

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин

и комплексов

Профиль: «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра: «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект участка по восстановлению изношенных деталей с разработкой устройства подачи электрода для плазматрона

Шифр ВКР 23.03.03. 047.19 УПЭ.00.000.ПЗ

Студент группы 351

подпись

Шаяхметов Л.И.
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание

подпись

Ахметзянов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ____ от _____ 2019)

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

подпись

Адигамов Н. Р.
Ф.И.О.

Казань – 2019 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Шаяхметова Ленера Ильгизаровича на тему Проект участка по восстановлению изношенных деталей с разработкой устройства подачи электрода для плазматрона.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на ___ листах машинописного текста и графической части на ___ листах формата А1.

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

В первом разделе дан анализ существующих конструкций плазматронов.

Во втором разделе разработан проект участка по восстановлению изношенных деталей, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности проекта.

В третьем разделе разработана устройство подачи электрода для плазматрона, произведен технико-экономическая оценка конструкции.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

For the final qualifying work of Shayakhmetov Lenar Ilgizarovich on the project site for the restoration of worn parts with the development of the electrode supply device for the plasmatron.

The final qualifying work consists of an explanatory note on ___ _ sheets of typewritten text and graphic part on ___ sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, six sections, conclusion and includes ___ figures and ___ tables. The list of references contains _ names.

The first section analyzes the existing designs of plasma torches.

In the second section, a project site for the restoration of worn parts, developed measures for the safety of the project.

In the third section, an electrode supply device for the plasma torch was developed, a technical and economic assessment of the design was made.

At the end are the General conclusions on the final work.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПЛАЗМОТРОНОВ.....	
1.2 Обоснование необходимости разработки конструкции.....	
2 ПРОЕКТ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ	
2.1 Обоснование внедрения плазменной наплавки	
2.2 Расчет программы восстановления	
2.3 Обоснование производственной программы участка восстановления плазменной наплавкой.....	
2.4 Расчет потребности штата участка.....	
2.5 Расчет производственных площадей	
2.6 Общая компоновка участка.....	
2.7 Безопасность и экологичность проекта	
2.7.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....	
2.7.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....	
2.7.3 Мероприятия по защите населения и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях.....	
2.8 Физическая культура на производстве	
3. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ ПЛАЗМОТРОНА.....	
3.1 Устройство и принцип действия приспособления	
3.2 Расчет конструктивных элементов плазмотрона.....	
3.2.1 Расчет пружины.....	
3.2.2 Расчет винтов крепления крышки	
3.2.3 Расчет неподвижной пластины.....	
3.3 Обеспечение условий и безопасности труда при работе с устройством	
3.4 Расчет стоимости изготовления плазмотрона с устройством подачи электрода.....	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ЛИТЕРАТУРА.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПЛАЗМОТРОНОВ

Центральным звеном плазменных установок различного назначения является плазменная горелка или плазмотрон, обеспечивающий возбуждение и стабилизацию горения плазменной струи или сжатой дуги. Плазмотроны отличаются технологическими возможностями и насыщенностью техническими решениями. Факторы, влияющие на конструктивные особенности плазмотронов, можно представить в виде разветвленной схемы (рисунок 1.1).

В общем, виде, основными элементами дуговых плазмотронов являются: электрододержатель с электродом, камера для плазмообразования, плазмообразующее сопло, формирующее сжатую дугу или плазменную струю, изолятор, разделяющий электродный узел от плазмообразующего сопла, вспомогательные системы, обеспечивающие подачу плазмообразующего, фокусирующего и защитного газов, а также охлаждающей жидкости.

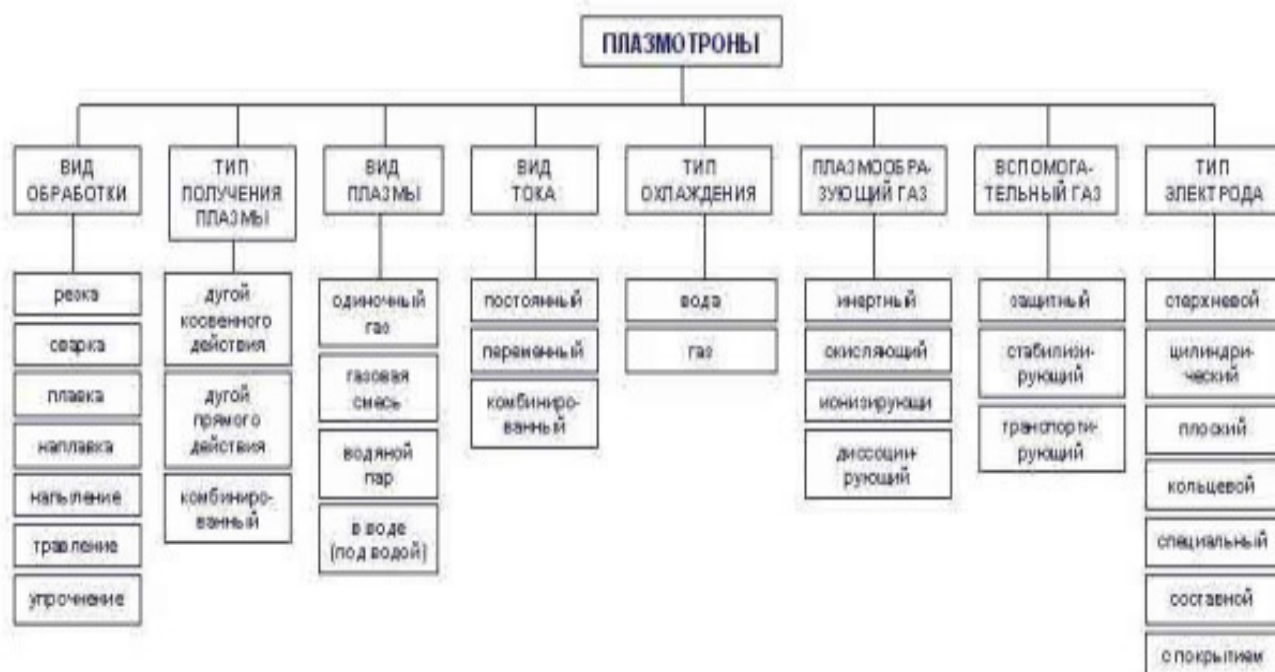


Рисунок 1.1 - Факторы, влияющие на конструкцию плазмотронов
Общими требованиями при конструировании плазмотронов являются:

- достаточная мощность и широкий диапазон регулирования сварочных параметров;
- создание оптимальных характеристик сжатой дуги и обеспечение их постоянства в процессе работы;
- обеспечение многократного, стабильного возбуждения сжатой дуги (плазменной струи);
- надежность и значительный ресурс работы отдельных элементов плазмотрона;
- простота конструкции, обслуживания и эксплуатации;
- минимальные габариты и масса, обеспечивающие возможность доступа к труднодоступным местам изделия в различных пространственных положениях;
- универсальность, легкость перенастройки;
- экономичность изготовления, минимальная материалоемкость, экономия дорогостоящих материалов;
- возможность восстановления плазмотронов при отработке ими ресурса или аварийном выходе из строя в условиях предприятий потребителей и ряд других.

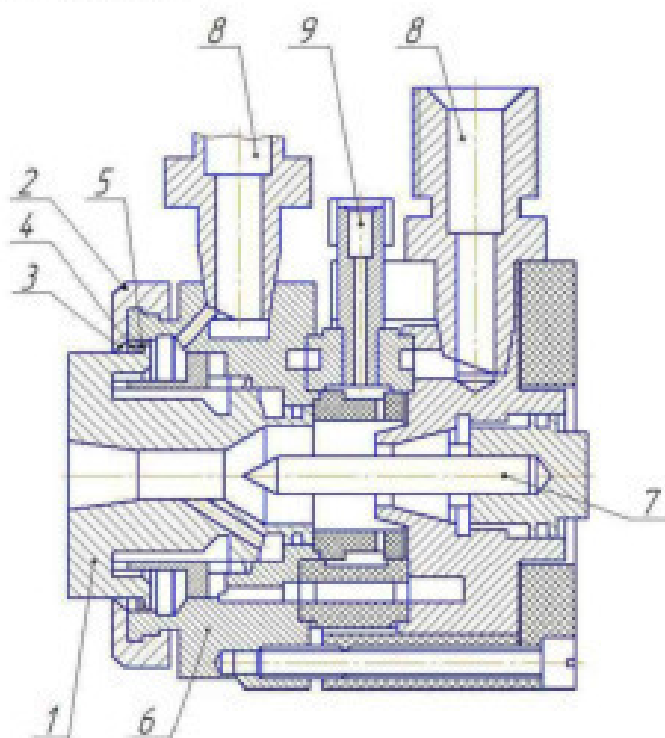
Классификация плазмотронов

В первую очередь все плазмотроны разделяются на две группы по виду дуги: прямого действия и косвенного действия.

По системе охлаждения электрода и плазмообразующего сопла плазмотроны делятся на два основных типа: с воздушным и с водяным охлаждением. Могут быть плазмотроны со смешанной системой охлаждения теплонагруженных узлов. Теплоемкость воды намного выше теплоемкости воздуха и других газов, поэтому, наиболее эффективной и распространенной является водяная система охлаждения плазмотронов, которая обеспечивает высокую мощность и высокую степень сжатия дуги.

Плазмотрон (Патент № 727369)

Изобретение относится к машиностроению, авиационной, химической, энергетической и другим областям промышленности, в частности к устройствам, которые используются для плазменной сварки, нанесения покрытий, плазменной резки и других процессов, связанных с использованием дуговой плазмы.



1- сопло-анод, 2 - накидная гайка, 3 - разрезное металлическое кольцо с конической поверхностью, 4 - шайба, 5 - уплотнение, 6 - корпус, 7 - катод, 8- штуцер для крепления токоподводов и вывода охлаждающей воды, 9 - штуцер для подвода плазмообразующего газа.

