

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ РЕТОРТЫ

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 608

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
« ____ » _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии сборки и сварки реторты

Идентификационный код ВКР: 608

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-504

С.А.Янин

Руководитель:
доц., канд. пед. наук, доц.

М.А.Федулова

Нормоконтролер:
канд. техн. наук, доц.

Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 73 страницах, содержит 11 рисунков, 18 таблиц, 28 источников литературы, 1 приложение.

Ключевые слова: РЕТОРТА, ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЙ ФЛЮС АН-26С, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ ПО ПРОФЕССИИ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

Янин, С.А. Разработка технологии сборки и сварки реторты: выпускная квалификационная работа / С.А.Янин; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 73 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки реторты».

2. Цель работы: разработать технологию сборки и автоматической сварки продольных и кольцевых швов реторты с применением современного высокотехнологичного оборудования.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы изучена технология проектирования металлоконструкций типа «реторты» в условиях современного промышленного предприятия, выбран и обоснован конструкционный материал, предложена технология автоматической сварки под флюсом, спроектированы установки для сварки продольных и кольцевых швов, обоснованы методы контроля сварных соединений.

4. Результаты данной работы могут быть использованы на промышленных предприятиях при осуществлении проектирования конструкций типа «реторта».

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---|-------------|-------------|---|
| | | | | | ДП 44.03.04. 608 ПЗ | | | |
| | | | | | | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | Разработка технологии сборки и сварки балки реторты | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Разраб.</i> | | Янин С.А. | | | | | | 68 |
| <i>Провер.</i> | | Федулова М.А. | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | Билалов Д.Х. | | | | | | |
| <i>Утверд.</i> | | Гузанов Б.Н. | | | | | | ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО, каф. ИММ, группа ЗСМ-504 |

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Технологическая часть | 8 |
| 1.1 Описание металлоконструкции, условия ее эксплуатации | 8 |
| 1.2. Выбор основного конструкционного материала..... | 9 |
| 1.3. Особенности свариваемости аустенитных сталей | 11 |
| 1.4. Описание базового варианта | 18 |
| 1.5 Общие сведения и сущность автоматической сварки под слоем флюса..... | 20 |
| 1.6 Материалы для автоматической сварки под флюсом | 23 |
| 1.7 Расчеты параметров режимов сварки | 26 |
| 1.8 Оборудование для автоматической сварки реторты..... | 34 |
| 1.9 Контроль качества изготовления реторты | 42 |
| 1.10 Технология сборки реторты | 45 |
| 2 Методическая часть | 54 |
| 2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов | 55 |
| 2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением | 60 |
| 2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология» | 61 |
| 2.4 Разработка плана урока по теме «Сварочные головки для автоматической сварки под флюсом» | 62 |
| Заключение | 69 |
| Список использованных источников | 70 |

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

ДП 44.03.04.608.ПЗ

Лист

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

ДП 44.03.04.608.ПЗ

Лист

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

ДП 44.03.04.608.ПЗ

Лист

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной техники выдвигает особые требования к конструкционным материалам, в этой связи в настоящее время становятся востребованными материалы, обладающие высокой прочностью в широком диапазоне температур, пластичные, устойчивые против воздействия агрессивных сред, а также обладающие специальными механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Среди новых конструкционных материалов, освоенных за последние годы промышленностью, особое место занимает титан и его сплавы. Титан - это твердый серебристо-серый металл, в природе находится в качестве составного элемента многих минералов, в особенности в ильмените и рутиле. Титан особо ценится за низкую плотность в сочетании с высокой прочностью и отличной стойкостью к коррозии. Авиационно-космическая промышленность является самым крупным потребителем этого металла. Титановые сплавы широко используются в производстве различных деталей, входящих в конструкцию летательных аппаратов – от мелких крепежных деталей, до тележек шасси и больших крыльевых балок. Также титан и его сплавы широко применяются в химическом машиностроении, медицине, автомобилестроении, военно-морском флоте и во многих других областях производства.

Основой производства технического титана и его сплавов служит титановая губка. Титановая губка - пористое серое вещество с насыпной массой 1,5-2,0 г/см³ и очень высокой вязкостью. В настоящее время мировой уровень потребления титановой губки составляет 50–60 тысяч тонн в год.

