	-	33	10	330
Автомобили				
Камаз	3	55	15	870
МАЗ	-	46	15	690
ЗИЛ	2	34	13,5	486
ГАЗ	-	36	12	432
УАЗ, Волга	4	21	9	225
Легковые	-	22	8	176
Комбайны				
Зерноуборочные	14	78	17	1564
Специальные	-	37	7	259
Всего	37	551		8996,5

Таким образом, годовая трудоемкость работ по цеху восстановления деталей составит $T_B = 8996,5$ чел.-ч.

2.3 Выбор режима работы цеха и расчет фондов времени

На участке планируем режим работы в одну смену. При пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями средняя продолжительность смены составляет от 8 ч.

Исходя из принятого режима работы предприятия по действующим нормативам, устанавливают номинальные и действительные фонды времени оборудования и рабочих.

При пятидневной рабочей неделе номинальный фонд рабочего

$$\Phi_{Н.Р.} = (d_K - d_B - d_{П}) \cdot t_{СМ} \quad (2.2)$$

где $d_K = 366$ – число календарных дней;

$d_B = 104$ – число выходных дней;

$d_{П} = 17$ – число праздничных дней;

$t_{СМ} = 8$ ч – продолжительность смены.

$$\Phi_{Н.Р.} = (366 - 104 - 17) \cdot 8 = 1960 \text{ ч}$$

Действительный фонд времени рабочего

$$\Phi_{Д.Р.} = (d_K - d_B - d_{П} - d_O) \cdot t_{СМ} \cdot \eta_P \quad (2.3)$$

где d_O – число отпускных дней ($d_O = 24$ дня);

η_P – коэффициент, учитывающий пропуски работы по уважительной причине ($\eta_P = 0,96$)

$$\Phi_{Д.Р.} = (366 - 104 - 17 - 24) \cdot 8 \cdot 0,96 = 1697 \text{ ч}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования находим по формуле

$$\Phi_{Д.О.} = \Phi_{Н.О.} \cdot \eta_O \quad (2.4)$$

где η_O – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте ($\eta_O = 0,95 \dots 0,98$). Принимаем $\eta_O = 0,95$.

Номинальные фонды времени работы оборудования при работе в одну смену по числовому значению совпадают с номинальным фондом рабочего.

$$\Phi_{Н.О.} = \Phi_{Н.Р.} = 1960 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{Д.О.} = 1960 \cdot 0,95 = 1862 \text{ ч.}$$

2.4 Расчет штата цеха восстановления

Число основных производственных рабочих по участку рассчитывается по формулам

$$P_{уч.яв.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{н.р.} \cdot K} \quad (2.5)$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{д.р.} \cdot K} \quad (2.6)$$

где $P_{уч.яв.}$ и $P_{уч.сп.}$ – соответственно явочное и списочное число рабочих, чел.;
 $T_{уч}$ – трудоемкость работ по отделениям, чел.-ч;
 $\Phi_{н.р.}$ и $\Phi_{д.р.}$ – соответственно номинальный и действительный фонды времени рабочего, ч;
 K – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (принимаяем $K = 1,1$).

Пример расчета численности рабочих по наплавочному участку

$$P_{уч.яв.} = \frac{2078,4}{1960 \cdot 1,1} = 0,96 \text{ чел.} \quad \text{Принимаем } P_{уч.яв.} = 1 \text{ чел.}$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{2078,4}{1697 \cdot 1,1} = 1,11 \text{ чел.} \quad \text{Принимаем } P_{уч.сп.} = 1 \text{ чел.}$$

Таблица 2.2 - Расчет численности производственных рабочих цеха

Наименование участка	% от T_B	$T_{уч}$, чел.-ч.	Фонды времени		Число рабочих, чел.			
					$P_{уч.яв.}$		$P_{уч.сп.}$	
			$\Phi_{н.р.}$	$\Phi_{д.р.}$	расч.	прин.	расч.	прин.
Наплавочный	24	2159,2	1960	1697	0,96	1	1,16	1
Слесарно-механический	50	4498,3	1960	1697	2,09	2	2,41	2
Дефектации и контроля	26	2339	1960	1697	1,08	1	1,25	1
ВСЕГО	100	8996,5			4,13	4	4,82	4

Число вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле

$$P_{вс} = 0,1 \cdot P_{сп} = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ чел.} \quad (\text{принимаяем } P_{вс} = 0 \text{ чел.}) \quad (2.7)$$

Общее число производственных рабочих определим по формуле

$$P_{\text{ПР}} = P_{\text{СП}} + P_{\text{ВС}} = 4 + 0 = 4 \text{ чел.} \quad (2.8)$$

Число инженерно-технических работников цеха, служащих и младшего обслуживающего персонала находим по формулам

$$P_{\text{ИТР}} = 0,1 \cdot P_{\text{ПР}} = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{\text{ИТР}} = 0) \quad (2.9)$$

$$P_{\text{СЛ}} = 0,03 \cdot P_{\text{ПР}} = 0,03 \cdot 4 = 0,12 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{\text{СЛ}} = 0) \quad (2.10)$$

$$P_{\text{МОП}} = 0,04 \cdot P_{\text{ПР}} = 0,04 \cdot 4 = 0,16 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{\text{МОП}} = 0). \quad (2.11)$$

Следовательно, число работающих в цеху составит

$$P = P_{\text{ПР}} + P_{\text{ИТР}} + P_{\text{СЛ}} + P_{\text{МОП}} = 4 + 0 + 0 + 0 = 4 \text{ чел.} \quad (2.13)$$

2.5 Расчет и подбор основного технологического оборудования для цеха восстановления деталей

Число металлорежущих станков определяем по формуле

$$S_{\text{СТ}} = \frac{T_{\text{СТ}} \cdot K_H}{\Phi_{\text{д.о.}} \cdot \eta_o} = \frac{4498,3 \cdot 1,2}{1862 \cdot 0,88} = 3,29 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } S_{\text{СТ}} = 3) \quad (2.15)$$

где $T_{\text{СТ}}$ – годовая трудоемкость станочных работ, чел.-ч.;

$K_H = 1,2$ – коэффициент неравномерности загрузки;

$\Phi_{\text{д.о.}}$ – действительный фонд времени оборудования, ч;

$\eta_o = 0,88$ – коэффициент использования станочного оборудования.