Рисунок 1.1 - Плазмотрон (Патент № 727369)

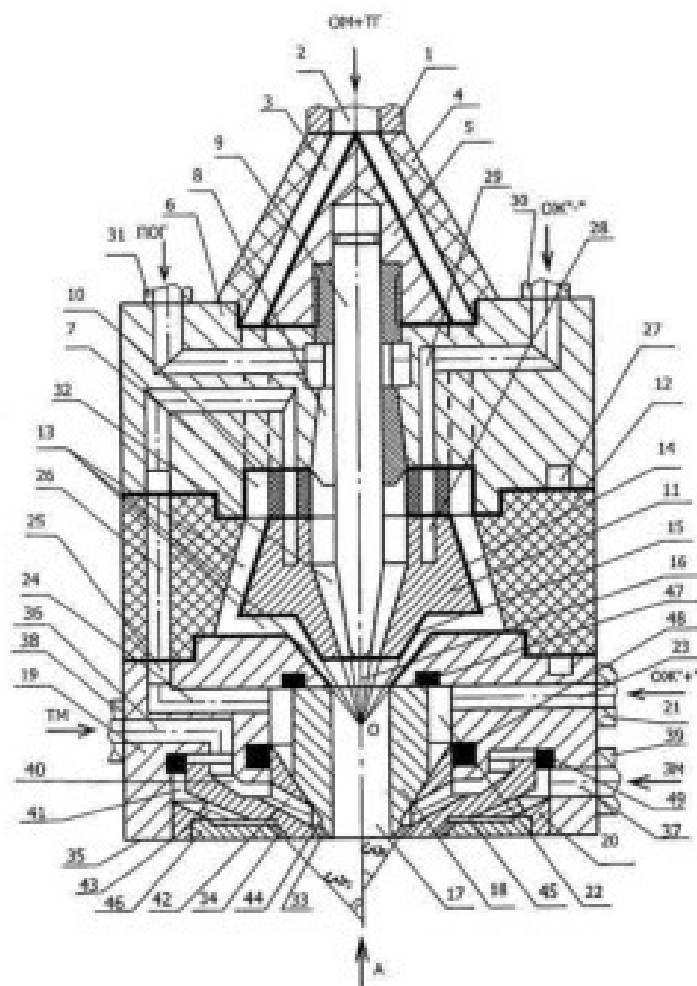
На рисунке 1.1 изображен плазмотрон, он состоит из сопла-анода 1, прикрепленного через накидную гайку 2, разрезное металлическое кольцо 3 с конической поверхностью, шайбу 4 и уплотнение 5 к корпусу 6, в котором установлен катод 7. Плазмотрон содержит также штуцеры 8 для крепления токоподводов и ввода - вывода охлаждающей воды и штуцер 9 для подвода плазмообразующего газа. Подготовка к работе плазменной горелки осуществляется следующим образом. На кольцевой выступ сопла-анода 1 последовательно подвижно устанавливаются уплотнение 5, шайба 4 и разрезное металлическое кольцо 3 с конической поверхностью, которое

своей нижней плоскостью контактирует с шайбой, а внутренней поверхностью обжимает сопло-анод. Сопло-анод с установленными на нем подвижными элементами вставляется в корпус 6 горелки. Фиксация сопла-анода в корпусе горелки с одновременной герметизацией системы охлаждения осуществляется путем поджима накидной гайкой 2 подвижных элементов 3-5. Накидная гайка своей конусной поверхностью давит на коническую поверхность разрезного металлического кольца, обеспечивая плотный контакт между соплом-анодом и внутренней поверхностью разрезного металлического кольца, которое в свою очередь оказывает давление на шайбу и поджимает уплотнение. Такое выполнение плазменной горелки позволяет исключить возможность образования зазора в месте электрического контакта, увеличить срок службы плазменных горелок и обеспечить высокую надежность их работы за счет улучшения электрического контакта между корпусом горелки и соплом-анодом.

Технология изготовления горелки упрощается за счет снижения требований к классу точности изготовления размеров кольцевого выступа сопла-анода и разрезного металлического кольца с конической поверхностью.

Электродуговой плазмотрон Саунина (Патент № 2276840)

Изобретение относится к области обработки материалов, в частности для нанесения покрытий, получения массивных деталей и заготовок, обработки дисперсных материалов и аэрозолей, плазмохимического синтеза, и может найти применение в металлургии, плазмохимии, машиностроительной промышленности.



1 - патрубок ввода обрабатываемого материала (ОМ), 2 - цилиндрическая полость, 3 - коническая полость, 4 - образованный диффузор, 5 - обтекатель, 6 - катодный узел, 7 - коаксиальная полость, 8 - цанги, 9 - катод, 10 - переходник, 11 - электронейтральная вставка, 12 - изолятор, 13 - транспортирующая полость, 14, 15 - два обратных усеченных конуса, 16 - прикатодная область, 17 - цилиндрический канал, 18 - сопло-анод, 19 - анодный узел, 20 - прижимная гайка, 21 - патрубок ввода охлаждающей жидкости (ОЖ), 22 - полость охлаждения сопла-анода, 23, 24 - отверстия соединяющие, 25 - промежуточная кольцевая полость, 26 - отверстие в изоляторе связывающая систему охлаждения анодного и катодного узлов, 27 - переходная полость, 28, 29 - полости охлаждающие катод и электронейтральную вставку, 30 - патрубок вывода ОЖ, одновременно является клеммой подвода минуса "-" источника питания плазматрона к катоду, 31 - патрубок ввода плазмообразующего газа (ПОГ), 32 - коническая полость.

Рисунок 1.2 - Электродуговой плазматрон Саунина (Патент № 2276840)

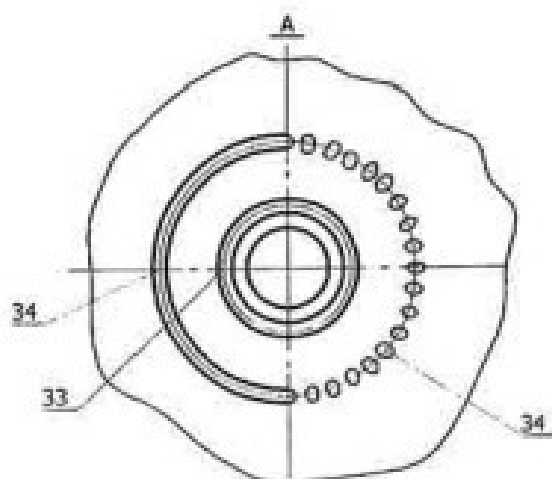


Рисунок 1.3 - Вид на торцевую поверхность анодного узла.

Электродуговой плазмотрон содержит соосно и последовательно установленные катодный узел с катодом, анодный узел с соплом-анодом, изолятор, установленный между катодным и анодным узлами, систему охлаждения катодного и анодного узлов с патрубками ввода и вывода охлаждающей жидкости, систему подачи плазмообразующего газа и систему ввода обрабатываемого материала, обеспечивающих фокусирование плазмообразующего газа и обрабатываемого материала в прикатодной области, переходящей в цилиндрическую полость сопла-анода.

В данной конструкции плазмотрона улучшен КПД и ресурс работы. Однако обрабатываемым материалом может быть только жидкость, а на выходе полезным продуктом - перегретый пар. Данный плазмотрон не может быть использован для обработки порошковых материалов, а также не имеет возможности подачи в плазменную струю технологического и защитного газов.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей плазмотрона за счет создания условий, обеспечивающих равномерный ввод в плазменную струю технологического и защитного материалов в виде жидкости, аэрозоля, суспензии, газа, порошка и их комбинаций.

Поставленная задача достигается тем, что в электродуговом плазмотроне, содержащем соосно и последовательно установленные охлаждаемые катодный узел с катодом, изолятор, анодный узел с соплом-

анодом, систему подачи плазмообразующего газа и систему подачи обрабатываемого материала, обеспечивающих фокусирование последних в прикатодной области, переходящей в цилиндрическую полость сопла-анода, согласно изобретению в анодном узле выполнены системы транспортирования технологического и защитного материалов, состоящие из соединенных при помощи отверстий коллекторной и буферной полостей, связанных с кольцевыми каналами, выходящими на торец анодного узла под углами ω_1 и ω_2 к продольной оси плазмотрона и определяющими характер взаимодействия технологического и защитного материалов с плазменной струей.

На рисунке 1.2 представлен плазмотрон в разрезе.

На рисунке 1.3 показан вид на торцевую поверхность анодного узла (вид снизу), причем условно справа от осевой линии изображен кольцевой канал подачи защитного материала в виде радиально расположенных отверстий.

В анодном узле выполнены системы транспортирования технологического и защитного материалов, выходящие кольцевыми каналами 33 и 34 на его торцевую поверхность 35. Кольцевой канал 33 расположен под углом ω_1 к продольной оси плазмотрона, а кольцевой канал 34 - под углом ω_2 .

Таким образом, в объеме действия плазменной струи организуется взаимодействие различных материалов, поэтому данный плазмотрон можно использовать для синтеза веществ в виде массивного материала, покрытия, порошка, жидкости, газа и их комбинации. В этом случае исключается необходимость применения дополнительных технологических приспособлений, создающих среду, температурный режим нагрева и компактирования обрабатываемого материала. Кроме того, заявляемым плазмотроном можно наносить покрытия на поверхность деталей сложной геометрической формы.

Пароводяной плазмотрон (Патент № 2041039)

Использование: в технологических операциях, плазменной резке, сварке, наплавке. Сущность изобретения: пароводяной плазматрон содержит корпус, установленный в нем электрододержатель с закрепленными в нем электродом, сопло, камеру формирования дуги, систему охлаждения в виде каналов и патрубков в корпусе с патрубком для подачи воды с регулирующим устройством и устройство парообразования, выполненное в виде парогенератора. Парогенератор включает закрепленный на нерабочем торце плазмотрона стакан с трубкой, имеющей ребра на наружной поверхности и установленной в стакане с зазором относительно него, и нагревательный элемент, закрепленный на стакане, снабженный источником питания и регулятором напряжения. Полость трубки соединена с камерой формирования дуги и полостью стакана, а полость стакана соединена с системой охлаждения. На камере формирования дуги установлен датчик температуры, связанный с регулятором напряжения. Конструкция пароводяного плазмотрона позволяет снизить потери энергии на охлаждение теплонагруженных узлов плазмотрона и плазмообразование рабочего тела, что обеспечивает увеличение мощности плазменной дуги, стабильность работы плазмотрона и возможность регулирования мощности плазмотрона в процессе его работы.

Изобретение относится к машиностроению, в частности к плазменной технике, и может быть использовано в различных технологических операциях: плазменной резке, сварке, наплавке и т.д.

Данная конструкция плазмотрона не обеспечивает стабильной работы плазмотрона, так как не исключает попадание капель воды в камеру формирования дуги и не дает возможности регулирования мощностью плазмотрона в процессе его работы, требующейся по технологии (изменение толщины листа, скорости резания и т.д.) потому, что количество плазмообразующего газа и интенсивность охлаждения теплонагруженных деталей зависят от конструкции плазмотрона и имеют ограниченный диапазон варьирования при небольшом уровне мощности плазмотрона.