При производстве титановой губки используется аппарат, называемый реторта. Производство реторт осуществляется с помощью непроизводительного и худшего по условиям работы сварщиков способа сварки – ручная дуговая сварка. Актуальным становится внедрение и замена этого способа на автоматическую сварку, что повлечет улучшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих, снижение трудоемкости процесса изготовления, по-

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

вышение производительности труда.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки реторты.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления реторты с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления реторты;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки реторты;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан вариант технологического процесса изготовления реторты, включающий автоматическую сварку под флюсом; в методической части спроектирована программа подготовки рабочих-сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства реторты.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;

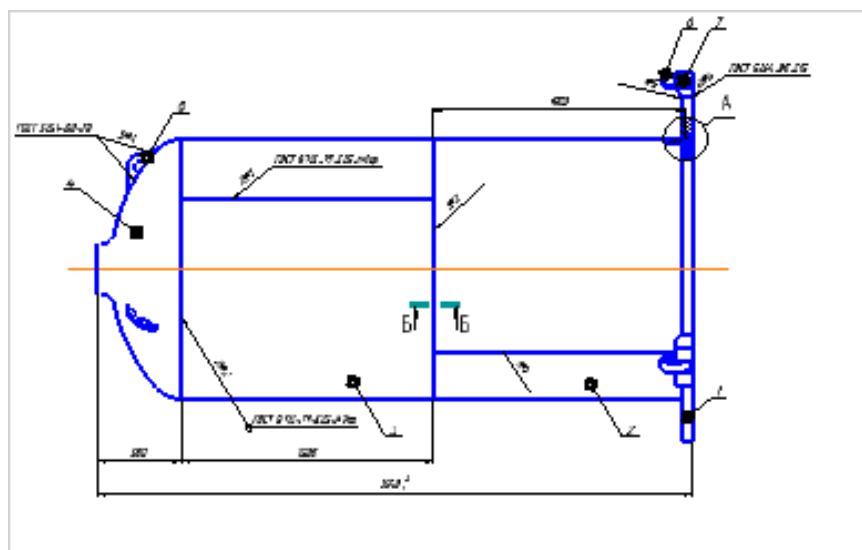
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание металлоконструкции, условия ее эксплуатации

Реторта состоит из следующих узлов и деталей: фланец - 1 (1 шт.), обечайка верхняя - 2 (1 шт.), обечайка нижняя - 3 (1 шт.), днище - 4 (1 шт.), скоба - 5 (3 шт.), серьга - 6 (3 шт.), ось - 7 (3 шт.), ухо - 8 (3 шт.).

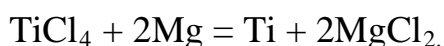


1 - фланец; 2 - обечайка верхняя; 3 - обечайка нижняя; 4 - днище;
5 - скоба; 6 - серьга; 7 - ось; 8 - ухо

Рисунок 1 - Реторта

Реторта является частью аппарата для восстановления тетрахлорида титана (установка для получения титановой губки магнитермическим способом)

Процесс восстановления тетрахлорида титана магнием для получения металлического титана идет при 800 – 900⁰С по реакции



В производстве титановой губки используются и образуются токсичные газы и пары: хлор, хлористый водород, тетрахлорид титана и другие хлориды; летучие хлориды, гидролизуясь влагой воздуха, образуют туман соляной кислоты.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

В герметичную реторту, куда загружен магний, после откачки воздуха, заполнения аргоном и подогрева с помощью электронагревателей примерно до 700 °С подают жидкий тетрахлорид титана. Реакция его восстановления магнием проходит с большим выделением тепла. Металлический титан выпадает на стенках и дне реторты в виде губчатой массы, пропитанной магнием и его хлоридом.

При восстановлении четыреххлористого титана внутри конструкции протекают химические реакции, и образуется агрессивная среда, конструкция работает при высоких температурах, внутри конструкции – вакуум. Все это приводит к тому, что конструкция реторты должна быть достаточно прочной и должна быть выполнена из коррозионностойкого, жаропрочного материала, сварные швы должны быть равнопрочными основному металлу и стойкими к межкристаллитной коррозии.

1.2. Выбор основного конструкционного материала

Выбор основного конструкционного материала производим с учетом условий эксплуатации реторты, ее внутренняя поверхность подвергается высокотемпературному воздействию (800°-1000°С) расплавов хлористого магния (MgCl₂) и металлического магния (Mg), жидкого и парообразного четыреххлористого титана (TiCl₄), а также низших хлоридов титана при том, что их наружная поверхность подвергается высокотемпературному воздействию (1000°-1020°С) газовой атмосферы печей восстановления и сепарации, состоящей из воздуха. Выбираем сталь марки 08Х18Н10Т.