Распределение станков по видам следующее:

- станок токарно-винторезный 16K20 – 1 шт.;
- станок копировально-шлифовальный 3А433 (шлифование коленвалов и распредвалов, валов) – 1 шт.
- станок фрезерный 675П (фрезерование шпоночных пазов, шлицев) – 1 шт.

Число наплавочных установок определяем по формуле

$$S_{\text{НАП}} = \frac{T_{\text{НАП}} \cdot K_H}{\Phi_{\text{д.о.}} \cdot \eta_o} = \frac{2159,2 \cdot 1,1}{1862 \cdot 0,9} = 1,42 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } S_{\text{НАП}} = 1) \quad (2.16)$$

где $T_{\text{НАП}}$ – годовая трудоемкость наплавочных работ, чел.-ч.;

$K_H = 1,1$ – коэффициент неравномерности загрузки, /1/;

$\Phi_{д.о.}$ – действительный фонд времени оборудования, ч;

$\eta_o = 0,9$ – коэффициент использования станочного оборудования.

Принятое оборудование с его габаритными размерами, количеством и занимаемой площадью приведем в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Перечень основного технологического оборудования цеха

№	Наименование и марка оборудования	Габариты, мм	Кол-во, шт.	Площадь, м ²
Участок дефектации и контроля				
1	Стол для дефектовки ОРГ-1468.01.090	2400×800	1	1,92
2	Стеллаж для деталей ОРГ-1468.05.230	1400×500	1	0,7
3	Ящик для утиля ОРГ-1468.05.1808	1000×500	1	0,5
4	Стол конторский	1200×800	1	0,96
5	Шкаф для инструмента РО-0509	1250×500	1	0,63
6	Стеллаж вращающийся для мелких деталей ОРГ-1468.05.340	Ø1200	1	1,13
Участок слесарно-механический				
7	Станок токарно-винторезный 16K20	3140×1210	1	3,8
8	Станок шлифовальный 3А433	2850×1830	1	5,21
9	Станок поперечно-фрезерный 675П	1210×840	1	1
10	Шкаф для инструмента РО-0509	1250×500	1	0,63
11	Стеллаж для деталей ОРГ-1468.05.230	1400×500	1	0,7
Участок наплавочный				
12	Установка для газопламенного напыления ОКС-5531	3530×1240	1	4,38
13	Верстак слесарный металлический ВС-2	1700×800	1	1,36
14	Стеллаж для деталей ОРГ-1468.05.230	1400×500	1	0,7
15	Ящик для песка	1000×500	1	0,5

2.6 Расчет площади цеха восстановления

Для определения площади участка определяем площади занимаемые оборудованием в плане.

Площадь участка рассчитываем по формуле

$$F_{\Pi} = \Sigma F_{\text{О}} \cdot \delta \quad (2.17)$$

где $F_{\text{О}}$ – площадь, занимаемая оборудованием, м^2 ;

δ – переходный коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

Таблица 2.4 - Результаты расчета площадей производственных участков

Наименование участка	$F_{\text{ОБ}}, \text{м}^2$	σ	$F_{\text{уч}}, \text{м}^2$	
			Расчет.	Прин.
Дефектации и контроля	5,84	3,5	20,44	24
Слесарно-механический	11,34	3,5	39,69	42
Наплавочный	6,94	5,5	38,17	42
Всего			98,3	108

Принимаем следующие размеры цеха 18×6 м.

Цех должен располагаться в 6 м крайнем пролете мастерской.

3 ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛА МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА КОМБАЙНА ДОН-1500

3.1 Обоснование необходимости восстановления вала барабана

Основные дефекты вала барабана: износ посадочных поверхностей под подшипники, износ поверхностей под манжеты, износ поверхности под шкив вариатора, износ шпоночных пазов, износ резьбы и изгиб. Наиболее часто встречающиеся дефекты, как показала практика, это износ посадочных шеек и изгиб вала. Эти дефекты объясняются условиями работы и характером действующих нагрузок. В процессе работы нагрузка на вал имеет переменный характер, причем нагрузка изменяется с такой скоростью, что действительную нагрузку можно принять как ударную. Поэтому износ посадочных шеек происходит интенсивно. Изгиб вала происходит при забивании молотильного устройства или при чрезмерном натяжении ремней.

Вал барабана является одной из важнейших деталей молотильного устройства, от технического состояния которого зависит нормальная работа молотильного устройства. Поэтому на предприятии возникла необходимость в разработке технологии восстановления вала барабана.

3.2 Характеристика детали и дефектов

Вал барабана изготавливается из стали 45 ГОСТ1050-88. Твердость поверхности вала HB2600...2800, шероховатость посадочных поверхностей $Ra = 0,8$ мкм, точность изготовления поверхностей по 6 качеству.

Дефект 1 – износ посадочной поверхности под шкив вариатора. Шкив вариатора и вал образуют неподвижное соединение, передающее крутящий момент, поэтому соединение в процессе работы подвергается изнашиванию, связанному с пластическим деформированием в поверхностном слое и микроколебанием. Из-

нос неподвижных соединений равномерный по диаметру и величина его составляет до 0,15 мм на диаметр.