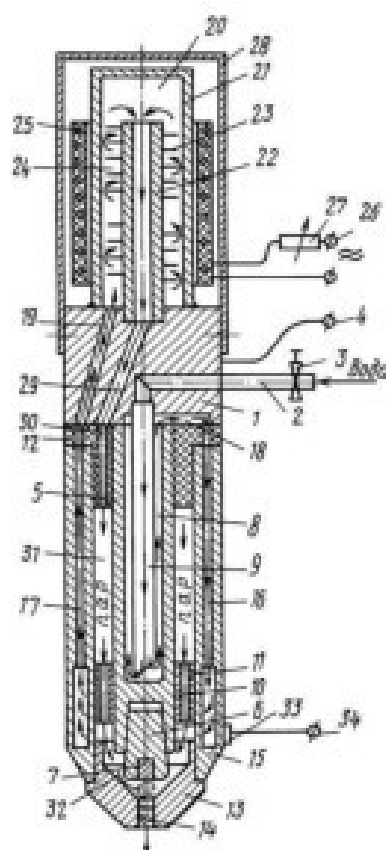
Кроме того, необходимость подачи пара от внешнего источника влечет за собой наличие сложной системы парообразования, с паропроводами, отвечающими условиям надежности работы и безопасности персонала и тем самым усложняет и удорожает конструкцию плазмотрона и его эксплуатацию.

В основу изобретения положена задача увеличения мощности плазменной дуги и стабильности работы плазмотрона за счет снижения потерь на охлаждение теплонагруженных узлов плазмотрона и плазмообразование рабочего тела с обеспечением регулирования мощности плазменной дуги в процессе работы плазмотрона.

Таким образом новый технический результат увеличение мощности плазмотрона и стабильности дуги за счет снижения потерь энергии на плазмообразование, достигается за счет выполнения устройства парообразования в виде парогенератора, укрепления его на нерабочем торце плазмотрона, последовательного соединения его с системой охлаждения при наличии в цепи его питания регулятора напряжения и датчика температуры на камере формирования дуги. Все это обеспечивает оптимальные условия охлаждения плазмотрона и возможность регулирования мощности в процессе работы плазмотрона.

На рисунке 1.4 представлен пароводяной плазмотрон.

Пароводяной плазмотрон включает корпус, патрубок подачи дистиллированной воды в плазмотрон с встроенным в него игольчатым клапаном, регулирующим подачу воды в плазмотрон и токоподвод, соединенный посредством полого электрододержателя, укрепленного на корпусе с медным электродом, вставленным в электрододержатель. В медный электрод 6 запрессован термохимический катод в виде гафниевой вставки. Внутри полого электрододержателя установлена с зазором трубка подачи воды для охлаждения электрода. Снаружи электрододержателя укреплены завихритель плазмообразующего газа и изолирующие втулки, центрирующие медное сопло с плазмформирующим каналом и рубашку охлаждения относительно электрода.



1 - корпус, 2 - патрубок подачи дистиллированной воды в плазмотрон, 3 - игольчатый клапан, 4 - токоподвод 5 - электрододержатель, 6 - медный электрод, 7 - термохимический катод в виде гафниевой вставки, 8, 9 трубка подачи воды для охлаждения электрода, 10 - завихритель плазмообразующего газа, 11, 12 - изолирующие втулки, 13 - центрирующие медное сопло, 14 - плазмоформирующий канал, 15 - рубашка охлаждения, 16 - каналы подвода воды, 17 - каналы отвода воды, 18 - распределительный канал, 19 канал системы охлаждения плазмотрона соединяющий с парогенератором, 20 - парогенератор, 21 - стакан, 22 - полая трубка, 23-ребра охлаждения, 24 - зазор, 25 - нагревательный элемент в виде спирали из нихрома, 26 - цепь электропитания, 27 - регулятор напряжения, 28 - кожух, 29, 30 - каналы, 31 - полость между рубашкой и электрододержателем, 32 - камера формирования дуги, 33 - датчик температуры, 34 - система управления.

Рисунок 1.4 - Пароводяной плазмотрон (Патент № 2041039)

Плазмoформирующий канал выполнен в виде центрального сквозного отверстия с конической входной частью. В рубашке охлаждения сопло выполнены каналы подвода и отвода воды, входящие в систему охлаждения плазмoтрона. Имеющаяся в пароводяном плазмoтроне система охлаждения теплонагруженных узлов включает в себя установленные по ходу движения и последовательно соединенные игольчатый клапан, регулирующий подачу воды в плазмoтрон, патрубок подачи воды в плазмoтрон трубку подачи воды в электрододержатель, зазор между трубкой и электрододержателем, распределительный канал в корпусе, канал подвода воды к рубашке охлаждения, рубашку охлаждения, канал отвода воды от рубашки охлаждения и канал в корпусе, с помощью которого система охлаждения плазмoтрона соединяется с парогенератором, выполненным в виде стакана, закрепленного на нерабочем торце плазмoтрона. Внутри стакана установлена полая трубка с ребрами на внешней ее поверхности, закрепленная на нерабочем торце корпуса плазмoтрона с зазором относительно стакана. На стакане закреплен нагревательный элемент, выполненный в виде спирали из нихрома диаметром 0,2 мм, в цепи электропитания которой установлен регулятор напряжения.

Снаружи нагревательный элемент закрыт кожухом. Внутренняя полость трубки с помощью каналов и полости между рубашкой и электрододержателем соединена с завихрителем и камерой формирования дуги, образованной в зазоре между электродом и соплом.

На внешней стороне рубашки на уровне камеры формирования дуги установлен датчик температуры, выполненный в виде хромелькопелевой термопары, соединенной с сетью электропитания нагревательного элемента системой управления.

Пароводяной плазмoтрон работает следующим образом. По цепи электропитания нагревательного элемента подается электрический ток и за счет тепла, выделившегося на спирали, плазмoтрон нагревается до температуры 120-180 °С, фиксируемой датчиком температуры. По достижении этой температуры по патрубку начинают постоянно подавать

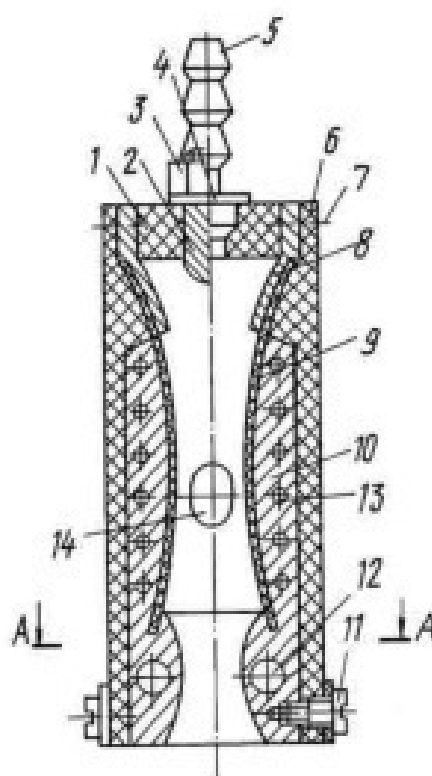
дистиллированную воду комнатной температуры в электрододержатель, проходя по которому вода нагревается и закипает. Кипящая вода поступает через канал в рубашку охлаждения сопла, а затем по каналам в парогенератор, где на ребрах докипают остатки неиспарившейся воды. Образовавшийся водяной пар на них же и осушается под действием нагрева спирали при прохождении зазора. Далее через внутреннюю полость парогенератора осушенный пар поступает по каналам в полость на завихритель. Проходя через завихритель, пар завихряется и подается в камеру формирования дуги в качестве плазмообразующего тела.

По токоподводу к электроду 6 подается импульс высокого напряжения, который пробивает промежуток в камере между электродом и соплом. Дуга зажигается. Далее по токоподводу к электроду поступает постоянный ток величиной 100-400А и напряжением порядка 200В. При взаимодействии с дугой водород и кислород осушенного пара ионизируются, образуя стабильно горящую плазму температурой свыше 10 000 °С градусов. В теле разрезаемого металла ионы водорода и кислорода рекомбинируют с выделением тепла, идущего на расплавление металла. В дальнейшем атомы водорода и кислорода соединяются в молекулу воды, выделяющаяся при этом энергия идет также на расплавление разрезаемого металла, а так как количество атомов кислорода и водорода строго соответствует стехиометрическому соотношению молекулы воды, то разрезаемый металл не окисляется, капельки расплавленного металла удаляются из зоны резки в компактном виде, т.е. водяной пар является для них защитной средой.

Процесс резки является экологически чистым, выделяющиеся в процессе резки пары воды безвредны.

**Плазматрон для лазерно-плазменного нанесения покрытия
(Патент № 2171314)**

Изобретение относится к устройствам нанесения покрытий плазменным напылением и может быть использовано для нанесения упрочняющего покрытия на металлические и металлосодержащие поверхности. Технический результат - увеличение ресурса работы плазматрона, повышение производительности процесса обработки. Сущность изобретения заключается в том, что корпус устройства выполнен П-образным, закрываемым двумя боковыми крышками, на которых расположены вспомогательные аноды с диэлектрическими подложками и вспомогательными катодами, при этом вспомогательные аноды образуют сопло с отверстием прямоугольного поперечного сечения. А в качестве анода предложена конструкция, состоящая из двух симметрично расположенных относительно плоскости перемещения плоского плазменного сгустка плазменных электродов, образованных скользящим электрическим разрядом, возникающим между заземленным анодом и вспомогательным катодом и распространяющимся на поверхности диэлектрической подложки, которая во избежание перегрева охлаждается водяным теплообменником, а нагрев порошковой массы лазерным излучением производится в плоскости касания ее с подложкой.



1 - корпус, 2 - основной катод, 3 - гайка, 4 - шайба, 5 - штуцер для подачи плазмообразующего газа, 6 - крышка, 7 - винт, 8 - вспомогательные катоды, 9 - диэлектрические подложки, 10 - аноды, 11 - водоохлаждаемые аноды, 12 - винт, 13 - каналы, 14 - отверстие.

Рисунок 1.5 - Плазматрон для лазерно-плазменного нанесения покрытия (Патент № 2171314)

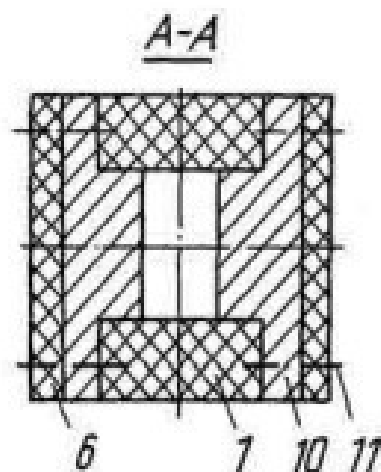


Рисунок 1.6 - Сечение А-А

Корпус плазматрона, имеющий цилиндрическую форму, состоит из трех частей. Нижняя часть связана с соплом плазматрона и является анодным узлом, верхняя часть - стержневой катодный узел. В его центральной части расположен катод. Сопловой и стержневой электродные узлы связаны между собой электроизоляционной проставкой. Охлаждение осуществляется дистиллированной водой, прокачиваемый через канал, расположенный в корпусе. Для герметизации канала охлаждения предусмотрены прокладки и стяжные винты. Дуга возбуждается и горит между стержневым электродом и соплом. Плазменная струя, вытекающая из сопла, является источником нагрева, и служит для распыления и ускорения частиц.