Вид поставки – сортовой, в том числе фасонный: ГОСТ 5949 – 75, ГОСТ 2590 – 71. Лист толстый ГОСТ 7350 – 77, ГОСТ 19904 – 74. Лист тонкий ГОСТ 5582 – 75.

Стали этого класса применяют в качестве конструкционного материала в различных областях промышленности и техники, когда требуются повышенные антикоррозионные свойства и сочетание высокой прочности и свариваемости при достаточной пластичности механические и физические свой-

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

ства этих сталей зависят от количества аустенита и ряда других процессов, связанных с образованием интерметаллидных или карбидных фаз, оказывающих дополнительное и часто значительное влияние на упрочнение сталей.

Сталь 08X18H10T занимает ведущее место по объёму производства. Она имеет высокую коррозионную стойкость в широком диапазоне агрессивных сред и отличается хорошей технологичностью. Наиболее высокую коррозионную стойкость и пластичность стали этого типа приобретают в результате термической обработки (закалка до 1000-1050 °С и охлаждение на воздухе). В стали, в состав которых входит хром и никель в соотношении соответственно 18% и 10%, как правило вводят сильные карбидообразующие элементы, такие как титан и ниобий (Ti и Nb). Эти элементы имеют высокое химическое сродство к углероду и в процессе кристаллизации образуют карбиды. Основное назначение стали марки 08X18H10T – сварная аппаратура, работающая в средах повышенной агрессивности (растворах азотной, уксусной кислот, растворах щелочей и солей), теплообменники, муфели, трубы, детали печной арматуры, электроды искровых зажигательных свечей. Сталь коррозионностойкая и жаропрочная аустенитного класса [1].

Данная сталь относится к хромоникелевым сталям аустенитного класса.

Химический состав стали 08X18H10T, % по ГОСТ 5632-72 приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав стали 08X18H10T, % (ГОСТ 5632-72) [11]

| C | Si | Mn | Cr | Ni | Ti | S | P | Cu |
|----------|-----|-----|-----------|----------|---------|----------|-------|------|
| не более | | | | | | не более | | |
| 0,08 | 0,8 | 2,0 | 17,0-19,0 | 9,0-11,0 | 5°С-0,7 | 0,020 | 0,035 | 0,30 |

Механические свойства стали 08X18H10T по ГОСТ 5632-72 приведены в таблице 2.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 2 – Механические свойства стали 08X18H10T [11]

| Термообработка, состояние поставки | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$, МПа | σ_B , МПа | δ_5 , % |
|--|-------------|----------------------|------------------|----------------|
| Прутки. Закалка 1020-1100 °С, охлаждение на воздухе, в масле, воде. | 60 | 196 | 490 | 40 |
| Прутки шлифованные, обработанные на заданную прочность | 1-30 | - | 590-830 | 20 |
| Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 1000-1080 °С, вода или воздух. | >4 | 206 | 509 | 43 |
| Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 1050-1080 °С, вода или воздух. | <3,9 | - | 520 | 40 |
| Поковки. Закалка 1050-1100 °С, вода или воздух. | 1000 | 196 | 490 | 35 |

1.3. Особенности свариваемости аустенитных сталей

Свариваемость – это комплексная характеристика металла, определяющая его способность реагировать на изменения, которые происходят в процессе сварки, а также обеспечивать при принятом технологическом процессе эксплуатационно пригодное сварное соединение. При этом свариваемость, не являясь неотъемлемым свойством металла или сплава, может быть обеспечена технологией сварочного процесса, в данном случае выбором способа и режима сварки, составом присадочных материалов, конструктивными особенностями сварного соединения, условиями его эксплуатации, даже выбором квалификации сварщика.

При сварке аустенитных хромоникелевых сталей в металле шва и околошовной зоне имеет место возникновение горячих трещин.