Дефект 2 – износ посадочной поверхности под подшипники. Характер работы и дефекта аналогичный первому дефекту.

Дефект 3 – износ шпоночных пазов по ширине. Шпоночные пазы подвергаются смятию.

Дефект 4 – изгиб вала. В процессе работы часто происходит забивание молотильного устройства и вследствие чего на вал воздействует радиальная ударная сила, приводящая к изгибу вала.

3.3 Выбор рационального способа восстановления дефектов

Существуют следующие способы восстановления посадочных шеек цилиндрических поверхностей: пластическим деформированием, постановкой дополнительной детали, наплавкой, электроконтактной приваркой стальной ленты, металлизацией, напылением, использованием гальванических покрытий и полимерных материалов.

Шпоночный паз восстанавливают завариванием паза и фрезерованием паза номинального размера.

Изгиб восстанавливают правкой.

Рациональный способ восстановления детали – это технически обоснованный и экономически целесообразный способ. Он определяется по технологическому, техническому и технико-экономическому критериям.

Предварительный выбор способа производится по технологическому критерию, который не имеет количественной характеристики и позволяет определить лишь принципиальную возможность применения нескольких способов восстановления исходя из конструктивно-технических особенностей детали. Так как величина износа небольшая, то по технологическому критерию из существующих

способов отбираем следующие: наплавкой (вибродуговой, в среде защитных газов), электроконтактной приваркой стальной ленты и напылением.

Технический критерий оценивает каждый способ, выбранный по технологическому признаку с точки зрения обеспечения работоспособности детали после восстановления.

Оценим каждый из выбранных способов по техническому критерию. Технический критерий характеризуется коэффициентом долговечности, определяемый по формуле

$$K_{\text{д}} = K_i \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{с}} \quad (3.1)$$

где K_i – коэффициент износостойкости, (таблица 53./1/);

$K_{\text{в}}$ – коэффициент выносливости;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент сцепляемости;

Таблица 3.1 - Расчет коэффициент долговечности

Способ восстановления	K_i	$K_{\text{в}}$	$K_{\text{с}}$	$K_{\text{д}}$
Вибродуговая наплавка	1	0,62	1	0,62
Наплавка в среде углекислого газа	0,72	0,9	1	0,63
Напыление	0,91	0,82	0,9	0,67
Электроконтактная приварка стальной ленты	0,9	0,8	0,8	0,65

Таким образом, по техническому критерию выбираем напыление и электроконтактную приварку стальной ленты.

Выбрав несколько способов восстановления детали, которые обеспечивают необходимую твердость, износостойкость и другие показатели, окончательное решение о целесообразности их применения принимают по технико-экономическому критерию. Техничко-экономический критерий связывает себестоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефекта.

Рассмотрим каждый из способов по технико-экономическому критерию. Он характеризуется коэффициентом технико-экономической эффективности, определяемой по формуле

$$K_T = \frac{C_B}{K_D} \quad (3.2)$$

где C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности.

Таблица 3.2 - Расчет технико-экономического коэффициента

Способ восстановления	C_B , руб./м ²	K_D	K_T
Напыление	48,7	0,67	72,7
Электроконтактная приварка стальной ленты	56	0,65	86,2

На основании технико-экономического критерия выбираем способ восстановления – плазменное напыление.

3.4 Разработка ремонтного чертежа

Ремонтный чертеж детали разрабатываем на основании карты дефектов. Ремонтный чертеж детали выполняется в масштабе, с указанием предельных отклонений размеров и допусков форм и расположения поверхностей. Так же на ремонтном чертеже указывают возможные дефекты, способы установления дефекта и возможные способы устранения дефекта.

3.5 Разработка маршрутной карты восстановления вала

Технологический процесс восстановления детали будет состоять из следующих операций.

Операция 005 – моечная.

Очистить деталь от загрязнений.

Операция 010 – дефектовочная.

Дефектовать деталь согласно карты дефектов.

Операция 015 – сварочная.

Заварить ручной электродуговой сваркой изношенные шпоночные пазы.

Операция 020 – прессовая.

Править изгиб.

Операция 025 – наплавочная.

Наплавить поверхности вала под шкив, подшипники и манжеты.

Операция 030 – шлифовальная.

Шлифовать поверхности вала под шкив, подшипники и манжеты.

Операция 035 – контрольная.

Проверить размеры и твердость восстановленных поверхностей.

(Лист ТМРМ44.052.03.00.000.МК)

3.6 Разработка операционной карты плазменного напыления

Операционную карту разрабатываем для операции 025 – плазменное напыление.

Принимаем силу тока $I = 220 \text{ A}$ [].

Толщина покрытия определяется по формуле

$$h = I/2 + Z = 0,15/2 + 0,6 = 0,68 \text{ мм} \quad (3.3)$$

где I – износ наружного диаметра, мм;

Z – припуск на механическую обработку после наплавки.

Шаг наплавки $S = 0,45 \text{ см/об.}$

Скорость наплавки определим по формуле

$$V_H = \frac{\alpha_H \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma} = \frac{12 \cdot 220}{0,68 \cdot 4,5 \cdot 7,4} = 116 \text{ м/ч} \quad (3.4)$$

где $\alpha_H = 12 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ – коэффициент наплавки [];

$\gamma = 7,4 \text{ г/см}^3$ – плотность порошка [].

Частоту вращения детали определим по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \cdot \pi \cdot d} \quad (3.5)$$

где d – диаметр восстанавливаемой поверхности, мм.