Для лазерно-плазменного нанесения покрытий данное устройство не применимо, поскольку имеет следующие недостатки

- незначительный ресурс положительного электрода (анода), связанный с его разрушением из-за действия электрической дуги;
- круглое сечение плазменного факела, что приводит к большим потерям энергии лазерного излучения при прохождении через плазменный ступок;

- круглая форма пятна нагрева от плазмотрона, что приводит к необходимости перекрытия зон обработки, достигающего $2/3$ ширины зоны, из-за чего значительно снижается производительность процесса нанесения покрытия.

В основу изобретения поставлены следующие задачи:

- увеличить ресурс работы плазмотрона;
- получить прямоугольную форму сечения плазменной факелы, обеспечивающую минимальное расстояние, проходимое лазерным излучением в плазме;
- повысить производительность процесса нанесения покрытия за счет использования прямоугольной формы пятна нагрева от плазменного факела.

Данная задача решается тем, что в устройстве, состоящем из корпуса, основного катода, сопла, штуцеров для подвода плазмообразующего газа, согласно изобретению корпус выполнен П-образным, закрываемым двумя боковыми крышками, на которых расположены вспомогательные аноды с диэлектрическими подложками и вспомогательными катодами, при этом вспомогательные аноды образуют сопло с отверстием прямоугольного поперечного сечения.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на рисунке 1.5 представлено устройство в разрезе, на рисунке 1.6 - сечение А-А.

Плазмотрон состоит из корпуса, имеющего П-образную форму, и выполненного из термостойкого изолирующего материала, в верхней части которого расположен основной катод, зафиксированный гайкой и шайбой, которые служат, кроме того, токопроводами для подачи напряжения на основной катод, а также два штуцера для подачи плазмообразующего газа. Боковые поверхности плазматрона образованы изолирующими крышками, которые зафиксированы на корпусе винтами, прижимая при этом вспомогательные катоды и диэлектрические подложки. Между крышками и подложками расположены водоохлаждаемые аноды, образующие выходное отверстие прямоугольного сечения, которые после установки закрепляются винтами, служащими также для крепления токоведущих шин (кабелей). Для

охлаждения анодов водой предусмотрены каналы. Для ввода порошкообразного напыляемого материала в корпусе плазматрона выполнено отверстие.

Работа предлагаемого устройства осуществляется следующим образом. Поток плазмообразующего газа через штуцеры и отверстия подается в разрядную камеру плазматрона, образованную корпусом, вспомогательными катодами 8, диэлектрическими подложками и анодами. После подачи напряжения на вспомогательные катоды и аноды на поверхности подложек возникает скользящий электрический разряд, который появляется после подачи напряжения на основной катод. В зону горения основного разряда через отверстия подается напыляемый порошкообразный материал, который разогревается, распыляется и ускоряется плазменной струей и выносится из плазматрона через выходное отверстие, образованное анодами.

Такое устройство позволяет получить форму пятна нагрева близкую к прямоугольной и в 1,5-2 раза увеличить ширину зоны обработки, увеличить ресурс плазматрона в связи с меньшим износом положительного электрода (анода) и обеспечить минимальное расстояние прохождения лазерного излучения (на чертеже не показано) через плазменный сгусток. Это приводит к экономии энергетических ресурсов, росту производительности и срока службы плазматрона при нанесении покрытия.

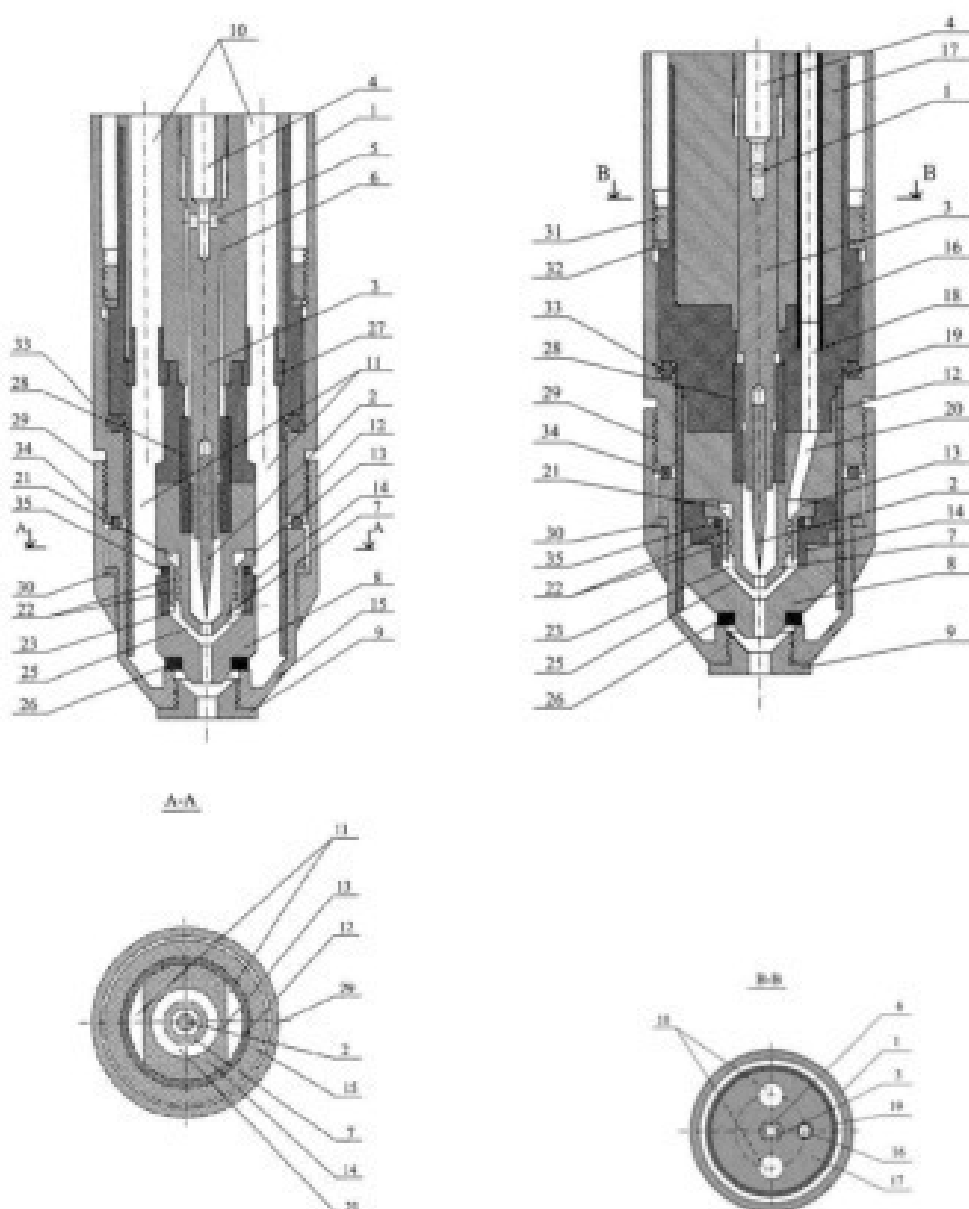
Плазмотрон (Патент № 2225084)

Изобретение относится к технологии плазменной обработки материалов и изделий, в частности к электродуговым плазматронам, предназначенным для напыления порошковых материалов, включая тугоплавкие материалы, на поверхности изделий с целью получения покрытий различного функционального назначения.

Данное конструктивное выполнение плазматрона позволяет частично стабилизировать электрическую дугу и генерируемый поток, что обеспечивает в целом повышение качества покрытия и увеличение ресурса устройства. Однако известное техническое решение не исключает налипания

порошка на горячем конце катода и абразивный износ катода за счет ненаправленного движения частиц порошка в прикатодной области дугового разряда. Кроме того, не решена задача по эффективному захвату частиц порошка столбом дугового разряда.

Данное конструктивное выполнение системы подачи напыляемого порошка в разрядный промежуток направлено на обеспечение требуемого качества наносимого покрытия и надежности работы плазматрона.



1 - корпус, 2 - острый катод, 3 - катодержатель, 4 - цилиндрический осевой канал для подачи плазмообразующего газа, 5 - радиальные каналы, 6 - подводящие каналы, 7, 8 электроизолированные секции, 9 - анодный узел, 10 - трубопроводы, 11 - полости для протока охлаждающей жидкости, 12 - изолирующая втулка, 13 - уплотняющая втулка, 14 - изолирующая втулка, 15 - корпус, 16 - трубопровод подвода транспортирующего газа с порошком, 17

- внутренний канал втулки катодного узла, 18 - канал в диэлектрической втулке, 19 - диэлектрическая втулка, 20 - канал выполненный в первой секции, 21 - кольцевой канал, 22 - канал обеспечивающий тангенциальную подачу потока транспортирующего газа, 23 - кольцевая промежуточная камера, 24 - винтовые канавки, 25 - конусообразный канал, 26 - уплотняющая диэлектрическая вставка, 27 - уплотняющая втулка обеспечивающая герметизацию стыка каналов, 28 - втулка для электроизоляции первой секции, 29 - гайка для соединения анодного узла, 30 - фиксирующая шайба, 31 - гайка, 32 - фиксирующая шайба, 33, 34, 35- уплотняющие кольца.

Рисунок 1.7 - Плазматрон (Патент № 2225084)

Плазматрон содержит корпус, в котором установлен острый катод, запрессованный в катодержателе. Катод, являющийся частью катодного узла, выполняется из тугоплавкого металла с высокой эмиссионной способностью. В рассматриваемом варианте исполнения катод выполнен из вольфрама. Катодержатель изготавливается из электро- и теплопроводящего материала, например меди, бронзы или латуни.

Катод подключается к отрицательному полюсу источника электропитания (на чертеже не показан). Внутри катодержателя выполнен цилиндрический осевой канал для подачи плазмообразующего газа. С одной стороны канал подключен к системе подачи плазмообразующего газа (на чертеже не показана), а с другой - через радиальные каналы с подводящими каналами, образованными между стенками цилиндрического канала, в котором установлен катодержатель, и параллельными лысками, выполненными на внешней поверхности катодержателя. Система каналов, 5 и образует узел подвода плазмообразующего газа.

В состав плазматрона входит также межэлектродная вставка, состоящая из двух электроизолированных друг от друга секций, и анодный узел. Стенки осевых отверстий, выполненных в секциях межэлектродной вставки и в анодном узле, образуют плазмообразующий канал.

Катодержатель фиксирует острый катод вдоль оси симметрии плазмообразующего канала, обеспечивая тем самым осесимметричность дугового разряда. Кроме того, катодержатель устанавливается в полости корпуса с минимальными зазорами с контактирующими деталями катодного

узла для обеспечения теплового контакта с трубопроводами узла подвода охлаждающей жидкости.