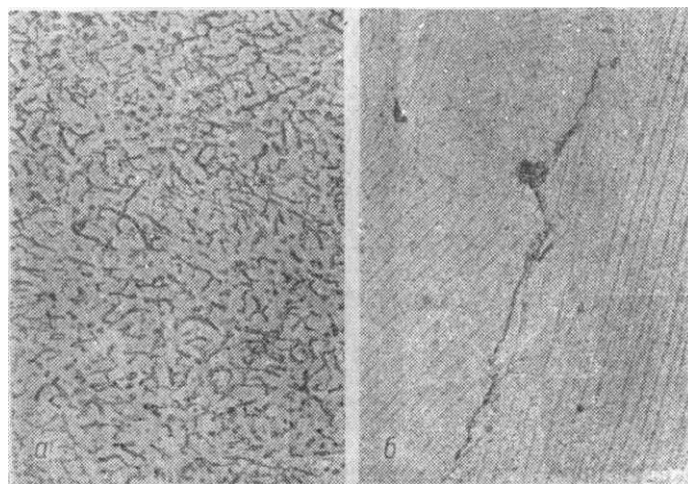
Горячие трещины. При сварке сталей аустенитного класса в сварных соединениях гораздо чаще могут появляться горячие трещины, чем при сварке углеродистых и низколегированных сталей. Это обусловлено нарушением транскристаллитной структуры столбчатых кристаллов сварного шва, что бывает, когда происходит кристаллизация и возникают растягивающие напряжения. Эти растягивающие напряжения обусловлены неравномерным на-

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

гревом стали в процессе сварки. Во время кристаллизации сварочной ванны идет образование горячих трещин, в связи с этим их называют «кристаллизационными трещинами». Повышенная склонность аустенитных сталей к горячим трещинам объясняется не только процессом кристаллизации, но также значительно большей усадкой аустенитной стали по сравнению с углеродистой сталью.

Стойкость аустенитных швов против образования трещин связана с химическим составом, структурой металла шва, а также со свойствами электродных покрытий и флюсов.

При сварке аустенитных сталей сварные швы могут иметь структуру двух основных типов: чисто аустенитную, или однофазную, и аустенитно-ферритную, или двухфазную, микроструктура представлена на рисунке 2.



а - аустенитно-ферритная; б - аустенитная

Рисунок 2 - Микроструктура сварных швов

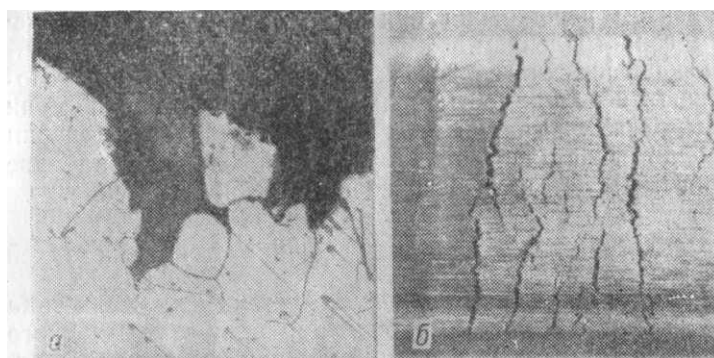
Однофазные швы значительно уступают двухфазным по стойкости против горячих трещин и межкристаллитной коррозии.

Межкристаллитная коррозия характерна для всех видов высоколегированных сталей, имеющих высокое содержание хрома. Под действием нагрева образовавшиеся карбиды хрома выпадают по границам зерен, снижая их антикоррозийные свойства.

Аустенитные стали типа 18-8 подвержены весьма опасному виду коррозионного разрушения - так называемой межкристаллитной коррозии. Если сталь 18-8 нагревать в области температур 500-800° или медленно охлаждать

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

от температуры 900-1100°C, в ней происходят изменения, почти не обнаруживаемые под микроскопом. Аустенит представляет собой твердый раствор хрома, никеля и некоторых других элементов в железе. Углерод ограниченно растворим в аустените - при комнатной температуре аустенит может растворить в себе только 0,02% углерода. Если сталь содержит углерод в большем количестве, под действием так называемых опасных или критических температур избыточный углерод выпадает из твердого раствора в виде карбидов хрома. Карбиды хрома выпадают по границам зерен аустенита, в результате чего содержание хрома в пограничных участках аустенитных зерен снижается ниже 10-12%. Такое снижение содержания хрома приводит к потере коррозионной устойчивости металла. Если сталь соприкасается с кислотой или другой агрессивной средой, неустойчивые пограничные участки аустенитных зерен сравнительно быстро растворяются в жидкости, связь, сцепление между зернами нарушаются. Вследствие этого указанный вид разрушения и получил название межкристаллитной коррозии. Поскольку проникновение агрессивной жидкости в сталь идет по границам зерен как показано на рисунке 3(а), а собственно зерна (кристаллы) остаются нетронутыми, по внешнему виду металла нельзя определить, поражен ли он межкристаллитной коррозией. Для этого необходимо приложить нагрузку к металлу - изогнуть или растянуть его. При этом раскрываются коррозионные трещины, представленные на рисунке 3(б), а отдельные зерна аустенита могут даже выпасть из деформированного металла.