- поверхность под шкив:

$$n = \frac{1000 \cdot 116}{60 \cdot \pi \cdot 60} = 10,3 \text{ мин}^{-1}$$

- поверхность под подшипники:

$$n = \frac{1000 \cdot 116}{60 \cdot \pi \cdot 70} = 8,8 \text{ мин}^{-1}$$

Расход порошка определим по формуле

$$Q = 0,1 \cdot V_H \cdot S \cdot h \cdot \gamma \cdot K_{\Pi} = 0,1 \cdot 13,1 \cdot 0,45 \cdot 0,68 \cdot 7,4 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ кг/ч} \quad (3.6)$$

где K_{Π} – коэффициент потерь порошка. (страница 63./8/)

Норму времени на выполнение наплавочных работ определим по формуле

$$T_H = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (3.7)$$

где $T_{шт}$ – штучное время наплавки, ч.;

$T_{пз} = 16$ мин – подготовительно-заключительное время.

n – число деталей в партии, шт.

Штучное время наплавки определим по формуле

$$T_{шт} = T_O + T_{вс} + T_{доп} \quad (3.8)$$

где T_O – основное время наплавки, ч.;

$T_{вс} = 3$ мин – вспомогательное время наплавки.

$T_{доп}$ – дополнительное время наплавки, ч.;

Основное время наплавки определим по формуле

$$T_O = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_H \cdot S} \quad (3.9)$$

Дополнительное время наплавки определим по формуле

$$T_{доп} = \frac{(T_O + T_{вс}) \cdot K}{100} \quad (3.10)$$

где $K = 14\%$ – коэффициент учитывающий долю дополнительного времени от оперативного, [].

- поверхность под шкив

$$T_O = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 200}{1000 \cdot 116 \cdot 4,5} = 0,072 \text{ ч} = 4,3 \text{ мин}$$

- поверхность под подшипники

$$T_o = \frac{\pi \cdot 70 \cdot 80}{1000 \cdot 116 \cdot 4,5} = 0,033 \text{ ч} = 2 \text{ мин}$$

Дополнительное время наплавки составит

- поверхность под шкив

$$T_{доп} = \frac{(4,3 + 3) \cdot 14}{100} = 1 \text{ мин}$$

- поверхность под подшипники

$$T_{доп} = \frac{(2 + 3) \cdot 14}{100} = 0,7 \text{ мин}$$

Штучное время наплавки составит

- поверхность под шкив

$$T_{шт} = 4,3 + 3 + 1 = 8,3 \text{ мин}$$

- поверхность под подшипник

$$T_{шт} = 2 + 3 + 0,7 = 5,7 \text{ мин}$$

Суммарное штучное время

$$\sum T_{шт} = 8,3 + 5,7 = 14 \text{ мин}$$

Размер экономически целесообразной партии деталей определим по формуле

$$n = \frac{t_{пз}}{t_{шт} \cdot K} = \frac{16}{14 \cdot 0,15} = 7,6 \text{ шт.} \quad (3.11)$$

Принимаем $n = 8$ шт.

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА В ГОРЕЛКУ

4.1 Обоснование необходимости разработки конструкции

На качество наплавки, при внешней его подаче, существенное влияние оказывает точность дозирования порошка и равномерность его подачи. При подаче порошка больше нормы, значительно увеличивается расход порошка, а при меньшей подаче, толщина слоя будет меньше. При неравномерной подаче порошка наплавленный слой получается неравномерным по толщине. В результате приходится увеличивать припуск на последующую механическую обработку.

На равномерность подачи порошка влияют различные факторы: сыпучесть порошка, образование застойных зон в бункере, намагниченность порошка и т.д.

Поэтому, для повышения качества наплавленного слоя и снижения расхода порошка необходимо разработать конструкцию подающего устройства, обеспечивающую высокую точность дозирования и равномерность подачи порошка в зону горения.

4.2 Устройство для подачи порошка и принцип его работы

Устройство состоит из дозатора 2 (Рисунок 4.1) с расположенным внутри барабанным питателем и бункера 1, оканчивающимся вертикальным направляющим стаканом, на котором подвижно установлена подпружиненная насадка. Соосно с барабаном питателя установлен копир, наружная поверхность которого выполнена с переменным радиусом. Копир имеет сквозной паз и заслонку.

					ВКР 35.03.06.881.17 УПП.00.000.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Динмухаметов И.Р.			Устройство для подачи порошка в горелку	Лит.	Лист
Проб.		Ахметзянов Р.Р.					Листов
Н. контр.		Марданов Р.Х.				Казанский ГАУ ИМ и ТС каф. ТС	
Утверд.		Адигамов Н.Р.					

Подпружиненная насадка имеет ограничитель, которые опираются на наружную поверхность копира, а концевая часть насадки входит в паз копира. Для поворота копира имеется регулировочная ручка 4 с фиксатором. На выходной части корпуса установлена направляющая воронка, переходящая в трубку. Для закрепления устройства на сварочном аппарате предусмотрены стойки 5. Для осуществления вращения барабанного питателя на его оси установлена звездочка, связанная цепной передачей 7 с электродвигателем 8.