Трубопроводы сообщены с двумя полостями для протока охлаждающей жидкости. С другой стороны трубопроводы подключены к системе прокачки охлаждающей среды (на чертеже не показана). Полости образованы между изолирующей втулкой и лысками, выполненными на внешних поверхностях первой секции межэлектродной вставки, уплотняющей втулки, изолирующей втулки и второй секции межэлектродной вставки. Уплотняющая втулка выполняется из электро- и теплопроводящего материала, например из меди, латуни или бронзы. Далее тракт подвода охлаждающей жидкости сообщен с кольцевой полостью, выполненной в корпусе анодного узла.

Узел подачи потока транспортирующего газа с порошком содержит трубопровод подвода транспортирующего газа с порошком, который сообщен с системой подготовки и подачи рабочей смеси (на чертеже не показана). Трубопровод выполняется из диэлектрического материала и проходит через внутренний канал втулки катодного узла. Далее трубопровод соединен с каналом, образованным в диэлектрической втулке. Канал сообщен через канал, выполненный в первой секции межэлектродной вставки, с кольцевым каналом. Далее поток транспортирующего газа с порошком подводится к каналам, обеспечивающим тангенциальную подачу потока транспортирующего газа с порошком в кольцевую промежуточную камеру. Три канала, равномерно расположенные по окружности, образованы винтовыми канавками, которые выполнены на внешней поверхности первой секции межэлектродной вставки.

Выходы канавок сообщены с кольцевой промежуточной камерой, которая переходит в конусообразный канал, образованный между секциями и межэлектродной вставки. Углы между осью симметрии плазмообразующего канала и образующими конусообразный канал коническими поверхностями секций составляют 45° . Ширина канала вдоль направления потока может изменяться от 2 до 1 мм.

Площадь проходного сечения канала превышает в раз суммарную площадь проходных сечений каналов, образованных винтовыми канавками. Выбор данного соотношения размеров определяется условием: площадь проходного сечения конусообразного канала превышает не менее чем в 2,5 раза суммарную площадь проходных сечений каналов, образованных винтовыми канавками.

Далее тракт подачи потока транспортирующего газа с порошком соединен с плазмообразующим каналом плазматрона. Выходная часть конусообразного канала, ограниченная противолежащими кромками секций межэлектродной вставки, удалена от острейного катода вдоль оси симметрии плазмообразующего канала на расстояние в диапазоне от $l_1=d_1$ до $l_2=1,2d_1$, где $d_1=2$ мм - диаметр проходного сечения первой секции 7 межэлектродной вставки. Данный диапазон размеров выбран в соответствии с установленным условием: выходная часть конусообразного канала должна быть удалена от острейного катода вдоль оси симметрии плазмообразующего канала на расстояние не более чем на $3d$, но не менее чем на $0,5d$, где d - диаметр проходного сечения ближайшей к катоду секции межэлектродной вставки.

Кроме перечисленных выше узлов, агрегатов и деталей, в состав плазматрона входят следующие уплотнительные, изолирующие и соединительные элементы.

Уплотняющая диэлектрическая вставка установлена между секцией 8 межэлектродной вставки и корпусом анодного узла и служит для герметизации тракта подвода охлаждающей жидкости и электроизоляции анодного узла. Уплотняющая втулка обеспечивает герметизацию стыка каналов подачи охлаждающей жидкости.

Изолирующая втулка служит для электроизоляции первой секции межэлектродной вставки и катододержателя. Накидная гайка обеспечивает вместе с фиксирующей шайбой соединение анодного узла с корпусом плазматрона. С помощью внутренней кольцевой гайки и фиксирующей шайбы осуществляется крепление катодного узла в полости корпуса.

Уплотняющие кольца обеспечивают герметизацию стыков между анодным узлом, катодным узлом, изолирующей втулкой и корпусом. Тракт охлаждающей жидкости в каналах герметизируется с помощью уплотняющего кольца, установленного между уплотняющей втулкой и изолирующей втулкой.

Промышленная применимость.

Изобретение может использоваться в различных областях техники, где требуется высококачественное нанесение порошковых металлических материалов с толщиной покрытия от 0,1 мм до нескольких миллиметров. В частности, изобретение может использоваться для следующих технологических процессов:

- ремонта литейных (пор, раковин, трещин и т.п.) и эксплуатационных (забоин, трещин и т.п.) дефектов на деталях из высоколегированных сталей и жаропрочных сплавов;
- ремонта и восстановления пресс-форм, штамповой оснастки, литейных форм и другого технологического оборудования;
- восстановления изношенных деталей машин и механизмов, включая узлы, агрегаты и детали газотурбинных авиационных двигателей, газо- и нефтеперекачивающих станций;
- нанесения износостойких, коррозионностойких, защитных и декоративных покрытий, в том числе из бронзы, титана, никеля, алюминия и других металлов, толщиной от 0,5 мм и пористостью покрытия в пределах от 1 до 3%;
- нанесения высокотемпературных припоев в процессе производства теплообменников и агрегатов тепловых машин;
- нанесение покрытий на заготовки стоматологических изделий.

1.2 Обоснование необходимости разработки конструкции

Процесс плазменной наплавки является одним из самых сложных и энергоёмких. Следовательно, к нему предъявляются дополнительные требования. Обеспечение качественного наплавленного слоя, который

отвечает всем требованиям эксплуатации, это и твёрдость, прочность сцепления, износостойкость, коррозионная стойкость и т.д. Большая производительность, которая более актуальна для предприятий, у которых большую долю запасных частей занимают восстановленные.

Процесс плазменной наплавки полностью автоматизирован, вращение и подача восстанавливаемой детали проходит полностью автоматически, оператору необходимо лишь подобрать необходимые режимы для обеспечения качества процесса. Но возникает вопрос с контролем качества, ведь электрод постепенно изнашивается под действием высокой температуры, происходит колебание температуры из-за непостоянства длины дуги, вследствие чего возникает вопрос о контроле качества работы плазмотрона. В тоже время одновременно требуется, наряду с контролируемыми параметрами, обеспечить легкость монтажа, обслуживания и экономичность.

Недостатком этих плазмотронов является необходимость точной подачи охлаждающей воды или подачи из вне водяного пара с точно заданными теплофизическими параметрами в случае недостаточной мощности парообразования пленочного испарителя (при изменении мощности плазменной дуги) с тем, чтобы обеспечить гарантированное охлаждение теплонагруженных деталей плазмотрона и одновременно исключить попадание воды в виде капелек жидкости в камеру формирования дуги, чтобы обеспечить стабильную работу плазмотрона.

Таким образом, заявляемая конструкция решает основную задачу - расширение функциональных возможностей.

2 ПРОЕКТ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для улучшения технико-экономических показателей предприятия необходимо уменьшать себестоимость оказываемых услуг. Одной из некоторых составляющих себестоимости на данном предприятии является ремонт.

Для проведения капитального ремонта машины необходимо иметь соответствующую базу, в состав которой входят: ремонтный персонал, база снабжения запасными частями, станки для изготовления новых, а также восстановления старых деталей.

Для снижения себестоимости ремонт мы предлагаем внедрить на предприятии участок восстановления плазменной наплавкой. Так как объектом является проект участка, следовательно, необходимо также предусмотреть и вспомогательное оборудование: шкафчики, шкафы, верстаки и т.д.

2.1 Обоснование внедрения плазменной наплавки

Известно, что около 90 % деталей современных тракторов и автомобилей становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации при износе до 0,3 мм. Поэтому на сегодняшний день особое внимание уделяется разработке способов восстановления, позволяющих получить толщину наращиваемого слоя менее 1 мм. Основными методами сегодня является автоматическая наплавка в среде углекислого газа, вибродуговая наплавка, индукционная наплавка, а так же электроконтактная приварка порошковых материалов. Одним из методов восстановления позволяющих получить толщину наращиваемого слоя менее 1 мм является плазменная наплавка. Использование плазмы позволяет получать покрытия с разнообразными свойствами (твердые, фрикционные, антифрикционные и др.), за счет изменения состава порошка. Плазменная наплавка также является одним из самых высокопроизводительных способов восстановления.

Плазменной наплавкой можно восстанавливать как детали вращения, так и плоские поверхности.

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

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

2.2 Расчет программы восстановления

Ремонтируемыми объектами в рассматриваемой мастерской являются грузовые и легковые автомобили, автобусы и спецтехника. Исходя из этого, номенклатуру деталей подлежащих восстановлению рассматриваем из техники используемой на предприятии. Так же предполагается выполнение восстановительных работ под заказ.

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

$$N_i = N \times n \times K_e, \quad (2.1)$$

где N – количество ремонтируемых объектов, шт;

n – количество одинаковых деталей на данном объекте, шт;

K_e – коэффициент восстановления.

Коэффициент восстановления показывает, какая часть деталей данного наименования требует восстановления:

$$K_{\text{в}} = \frac{P_{\text{вос}}}{P_{\text{о}}}, \quad (2.2)$$

где $P_{\text{вос}}$ – количество деталей, требующих восстановления, шт;

$P_{\text{о}}$ – общее количество деталей данного наименования, прошедших дефектацию, шт.

В нашем случае значение этого коэффициента позволяет более точно планировать потребность предприятия в запасных частях и определить объем работ участка восстановления деталей. Значения коэффициентов приняты из [7].

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

$$S = \pi \times d \times l \times n, \quad (2.3)$$

где d – диаметр восстанавливаемой поверхности, мм;

l – длина восстанавливаемой поверхности, мм;

n – количество восстанавливаемых поверхностей.

Перечень деталей техники подлежащих восстановлению и данные расчетов сведём в приложение.

2.3 Обоснование производственной программы участка восстановления плазменной наплавкой

Общая площадь восстановления всех деталей составляет $\Sigma S = 14625478,9 \text{ мм}^2$. Учитывая, что на предприятиях нет подобной установки, следовательно, не исключены и заказы со стороны. Примем долю сторонних заказов равной двухкратному объёму наплавочных работ предприятия.

Средняя производительность восстановления плазменной наплавкой составляет от 0,3 до 3,0 кг/ч. Так как размеры деталей подлежащих восстановлению плазменной наплавкой не большие, и квалификация работников невысокая примем производительность наплавки равной 0,6 кг/ч.

При средней толщине наплавки равной 2 мм, производительность по площади равна 25641 мм²/ч.