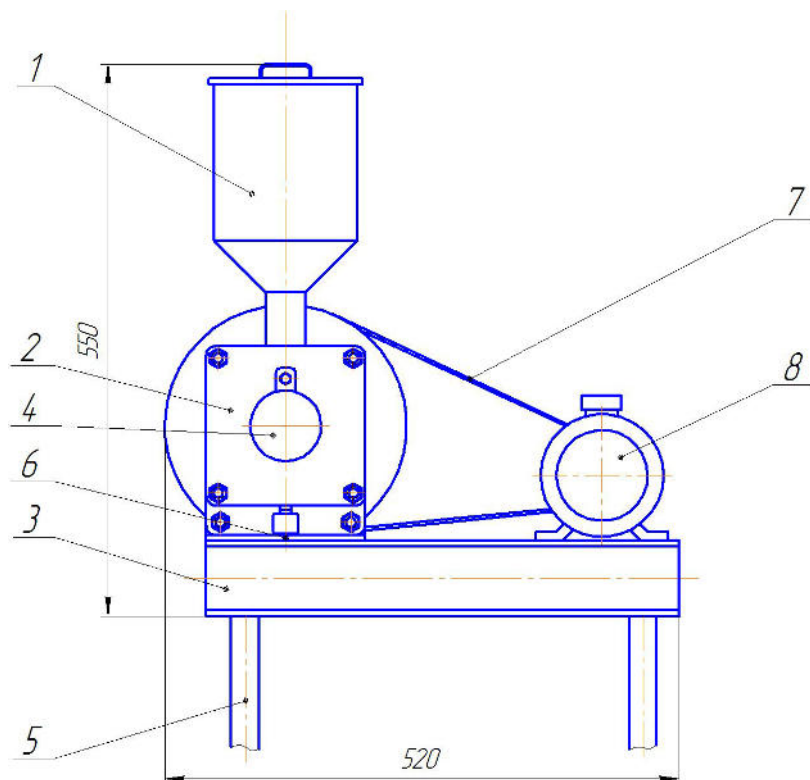
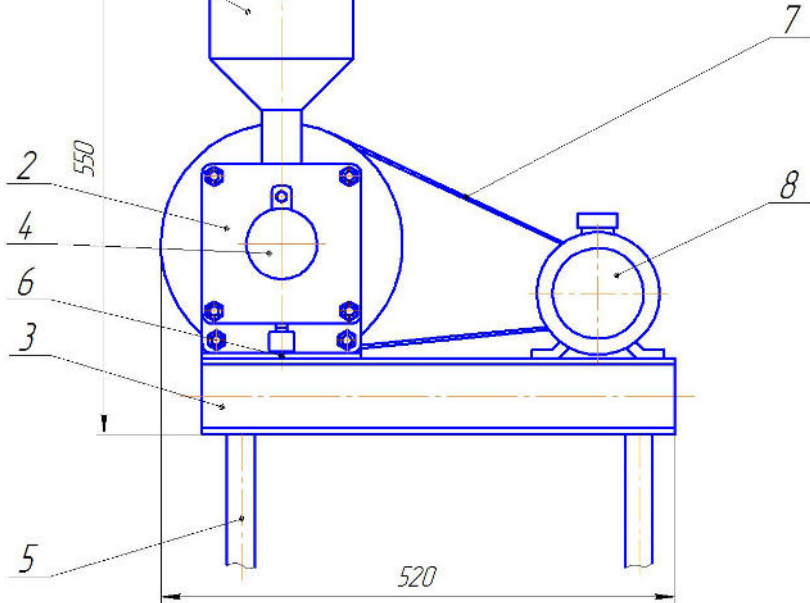


Рисунок 4.1 - Устройства для подачи металлического порошка в горелку

Предложенное устройство устанавливают и используют следующим образом. Поворачивают с помощью ручки 4 копира в крайнее положение, при котором заслонка полностью перекрывает выходное отверстие насадки. В бункер 1 засыпают порошкообразный материал. Включают привод вращения барабана питателя. Выводят сварочный аппарат на необходимый режим работы. Затем ослабляют фиксатор и поворачивают ручку 4, изменяя при этом зазор между торцом насадки и наружной поверхностью барабана питателя, который определяет величину подачи порошкообразного материала.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Рисунок 4.1 - Устройства для подачи металлического порошка в горелку Предложенное устройство устанавливают и используют следующим образом. Поворачивают с помощью ручки 4 копир в крайнее положение, при котором заслонка полностью перекрывает выходное отверстие насадки. В бункер 1 засыпают порошкообразный материал. Включают привод вращения барабана питателя. Выводят сварочный аппарат на необходимый режим работы. Затем ослабляют фиксатор и поворачивают ручку 4, изменяя при этом зазор между торцом насадки и наружной поверхностью барабана питателя, который определяет величину подачи порошкообразного материала.										
					ВКР 35.03.06.881.17 УП.000.00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

По окончании регулировки величины подачи закрепляют ручку 4 фиксатором. Для прекращения подачи порошка необходимо повернуть ручку 4 в исходное положение, в котором заслонка копира перекрывает отверстие насадки. По выходу из барабанного питателя порошкообразный материал в трубопровод 6, откуда увлекается транспортирующим газом в горелке.

4.3 Технологические и конструктивные расчеты

4.3.1 Расчет сечения отверстия насадки

Данное устройство должно обеспечить подачу порошка при дозировании его от 1 кг/ч до 6 кг/ч.

Определим диаметр отверстия насадки, обеспечивающее свободное истечение порошка через отверстие при максимальной дозе.

Объемный расход порошка составляет

$$q = \frac{m \cdot 1000}{\gamma \cdot 3,6} = \frac{6 \cdot 1000}{7,4 \cdot 3,6} = 225 \text{ мм}^3/\text{с} \tag{4.1}$$

где $\gamma = 7,4 \text{ г/см}^3$ – плотность порошка
 $m = 6 \text{ кг/ч}$ – расход порошка максимальный.

Диаметр отверстия определим по формуле

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 225}{3,14 \cdot 300}} = 1 \text{ мм} \tag{4.2}$$

где $V = 300 \text{ мм/с}$ – скорость порошка в трубке (при ламинарном движении порошка)

Таким образом, для обеспечения максимальной дозы порошка достаточно иметь отверстие насадки не менее 1 мм. Так как при напылении используются порошки размер частиц которого составляет не более 100 мкм = 0,1 мм. Как видим размер частиц значительно меньше расчетного диаметра, что обеспечит нормальное истечение порошка без забивания.

Принимаем диаметр отверстия $d_{\text{н}} = 3 \text{ мм}$.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.881.17 УПП.000.00.ПЗ					Лист

4.3.2 Расчет привода

Частоту вращения вала барабана-питателя определим исходя из условия, что линейная скорость барабана должна быть больше скорости истечения порошка. Это условие необходимо для того, чтобы порошок не забивался на выходе из отверстия насадки.

Частоту вращения вала барабана-питателя определим по формуле

$$n \geq \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{60 \cdot 300}{3,14 \cdot 100} = 57,3 \text{ мин}^{-1} \quad (4.3)$$

где $V = 300 \text{ мм/с}$ – скорость порошка;

$d = 100 \text{ мм}$ – диаметр барабана.

Сопротивление вращению вала барабана-питателя складывается из сопротивления вращению в подшипниках качения и незначительного сопротивления от насыпаемого порошка, поэтому необходимая мощность для привода вала невелика, порядка 30...50 Вт. Исходя из этого, для привода вала выбираем наименьший электродвигатель серии 4А марки 4АС71В8У3 мощность которого составляет 300 Вт, частота вращения вала 670 мин⁻¹.

Принимаем передаточное число цепной передачи $U_{ц} = 4$.

Тогда частота вращения вала барабана-питателя составит

$$n = \frac{n_{ДВ}}{U_{ц}} = \frac{670}{4} = 167,5 \text{ мин}^{-1} \quad (4.4)$$

На прочность остальные детали узла проверять нет необходимости, так как в механизме действуют ничтожно малые силы.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.881.17 УПП.000.00.ПЗ					Лист

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Обеспечение условий и безопасность труда на производстве

В соответствии с Положением об организации работы по охране труда на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса Республики Татарстан ответственность за организацию работ по охране труда возложена на директора. Ответственных за состояние охраны труда в цехах и на производственных участках ежегодно назначает директор приказом по предприятию. Также имеется штатная должность специалиста по охране труда, который координирует деятельность всех структурных подразделений предприятия по вопросам охраны труда, организует контроль за работой по созданию здоровых и безопасных условий труда рабочих и организует обучение по охране труда.

Обучение рабочих безопасности труда производится в кабинете охраны труда, который оснащен необходимыми наглядными пособиями и материалами. Обучение проводится в соответствии с Положением о профессиональной подготовке в области охраны труда в Республике Татарстан. В цехах и на производственных участках имеются уголки по технике безопасности. На предприятии проводятся следующие виды инструктажей по охране труда: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Вводный инструктаж проводится специалистом по охране труда при приеме на работу и регистрируется в «Журнале регистрации вводного инструктажа» с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный и внеплановый инструктажи проводятся на рабочем месте руководителями подразделений и регистрируются в «Журнале регистрации инструктажа на рабочем месте» с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. Целевой инструктаж проводится перед началом работ повышенной опасности, на которые оформляется наряд-допуск.

В соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации (РФ) в Сельхозтехнике установлена нормальная продолжительность рабочего времени 40 ча-

сов в неделю, на работах с вредными условиями труда сокращенная – 36 часов в неделю. Работникам предоставляются ежегодные оплачиваемые отпуска продолжительностью 28 календарных дней в расчете на шестидневную рабочую неделю. Работникам, которые при необходимости выполняют свои обязанности сверх установленного времени смены, и также занятым на работах с вредными условиями труда, предприятие предоставляет дополнительные отпуска.

В соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 90 от 14. 03. 96 г. и в соответствии со статьей 213 Трудового кодекса РФ работники предприятия проходят предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры. Перечень профессий, подлежащих медосмотру, и их периодичность установлены приказом по предприятию. При необходимости работники могут обратиться в медпункт, расположенный на территории предприятия или в районную поликлинику с. Янаул.

В соответствии со статьей 222 Трудового кодекса РФ на работах с вредными условиями труда работникам предприятия выдается бесплатно молоко. Норма выдачи составляет 0,5 л за смену независимо от продолжительности смены в соответствии с Постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 31.03.2003 г. №13. Выдача и употребление молока осуществляется в столовой предприятия.

На работах с вредными условиями труда, связанных с загрязнением, а также проводимых в особых температурных режимах, работникам согласно статье 221 Трудового кодекса РФ выдается бесплатно спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты по установленным нормам для каждой профессии (по типовым отраслевым нормам их бесплатной выдачи).

Объекты на территории предприятия расположены с соблюдением санитарно-защитных зон и противопожарных разрывов. Территория предприятия огорожена забором высотой 2 м и в ночное время освещается фонарями. Для въезда и выезда автомобилей имеется двое ворот, у ворот установлены предупредительные знаки «Берегись автомобиля» и схема движения автомобилей по территории. Тер-

ритория предприятия оборудована водостоками и водоотводами. Подъездные пути, проезды транспортных средств и проходы людей на территории покрыты асфальтом.

Отопление всех объектов производится централизованно. Освещенность в производственных помещениях соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Производственные помещения оснащены приточно-вытяжной вентиляцией. Параметры микроклимата соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.005-88. В производственных помещениях регулярно производится влажная уборка, чистка пола от следов масла, грязи и воды. Производственные участки, на которых происходит выделение вредных веществ, избытки тепла, располагаются в отдельных помещениях. Требования к шумовому и вибрационному режиму регулируются ГОСТ 12.1.003-83.

Посты мойки автомобилей огорожены стенами с пароизоляцией и водоустойчивым покрытием. Площадки для мойки имеют уклон 3° в сторону приемных колодцев, расположение которых исключает попадание сточных вод на территорию предприятия.

Смотровые канавы оборудованы направляющими предохранительными ребрами. Стены канав облицованы керамической плиткой светлого цвета, на полу установлены прочные деревянные решетки.