Определим годовой фонд времени работы. Годовой фонд времени работы одной установки при односменной работе и пятидневной рабочей неделе определяется по формуле /8/:

$$\Phi_{HO} = (d_K - d_B - d_P) \cdot t_{CM} - d_{ПП}, \quad (2.4)$$

где d_K – число календарных дней;

d_B – число выходных дней;

d_P – число праздничных дней;

t_{CM} – продолжительность смены, ч;

$d_{ПП}$ – число предпраздничных дней.

$$\Phi_{HO} = (365 - 105 - 20) \times 8 - 5 = 1915 \text{ ч.}$$

Определим количество станков необходимых для выполнения производственной программы:

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

где P – производительность восстановления плазменной наплавкой.

$$N_{CT} = \frac{14625478,9 \times 3}{25641,00 \times 1915} = 0,89 \text{ шт.}$$

Итак, для бесперебойной работы цеха требуется один станок.

В соответствии с проведенными расчетами на участке восстановления, принимаем установку плазменной наплавки марки УД-209 для восстановления наружных цилиндрических поверхностей.

Планировка участка восстановления приведена на 2 листе графического материала (ВКР 23.03.03. 047.19 УПЭ 00.000 ПМ)

Очень важную роль при восстановлении играет выбор режимов приварки. При правильной разработке технологии процесса восстановления ресурс восстановленной детали должен быть не менее 80% ресурса новой.

2.4 Расчет потребности штата участка

Количество производственных рабочих определяют по формуле:

$$P = \frac{T_{\text{Напл.}}}{\Phi_{\text{Д.Р.}}}, \quad (2.6)$$

где $T_{\text{Напл.}}$ - трудоёмкость наплавочных работ, чел.-час;

$\Phi_{\text{Д.Р.}}$ - действительный фонд времени рабочего-станочника, час.

($\Phi_{\text{Д.Р.}} = \Phi_{\text{НО}}$).

Трудоёмкость наплавочных работ определим по формуле:

$$T_{\text{Напл.}} = \frac{\sum S}{P}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{Напл.}} = \frac{14625478,9 \times 3}{25641,0} = 1711,18 \text{ чел.-час.}$$

Тогда количество производственных рабочих будет равно:

$$P = \frac{1711,18}{1915} = 0,89 \text{ чел.}$$

Принимаем одного рабочего - наплавщика.

2.5 Расчет производственных площадей

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

$$F_{\text{уч.}} = F_{\text{О.}} \times \sigma, \quad (2.8)$$

где $F_{\text{О.}}$ - площадь, занимаемая оборудованием, м^2 (таблица 2.2);

σ - коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы,

$\sigma = 4,50 \dots 5,00$.

Таблица 2.1 - Ведомость оборудования наплавочного участка

№ поз.	Наименование оборудования	Габаритные размеры, мм	Количес тво, шт	Площадь, м ²	
				Ед. оборуд.	всего
1	Установка плазменной наплавки	2720×1220	1	3,32	3,32
2	Источник питания	800×610	1	0,48	0,48
3	Шкаф для баллонов	800×1200	1	0,96	0,96
4	Стол дефектовочный	1700×900	1	1,53	1,53
5	Стеллаж для инструмента	2900×770	1	2,23	2,23
6	Стеллаж для деталей	2350×1500	1	3,5	3,5
7	Кран укосина с электроталью	750×750	1	0,56	0,56
	Итого:	-	7	-	12,58

Таким образом:

$$F_{уч} = 12,58 \times (4,5 \dots 5,0) = 56,61 \dots 62,90 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь участка равной 60 м².

2.6 Общая компоновка участка

Участок восстановления плазменной наплавкой расположим в здании мастерской. С южной части необходимо прорубить дверной проём для ввоза и вывоза восстанавливаемых деталей. Участок восстановления необходимо отгородить от основного здания двумя слоями профнастила, со слоем минеральной ваты между ними для лучшей шумо- и дымоизоляции.

Оборудование в цехе располагаем по схеме технологического процесса с учетом необходимых проездов и проходов. Станки располагаем согласно требуемым нормам расстояний между оборудованием и элементами здания: от стены до тыльной стороны станка и до боковой стороны расстояние составляет не менее 600 мм. Расстояние между станками при их поперечном расположении составляет не менее 1600мм. Рабочая зона должна быть не менее 1000 мм и оборудована деревянными подножными решетками.

Установленная на участке кран-укосина с электроталью должна обеспечивать перемещение деталей от тележки до стеллажа для деталей к столу дефектации и установке плазменной наплавки.

2.7 Безопасность и экологичность проекта

2.7.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

В рядовых хозяйствах ответственность за организацию работ по охране труда на предприятии возлагается на генерального директора. Приказом генерального директора назначаются ответственные за состояние и организацию работ по охране, в структурных подразделениях (их руководители). Имеется штатная должность специалиста по охране труда, который координирует деятельность структурных подразделений по вопросам охраны труда и организует контроль за работой по созданию здоровых и безопасных условий труда.

На предприятии режим труда и отдыха работников соблюдается в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации. Установлена нормальная продолжительность рабочего времени 40 часов в неделю. Имеется список производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда (участок восстановления изношенных деталей, участок ремонта ТНВД и др.), работа на которых даёт право на сокращённую продолжительность рабочего времени – 36 часов в неделю. Продолжительность ежегодных отпусков работников составляет 28 календарных дней. Летний сезон является наиболее напряжённым периодом года, при этом продолжительность рабочей смены увеличивается до 10 часов, либо работа производится в две смены.

Обучение работников охране труда на предприятии организуется в соответствии с Положением о профессиональной подготовке в области охраны труда в Республике Татарстан. Проводятся все виды инструктажей: вводный, первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Проведение инструктажей фиксируется в двух журналах: журнале регистрации вводного инструктажа и журнале регистрации инструктажа на

рабочем месте. Вводный инструктаж проводится со всеми поступающими на работу независимо от их стажа работы, образования, должности, а также с командированными, учащимися и студентами, прибывшими на практику. Его проводит специалист по охране труда. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводят непосредственные руководители работ. Повторный инструктаж проводят не реже, чем через 6 месяцев. Целевой инструктаж проводят с работниками, в основном перед началом работ, на которые требуется наряд-допуск. На предприятии имеется кабинет по охране труда, в производственных подразделениях оборудованы уголки по технике безопасности.

Производственные помещения предприятия расположены с соблюдением санитарно-защитных зон и противопожарных разрывов. На случай аварий или отключения электрической энергии имеется резервная линия электропередач, а также аварийное освещение в помещениях. На участках, где выделяются вредные вещества (пыль, аммиак, бензин, продукты горения), предусмотрена местная вентиляция. Освещенность производственных помещений соответствует требованиям СН и П 23-05-95.

На предприятии выдаются спецодежда и спецобувь на один летний сезон и на два зимних сезона. Работникам, занятым на участках, где выделяются вредные вещества производится выдача молока.

На предприятии проводятся предварительный и периодический медицинские осмотры работников в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и медицинской промышленности РФ № 90 от 14 марта 1996 года.

Пожарно-сторожевая охрана отсутствует, организована добровольная пожарная дружина. Для обеспечения пожарной безопасности имеются 30 огнетушителей ОХВП-10М, 10 огнетушителей ОВП-10, установлено шесть пожарных щитов.

Несмотря на мероприятия, проводимые по охране труда, имеют место случаи производственного травматизма работников.

Для снижения показателей травматизма нами предлагаются следующие мероприятия:

- внедрить систему материального стимулирования работников за безопасный труд;
- двери снабдить устройствами для самозакрывания, данное мероприятие осуществляется, чтобы избежать сквозняков и резкого охлаждения помещения.

При планировании участка учитывались требования СН и П 11 –92-76, которые устанавливают нормируемое расстояние между оборудованием, ширину проходов:

- ширина прохода в помещении между стеллажами, полками, шкапами должна быть не менее 1 метра;
- расстояние между стеной и станком необходимо устанавливать не менее 0,8 м, а при расположении между ними рабочего - не менее 1,2 м.

2.7.2 Мероприятия по охране окружающей среды

В результате хозяйственной деятельности человека происходит множество негативных процессов, приводящих к загрязнению окружающей среды, истощению природных ресурсов и их разрушению.

Основными источниками загрязнения окружающей среды на предприятии являются:

- выхлопные газы автотранспортных двигателей;
- вещества, выбрасываемые при сварочных, наплавочных и кузнечных работах (пыль, угарный газ);
- сточные воды, используемые при мойке машин, деталей и узлов;
- отработавшие газы котельной установки;
- промышленные отходы;
- горюче-смазочные материалы, сливаемые из систем тракторов и автомобилей.

Для улучшения экологической обстановки в ремонтной мастерской необходимо провести следующие мероприятия:

- дополнительно озеленить территорию, оборудовать газоны, в результате чего, за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет частично компенсировать вред, нанесенный выхлопными газами;
- для очистки сточных вод установить емкости-отстойники, осадок удалять при помощи погрузчиков и автомашин, очищать сточные воды при помощи специальных растворов-нейтрализаторов;
- совершенствовать систему пыле-газоудаления, установленную над наплавочными и сварочными станками.
- отработанные горюче-смазочные материалы нужно собирать в специальные баки, после чего отправить на переработку, предварительно заключив договора с нефтеперерабатывающими организациями;
- производственные отходы собирать в специальные металлические контейнеры и отправлять в отсортированном виде в пункты приема вторичного сырья.

2.7.3 Мероприятия по защите населения и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях

Газопроводы и нефтепроводы через территорию предприятия не проходят. Но не исключается возможность возникновения ураганных ветров и массовых пожаров в наиболее жаркие периоды года, которые могут привести к чрезвычайным последствиям. Вероятность пожаров и взрывов увеличивается еще и тем, что на предприятии имеется склад нефтепродуктов.

Для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций необходимо разработать план мобилизации служб предприятия, в котором указывают способ оповещения, место сбора, действия соответствующих служб и прочее.

Для тушения пожаров организована добровольная пожарная дружина из числа работников предприятия. Члены добровольной пожарной дружины распределяются по отрядам: тушения, водоснабжения, защиты и охраны.

Отряд тушения обеспечивает спасение людей, эвакуацию имущества, а при необходимости из соседнего здания.

Отряд водоснабжения обеспечивает бесперебойную подвозку воды к пожарным насосам, если они не установлены на водоемах, и обслуживают ручные пожарные насосы. Источником водоснабжения является водонапорная башня.

Отряд защиты выполняет работу по защите от загорания объектов (зданий, сооружений, складов и др.), расположенных вблизи места пожара. Этот отряд в случае необходимости разбирает непрочные конструкции соседних зданий и строений для того, чтобы создать между ними разрыв.

Отряд охраны помогает отряду тушения пожара при эвакуации имущества в безопасные места и обеспечивает их охрану.

Для оказания первой медицинской помощи в случае чрезвычайных ситуаций предлагается создать санитарную дружину, членов которой обучить приемам оказания доврачебной помощи.

Для эвакуации работающих на предприятии людей можно использовать автомобильный транспорт самого предприятия.

На случай ураганных ветров, которые могут вызвать перерывы электроснабжения необходимо создать ремонтные бригады для проведения аварийно-спасательных работ.