Предприятие имеет комплекс санитарно-бытовых помещений, который включает: гардеробные, умывальные, душевые, комнату для приема пищи и отдыха, помещение личной гигиены женщин и уборные. Так же имеется прачечная для стирки спецодежды.

Все объекты предприятия оборудованы необходимым количеством первичных средств пожаротушения. В производственных помещениях имеется противопожарная сигнализация согласно Правилам пожарной безопасности ППБ-01-03. Ежегодно приказом директор устанавливает порядок и программу проведения противопожарного инструктажа, который проводится во время вводного инструктажа со всеми вновь принимаемыми на работу. В отдельных помещениях с пожа-

роопасным производством, складах хранения легковоспламеняющихся веществ, кроме противопожарного инструктажа проводятся занятия по пожарно-техническому минимуму. Ежегодно приказом по предприятию в каждом помещении назначаются ответственные за противопожарное состояние объекта. На предприятии создана добровольная пожарная дружина из числа работников предприятия.

Рабочих на работу доставляет вахтовый автобус предприятия.

Для снижения травматизма и предотвращения его необходимо выполнить следующие мероприятия:

- 1) внедрить систему материального стимулирования работников за безопасный труд;
- 2) организовать работы по реконструкции отопительных и вентиляционных систем во всех производственных помещениях;
- 3) обеспечить требуемое естественное и искусственное освещение на всех рабочих местах;
- 4) создать укрытия от солнечных лучей и атмосферных осадков при работе на открытом воздухе.

В разделе 4 выпускной квалифицированной работы устройство для подачи порошкового материала в установку для плазменного напыления.

Безопасная работа при газовой наплавке возможна только при правильном обращении с оборудованием, аппаратурой и материалами.

Баллоны служат для перевозки и хранения кислорода и горючего газа.

Во время работы баллоны укрепляют в вертикальном положении хомутом или цепью на расстоянии не ближе 5 м от источников с открытым пламенем и не ближе 1 м от приборов центрального отопления.

Нельзя расходовать весь газ из баллона. Остаточное давление кислорода в баллоне должно быть не менее 0,5 атм., а ацетилена – не менее 0,5...2 атм. при температуре 15...20°C.

Рукава. Баллоны или генераторы соединяют с горелками или резаками гибкими резиновыми рукавами оплеточной конструкции по ГОСТ9356-60. Для подачи ацетилена и горючего газа с избыточным давлением не более 6 атм. используют рукава типа I, для подачи жидкого топлива с избыточным давлением не более 6 атм. - бензостойкие рукава типа II, для подачи кислорода с избыточным давлением не более 15 атм. - рукава типа III.

Горелки. Зажигать пламя горелки необходимо в строгой последовательности: сначала немного открывают кислородный вентиль, затем несколько больше - ацетиленовый и смесь тотчас же поджигают. Затем регулируют пламя. Чтобы погасить пламя, сначала закрывают ацетиленовый вентиль, а затем кислородный. Обратный удар может произойти: при несоответствии номера мундштука мощности пламени, вследствие закупорки мундштука, сильного нагрева горелки, неплотной посадки инжектора и мундштука. Обратный удар ведет к срыву, разрыву или воспламенению рукавов и редукторов.

Газосварщики должны работать в рукавицах и спецодежде, защищающей их от попадания на кожу брызг металла и шлака.

Для защиты глаз сварщики обязаны работать в очках с защитными стеклами по ГОСТ 9497-60.

Для предохранения от ожогов каплями металла или шлака сварщик должен иметь спецодежду из трудновоспламеняющегося материала, рукавицы, берет и плотно зашнурованную обувь. Ожоги также могут быть получены при неосторожном сбивании шлака. При сбивании шлака глаза сварщика должны быть защищены очками с простыми стеклами.

Применяемые при сварке защитные газы аргон, гелий, азот и углекислый газ хранят в баллонах под избыточным давлением 150 атм., поэтому обращение с баллонами при их транспортировке, хранении и эксплуатации должно соответствовать правилам Госгортехнадзора.

5.2 Мероприятия по охране окружающей среды

Природоохранная деятельность промышленных предприятий организуется и осуществляется в соответствии с действующим законодательством. Ответственность за соблюдение установленных правил и требований несет руководитель предприятия. Основным документом является экологический паспорт, утвержденный и зарегистрированный подразделением Госкомприроды, включающий расчеты предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу, предельно допустимых сбросов (ПДС) в водоемы, объемы образующихся отходов. Экологический паспорт составляется в соответствии с ГОСТ 17.0.0.04-90. Расчет ПДВ выполняется в соответствии с «Рекомендациями по оформлению и содержанию проектов ПДВ в атмосферу для предприятий» и согласовывается с местными органами Госкомсанэпиднадзора. Расчет ПДС выполняется в соответствии с «Методикой расчета ПДС в водные объекты со сточными водами», и согласовывается с местными органами Госкомсанэпиднадзора. Расчет объемов образующихся на предприятии отходов выполняется в соответствии с «Методикой оценки объемов образования отходов производства и потребления».

Все производственные помещения оборудованы вытяжной вентиляцией, отработанный воздух на участках с вредным производством проходит фильтрацию. Так, например, на участках, где процесс работы связан с выделением пыли установлены пылеосадочные камеры и пылевые фильтры. Так же для снижения загрязнения воздуха вокруг территории, вдоль забора, посажены деревья. Вдоль асфальтовых дорожек устроены газоны, посажены кустарники и деревья.

Сточные воды от различных производств, мытья полов в помещениях, содержащие горючие жидкости и взвешенные вещества, перед спуском в канализацию проходят очистку в местной очистительной установке, которая расположена на территории предприятия в отдельном здании. Сточные воды, прежде чем попасть в общую канализацию проходят первичную и дополнительную очистку. При первичной очистке (механической) песок, шлак, органические соединения, находящиеся во взвешенном состоянии, осаждаются из сточной воды в отстойни-

ке. При дополнительной (химической) очистке загрязнения выделяются путем химической реакции между отдельными загрязняющими веществами и реагентами. В результате реакций загрязнения выпадают в осадок.

Негодные детали и брак собираются на специально отведенной площадке (склад утиля) и в последствии сдаются на металлолом. При этом черные металлы собираются отдельно от цветных.

Для утилизации бытовых и производственных отходов устанавливаются специальные контейнеры, содержимое которых, по мере заполнения, периодически вывозятся с территории предприятия в специально отведенные места хранения отходов.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование устройства для подачи металлического порошка.

Затраты на изготовление и модернизацию устройства для подачи металлического порошка определяют по формуле:

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

где $C_{\text{к}}$ – 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 устройства для подачи металлического порошка, руб.;

$C_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление устройства для подачи металлического порошка, руб.;

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

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью устройства для подачи металлического порошка ($K_{\text{нац}}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей устройства для подачи металлического порошка определяют по формуле:

$$C_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{к.д}}, \quad (6.2)$$

где $Q_{\text{п}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей устройства для подачи металлического порошка, кг.;

$\text{Ц}_{\text{к.д}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_{\text{к}} = 26 \times 80 = 2080 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей устройства для подачи металлического порошка определяют по формуле:

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

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

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

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей устройства для подачи металлического порошка определяют по формуле:

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

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

C_d – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату определяют по формуле:

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

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

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

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

$$C_{\text{пр}} = 110 \times 21 \times 1,03 = 2379 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{доп}} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \times 2379}{100} = 238 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \times (2379 + 238)}{100} = 115 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 2379 + 238 + 115 = 2732 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_m = \Pi \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

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

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{2,5}{0,7} = 3,5 \text{ кг.}$$

$$C_m = 25 \times 3,5 = 87,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 2732 + 87,5 = 2820 \text{ руб.}$$

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке устройства для подачи металлического порошка определяют по формуле:

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

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

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке устройства для подачи металлического порошка определяют по формуле:

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

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку устройства для подачи металлического порошка, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 28 \times 110 \times 1,03 = 3172 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \times 3172}{100} = 317 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \times (3172 + 317)}{100} = 153 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 3172 + 317 + 153 = 3642 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление устройства для подачи металлического порошка определяют по формуле:

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

где $C_{\text{пр}}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении устройства для подачи металлического порошка, руб.;

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{2779 \times 69,5}{100} = 1931 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 2080 + 2820 + 19000 \times 1,5 + 3642 + 1931 = 38973 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей устройства для подачи металлического порошка.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса устройства для подачи металлического порошка	кг	40	45
2	Балансовая стоимость	руб.	35600	38973
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка дозатора для наплавки под слоем флюса	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	0,8	0,5

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

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

на стационарных работах периодического действия:

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

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

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

$$W_{q0} = \frac{60 \times 0,9}{50} = 1,1 \text{ шт/час.}$$

$$W_{q1} = \frac{60 \times 0,9}{30} = 1,8 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

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

где G – масса устройства для подачи металлического порошка, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка дозатора для наплавки под слоем флюса, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы дозатора для наплавки под слоем флюса, лет.

$$M_{e0} = \frac{40}{1,1 \times 300 \times 5} = 0,020 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{45}{1,8 \times 300 \times 5} = 0,016 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

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

где C_6 – балансовая стоимость дозатора для наплавки под слоем флюса, руб.

$$F_{e0} = \frac{35600}{1,1 \times 300} = 108 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{38973}{1,8 \cdot 300} = 72 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{1,1} = 0,9 \text{ чел. ч/шт.}$$

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

Энергоемкость процесса находят из выражения:

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

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{1,5}{1,1} = 1,36 \text{ кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,5}{1,8} = 0,83 \text{ кВт/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

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

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{зп}0} = 110 \times 0,9 = 99 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 110 \times 0,55 = 60,5 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

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

$$C_{\text{э}1} = 2,88 \times 1,36 = 3,9 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{э}2} = 2,88 \times 0,83 = 2,4 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

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

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{35600 \times 8}{100 \times 1,1 \times 300} = 8,6 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{38973 \times 8}{100 \times 1,8 \times 300} = 5,8 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{35600 \times 13}{100 \times 1,1 \times 300} = 14 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{38973 \times 13}{100 \times 1,8 \times 300} = 9,4 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 99 + 8,6 + 14 + 3,9 = 125,5 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 60,5 + 5,8 + 9,4 + 2,4 = 78,1 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

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

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

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

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив0}} = 125,5 + 0,15 \times 108 = 141,7 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив1}} = 78,1 + 0,15 \times 72 = 88,9 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (125,5 - 78,1) \times 1,8 \times 300 = 25596 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (141,7 - 88,9) \times 1,8 \times 300 = 28512 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

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

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированной дозатора для наплавки под слоем флюса, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{38973}{25596} = 1,5 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

$$E_{\text{эф}} = \frac{25596}{38973} = 0,6.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности дозатора для наплавки под слоем флюса.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	1,1	1,8
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	108	72
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	1,36	0,83
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,020	0,016
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	0,9	0,55
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	125,5	78,1
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	141,7	88,9
8	Годовая экономия, руб.	-	25596
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	28512
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,5
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,6

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Разработанная технология восстановления вала молотильного барабана комбайна дон-1500 снизить себестоимость ремонта. Этому способствует также разработанная конструкция устройства для подачи металлического порошка при напылении. Все технологические и конструктивные решения обоснованы инженерными расчетами.

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

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