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций, население можно оповестить по местному радио или посредством телефонной связи.

Для предупреждения разрушительного действия чрезвычайных ситуаций, рекомендуется улучшить состояние имеющихся дорог и проездов.

2.8 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков,

необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

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

3 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ ПЛАЗМОТРОНА

3.1 Устройство и принцип действия приспособления

Плазмотрон с устройством подачи электрода (см. лист ВКР 23.03.03. 047.19 УПЭ 05.000 СБ графической части проекта) состоит из П-образного основания 9, с отверстиями для охлаждения и подачи плазмообразующего газа, которое с двух сторон закрыто крышками 7, которые также имеют отверстия для охлаждения. Каждая крышка 7 прикреплена к основанию четырьмя винтами 21. Подвод плазмообразующего газа и охлаждающей жидкости осуществляется через штуцеры 1. К корпусу 9 при помощи направляющей втулки 6 неподвижно соединена пластина 11. К пластине 11 прикреплены четыре направляющих 13, на которые при помощи винтов 19 жёстко крепится устройство подачи электрода. Устройство подачи электрода состоит из корпуса 2 в верхней части которого установлен винт 20 с контргайкой 22. Между направляющими 13, с возможностью осевого перемещения, установлена упорная шайба 3, на которой через уплотнительное кольцо 12 жёстко закреплена державка 4 со вставленным в неё электродом 16. Упорная шайба с одной стороны поджата пружиной 15, с другой стороны прижата изолятором 5, который препятствует прохождению электрического тока от державки на корпус. Между направляющей втулкой 6 и основанием 9 имеется асбестовая набивка 24 для предотвращения выхода плазмообразующего газа через зазор.

Плазмотрон с устройством подачи электрода работает следующим образом.

Наплавляемая деталь устанавливается при помощи патрона и центра. Устанавливается необходимое расстояние между наплавляемой поверхностью детали и электродом 16, и зажигается дуга. После продолжительной работы

электрод 16 изнашивается и как следствие его длина уменьшается. При этом увеличивается и длина дуги из-за чего изменяются прочностные характеристики наплавленного слоя. Для исключения этих изменений электрод 16 подаётся винтом 20 в полость основания плазмотрона 9 тем самым, приводя расстояние между электродом 16 и наплавляемой поверхностью к первоначальному значению.

3.2 Расчет конструктивных элементов плазмотрона

3.2.1 Расчет пружины

Для рассчитываемой пружины подберём диаметр проволоки и определим жесткость, необходимую для удержания подвижной части, устройства автоматического регулирования длины дуги плазмотрона (рисунок 3.1).

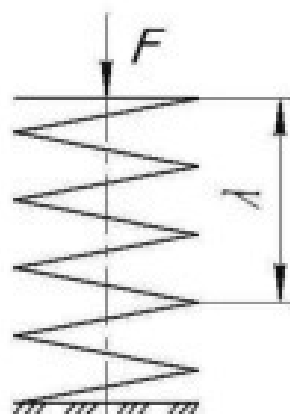


Рисунок 3.1 Схема расчёта пружины

При подборе жёсткости пружины воспользуемся законом Гука:

$$F = k \times x, \quad (3.1)$$

где k - жёсткость пружины, Н/м;

x - предварительная деформация, м.

Выражая жёсткость пружины, получим:

$$k = \frac{F}{x}. \quad (3.2)$$

Определим силу, которая действует на пружину:

$$F = m \times g, \quad (3.3)$$

где m - масса подвижной части, устройства подачи электрода, кг;

g - ускорение свободного падения, ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$) м/с^2 .

Для определения массы подвижной части, устройства подачи электрода, воспользуемся системой трёхмерного моделирования Компас 3d. Масса подвижной части составила 0,043 кг.

Зная массу, можем определить усилие, действующее на пружину:

$$F = 0,043 \times 9,81 = 0,42 \text{ Н}.$$

Определим жёсткость пружины (предварительная деформация в состоянии поставки составляет 0,002 м):

$$k = \frac{0,43}{0,002} = 210,00 \text{ Н / м}.$$

Для определения диаметра проволоки воспользуемся формулой определения осевого перемещения для пружины сжатия (страница 188 /1/).

$$\lambda = \frac{8 \times F \times D^3 \times n}{G \times d^4}, \quad (3.4)$$

где F - сила, которая действует на пружину при перемещении λ , Н;

D - диаметр пружины, мм ($D = 13 \text{ мм}$, по конструкции);

n - количество рабочих витков пружины (принимаяем $n = 6$);

G - допускаемое напряжение для материала пружины, МПа

($G = 0,3 \times 10^5 \text{ МПа}$;

d - диаметр проволоки, мм.

Выражая диаметр проволоки, получим:

$$d = \sqrt[4]{\frac{8 \times F \times D^3 \times n}{\lambda \times G}}. \quad (3.5)$$

В данном случае усилие, которое будет действовать на пружину, будет равно:

$$F = 210,00 \times (0,002 + 0,011) = 2,73 \text{ Н}.$$

Подставляя значения, получим:

$$d = \sqrt[4]{\frac{8 \times 2,73 \times 13^3 \times 6}{11 \times 0,3 \times 10^5}} = 0,966 \text{ мм},$$

принимаем диаметр проволоки равным 1 мм.

3.2.2 Расчет винтов крепления крышки

Проведём проверочный расчёт винтов, которые крепят крышки плазмотрона к его корпусу (рисунок 3.9).

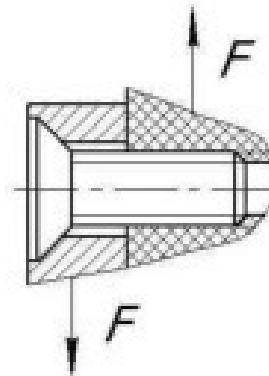


Рисунок 3.2 Схема расчёта винта крепления крышки

Воспользуемся формулой расчёта болтов на прочность:

$$\sigma = \frac{1,3 \times F_{\text{зам.}} \times 4}{\pi \times d_1^3}, \quad (3.6)$$

где $F_{\text{зам.}}$ - усилие от затяжки болта, Н;

d_1 - внутренний диаметр резьбы, мм (для резьбы М4).

Усилие от затяжки болта определим по формуле:

$$F_{\text{зам.}} = \frac{K \times F}{i \times f}, \quad (3.7)$$

где K - коэффициент запаса (при статической нагрузке $K=1,30 \dots 1,50$, принимаем $K=1,40$;

F - внешняя нагрузка, Н;

i - число плоскостей стыка;

f - коэффициент трения в стыке ($f=0,15 \dots 0,20$, для сухих стальных и чугунных поверхностей, принимаем $f=0,17$).

Вес крышки составляет 0,025 кг, тогда по формуле 3.3 нагрузка будет равна:

$$F = 0,025 \times 9,81 = 0,25 \text{ Н.}$$

Данная нагрузка приходится на четыре винта, а на один винт приходится нагрузка равная $F = 0,063 \text{ Н.}$

Определим усилие от затяжки болта:

$$F_{\text{зат.}} = \frac{1,40 \times 0,063}{1 \times 0,17} = 0,52 \text{ Н.}$$

Тогда напряжение возникающее в стержне болта будет равно:

$$\sigma = \frac{1,3 \times 0,52 \times 4}{3,14 \times 4^3} = 0,15 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение для материала винта составляет: $[\sigma] = 340 \text{ МПа}$, с учётом коэффициента запаса $[s] = 4$ получим допускаемое напряжение для болта равное 85 МПа.

Рассчитываемый винт удовлетворяет условию прочности, следовательно, можно было бы принять винт с меньшим диаметром резьбы, но из-за опасности срыва резьбы при затяжке не рекомендуют применять резьбы меньшего диаметра.

3.2.3 Расчет неподвижной пластины

Неподвижная пластина является одновременно элементом, с которым взаимодействует электромагнит и элементом крепления плазмотрона к станине наплавочного станка (рисунок 3.3).

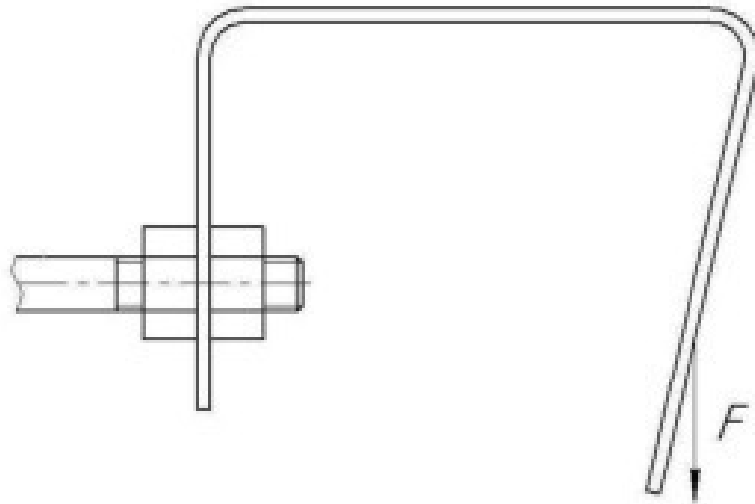


Рисунок 3.3 Схема расчёта основания плазматрона

Масса плазматрона составляет 0,175 кг, также примем массу плангов подвода газа и воды равной 1,00 кг.

Определим максимальное напряжение для основания плазматрона по формуле:

$$\sigma = \frac{M_{изг.}}{W_x}, \quad (3.8)$$

где $M_{изг.}$ - максимальный изгибающий момент, действующий на основание, Н×мм;

W_x - момент сопротивления основания, $мм^3$.

Максимальный изгибающий момент определим по формуле:

$$M_{изг.} = F \times l, \quad (3.9)$$

где l - длина горизонтального участка основания, мм ($l=83$ мм).

По формуле (3.3) нагрузка на пластину будет равна:

$$F = (0,175 + 1,00) \times 9,81 = 11,53 \text{ Н}.$$

Тогда максимальный изгибающий момент, действующий на основание, будет равен:

$$M_{изг.} = 11,53 \times 83 = 957,00 \text{ Н} \times \text{мм}.$$

Момент сопротивления определим по формуле:

$$W_x = \frac{b \times h^3}{6}, \quad (3.10)$$

где b - ширина основания, мм ($b = 15$ мм);

h - толщина пластины, мм ($h = 2$ мм).

$$W_x = \frac{15 \times 2^3}{6} = 20 \text{ мм}^3.$$

Тогда максимальное напряжение, возникающее в основании, будет равно:

$$\sigma = \frac{957,00}{20} = 47,85 \text{ МПа}.$$

Допускаемое напряжение для материала основания равно 340 МПа, коэффициент запаса прочности равен 7, что удовлетворяет требованиям.

3.3 Обеспечение условий и безопасности труда при работе с устройством

Станок для плазменной наплавки деталей должен находиться в исправном состоянии. Корпус станка заземляют. При наплавке в зоне горения дуги температура доходит до 15 000 °С, в связи с чем возникает необходимость защиты от случайного прикосновения работником к наплавляемой детали или плазмотрону. Для этого устанавливается сетчатое защитное ограждение, с размерами ячеек не более 10 мм (рисунок 3.4).

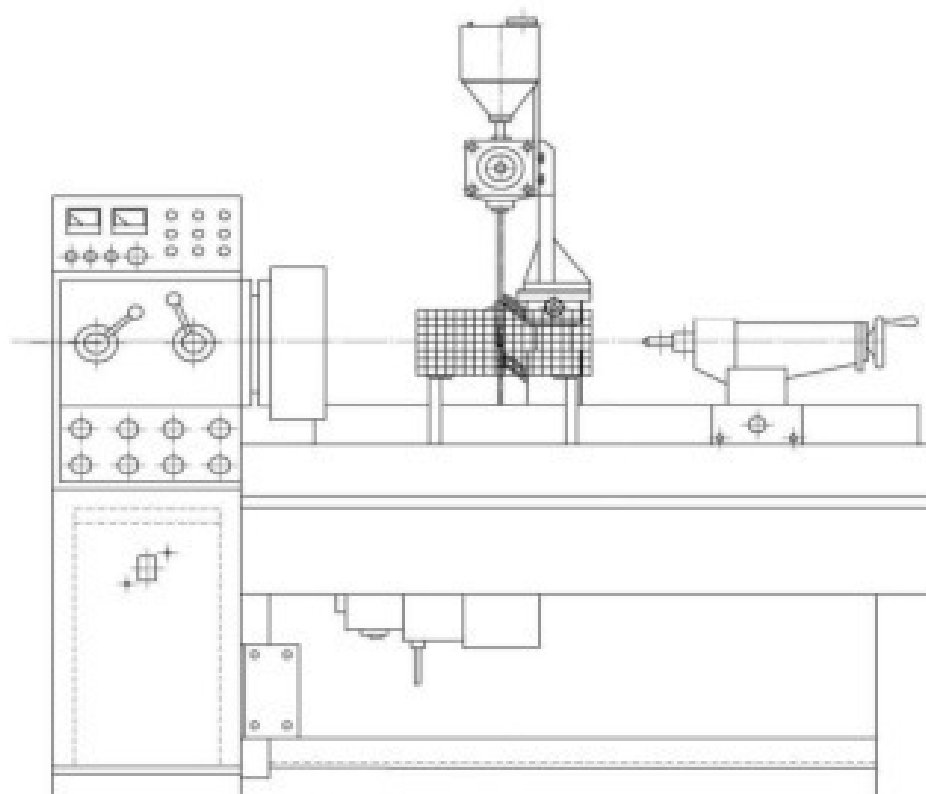


Рисунок 3.4 Наплавочный станок УД-209 с защитным ограждением

Для ионизации горячей дуги используется аргон, который подаётся в плазмотрон под давлением 0,5 МПа, для этого на баллон с газом устанавливается редуктор, отрегулированный на рабочее давление и манометр для контроля. Манометр испытывают на прочность гидравлическим давлением 0,98 МПа. Также для охлаждения корпуса плазмотрона предусмотрена система охлаждения, которая питается от водопровода, давление воды не должно превышать 0,2 МПа. С этой целью также устанавливаются редуктор, отрегулированный на рабочее давление, и манометр. Шланги подвода газа и водопроводной воды должны быть герметичны, не перегибаться и не иметь порезов. В случае повреждения шланг заменяется на аналогичный. Замена на шланг с меньшим рабочим давлением не допускается. Газопроводы, арматуру и приборы для своевременного обнаружения и устранения утечек газов и других дефектов необходимо осматривать не реже одного раза в смену.

Питание электрической дуги осуществляется от сварочного трансформатора. Изоляция проводов не должна иметь надломов, порезов и оголенных мест. Провода крепятся таким образом, чтобы исключалось их

перетирание; их соединяют горячей пайкой или с помощью муфт с изолирующей оболочкой. Присоединение проводов должно быть надёжным и осуществляться механическими зажимами.

Для работы на станках допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие: медицинский осмотр, специальное обучение, проверку знаний, первичный инструктаж и получившие удостоверение. Лица, имеющие перерыв в работе более трех лет, а с повышенной сложностью – более 12 месяцев, должны пройти обучение и проверку знаний по безопасности труда до начала самостоятельной работы.

Работающий должен пользоваться спецодеждой и средствами индивидуальной защиты (очки, респираторы, сварочные маски и т.д.). Применяемый инструмент и приспособления должны быть исправными, не изношенными и отвечать безопасным условиям труда. До начала работы проверяют наличие и исправность ограждений, заземляющих, предохранительных устройств и охлаждающей жидкости, устройств для крепления деталей.

3.4 Расчет стоимости изготовления плазмотрона с устройством подачи электрода

Затраты на изготовление приспособления можно подсчитать по формуле:

$$C_{Присп} = C_{Кд} + C_{Од} + C_{Сб.к.} + C_{Ом}, \quad (3.11)$$

где $C_{Кд}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, рам, каркасов, руб.;

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

$C_{Сб.к.}$ – полная заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{Ом}$ – общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление или модернизацию конструкции, руб.

Так как корпусные детали в изделии отсутствуют, примем их долю в затратах на изготовление приспособления равной нулю.

Затраты на изготовление оригинальных деталей определим по формуле:

$$C_{од.} = C_{пр.м.} + C_{м.}, \quad (3.12)$$

где $C_{пр.м.}$ – заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;

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

Полная заработная плата производственных рабочих определим по формуле (3.17).

Для определения основной заработной платы определим время, которое необходимо затратить на изготовление оригинальных деталей. Данные по нормам времени на изготовление оригинальных деталей сведём в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 Нормы времени на изготовление оригинальных деталей

Деталь	Количество деталей в изделии, шт.	Норма времени на изготовление одной детали, чел.-час	Общее время, чел.-час
Штуцер	4	0,33	1,32
Державка	1	0,30	0,30
Пружина	1	0,16	0,16
Втулка направляющая	1	0,59	0,59
Пластина	1	0,25	0,25
Направляющая	4	0,08	0,32
Изолятор	1	0,41	0,41
Электрод	1	0,08	0,08
Итого	-	-	3,43

Суммарная трудоёмкость на изготовление оригинальных деталей составит $t_{\Sigma} = 3,43$ чел.-час.

Разряд рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей равен IV, для данного разряда $C_{ч.} = 22,50$ руб.

Тогда основная заработная плата работников составит:

$$C_{\text{т.}} = 3,43 \times 22,50 \times 1,025 = 79,10 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата работников:

$$C_{\text{Доп.}} = 10 \times 79,10 / 100 = 7,91 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию:

$$C_{\text{Соц.}} = 0,26 \times (79,10 + 7,91) / 100 = 22,79 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата работников занятых на изготовлении оригинальных деталей составит:

$$C_{\text{Пр.м.}} = 79,10 + 7,91 + 22,79 = 109,80 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей:

$$C_{\text{м.}} = C_{\text{з.}} \times Q_{\text{з.}}, \quad (3.13)$$

где $C_{\text{з.}}$ – цена килограмма заготовок, руб.,

$Q_{\text{з.}}$ – масса заготовки, кг.

В качестве заготовок используется круглый, шестигранный и листовой прокаты:

$$C_{\text{з.}} = 28,00 \text{ руб. за 1 кг.}$$

Массы деталей, которые необходимо изготовить, сведём в таблицу 3.1.

Таблица 3.2 Массы деталей подлежащих изготовлению

Деталь	Масса одной заготовки, кг	Масса всех заготовок для данной детали, кг
Штуцер	0,010	0,040
Державка	0,008	0,008
Пружина	0,001	0,001
Втулка направляющая	0,014	0,014
Пластина неподвижная	0,050	0,050
Направляющая	0,005	0,020
Сердечник	0,015	0,030
Изолятор	0,003	0,003
Электрод	0,001	0,001
Σ	-	0,167

Тогда стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей составит:

$$C_{М.} = 28,00 \times 0,167 = 4,68 \text{ руб.}$$

Следовательно, стоимость изготовления оригинальных деталей составит

$$C_{Од.} = 109,80 + 4,68 = 114,48 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, определяется по формуле:

$$C_{Сб.к.} = C_{Сб.} + C_{Доп.} + C_{Соц.}, \quad (3.14)$$

где $C_{Сб.}$ и $C_{Доп.}$ – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке;

$C_{Соц.}$ – начисления по социальному страхованию.

Основную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, рассчитываем по формуле (6.7):

Нормативная трудоемкость сборки конструкции:

$$T_{Сб.} = K_{С.} \times t_{\Sigma}, \quad (3.15)$$

где $K_{С.}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки и равный 1,08.

При заворачивании винтов, установке шплинтов и пружин

$$t_{Сб.} = 1,00 \times 1 = 1,00 \text{ мин.};$$

при сборке посадок с натягом $t_{Сб.} = 2,30 \times 6 = 15,00 \text{ мин.};$

$$T_{Сб.} = 1,08 \times (1,00 + 15,00) = 17,28 \text{ мин.}$$

$$C_{Сб.} = 18,26 \times 17,28 = 315,53 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{Доп.} = 10 \times 315,53 / 100 = 31,55 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию:

$$C_{\text{Сом}} = 0,26 \times (315,53 + 31,55) = 90,93 \text{ руб.}$$

Тогда заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции составит:

$$C_{\text{Сб.к}} = 315,53 + 31,55 + 90,93 = 438,01 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{Ом}} = \frac{C'_{\text{Пр.}} \times R_{\text{Ом}}}{100}, \quad (3.16)$$

где $C'_{\text{Пр.}}$ – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$R_{\text{Ом}}$ – процент общепроизводственных расходов, ($R_{\text{Ом}} = 38,5\%$).

$$C'_{\text{Пр.}} = C_{\text{Пр.н}} + C_{\text{Сб.к.}} \text{ руб.} \quad (3.17)$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции составят:

$$C_{\text{Ом}} = \frac{(95,46 + 6,14) \times 38,5}{100} = 39,11 \text{ руб.}$$

По формуле (6.14) рассчитаем затраты на плазмотрон, с устройством подачи электрода:

$$C_{\text{Присп}} = 0 + 114,48 + 438,01 + 39,11 = 591,60 \text{ руб.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по организации восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин в условиях научно-производственного центра «ООО СПЦ Ресурс» кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» Казанского аграрного университета.

Разработанная технология восстановления лемехов плуга позволяет снизить себестоимость ремонта. Этому способствует также разработанная конструкция наплавочной установки. 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 восстановления рабочих органов СХМ в условиях инновационного научно-производственного центра составляет года.