а - микрофотография; б - внешний вид стали после изгиба
 Рисунок 3 - Межкристаллитная коррозия нержавеющей стали

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

В процессе сварки определенные участки основного металла, расположенные по обе стороны от шва, подвергаются нагреву в области «опасных» температур. Схема сварного соединения показана на рисунке 4.

Здесь может развиваться межкристаллитная коррозия. Чтобы этого не произошло, необходимо принять специальные меры - либо снизить содержание углерода в стали до 0,02-0,03%, либо легировать сталь титаном или ниобием. Эти элементы обладают большим сродством к углероду, чем хром. Поэтому выпадение избыточного углерода будет происходить в виде карбидов ниобия или титана, содержание хрома в пограничных зернах аустенита не снизится и склонность к межкристаллитной коррозии будет предотвращена. Другим средством предотвращения межкристаллитной коррозии сварных соединений служит закалка.

При нагреве под закалку (1050-1100°C) карбиды хрома растворяются в аустените, а быстрое охлаждение фиксирует аустенитную структуру. Установлено, что вместо закалки можно применить так называемый стабилизирующий или диффузионный отжиг - нагрев при 850-900° в течение 2-4 часов с последующим охлаждением на воздухе.

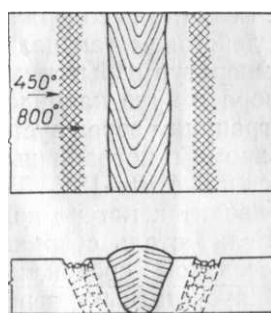


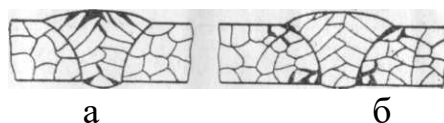
Рисунок 4 - Схема сварного шва

Чтобы не прибегать к закалке, в сварных конструкциях применяют аустенитные стали типа 18-8, содержащие титан и ниобий (1X18H9T, X18H11Б, X18H12M2T, X18H12M3T). При сварке сталей 0X18H9, 1X18H9, 2X18H9 обязательна закалка во избежание межкристаллитной коррозии.

Межкристаллитная коррозия может поразить не только сталь, но и

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

сварные соединения. Участки, пораженные межкристаллитной коррозией, как в шве, так и в основном металле у линии сплавления, изображены на рисунке 5.



а - на шве; б - в основном металле у линии сплавления

Рисунок 5 - Межкристаллитная коррозия в сварном соединении

Чтобы избежать коррозии у линии сплавления, получившей название ножевой коррозии, следует не допускать перегрева основного металла в процессе сварки. Для этого сварку следует вести короткой дугой на максимальных скоростях. В случае сварки толстого металла с разделкой кромок каждый последующий слой надлежит накладывать после полного остывания ранее сваренного слоя. Швы, обращенные к агрессивной среде, надлежит сваривать в последнюю очередь, чтобы по возможности не подвергать их повторному тепловому воздействию.

Чтобы предотвратить перегрев аустенитного металла и обеспечить наиболее высокую коррозионную стойкость сварных соединений, особенно при ручной сварке, нередко рекомендуют принимать специальные меры для ускорения охлаждения сварных швов. Этой цели обычно служат медные искусственно охлаждаемые подкладки. Иногда рекомендуют поливать водой металл со стороны ранее сваренного шва при наложении очередного шва с противоположной стороны и т. д.

Наличие той или иной структуры в шве зависит, прежде всего, от его химического состава. Легирующие элементы, углерод и азот по-разному влияют «а структуру сварных швов аустенитных сталей. Углерод, азот, никель, марганец, медь и кобальт способствуют сохранению чисто аустенитного строения. Хром, кремний, титан, алюминий, ванадий, ниобий, вольфрам и молибден, наоборот, являются элементами-ферритизаторами. Они способствуют появлению ферритной составляющей в шве. Сила действия каждого из

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

перечисленных элементов не одинакова. Например, азот, в качестве аустенизатора, действует в 30 раз сильнее, чем никель. То же самое относится и к углероду. Кремний в 1,5 раза, а алюминий в два раза более сильные ферритизаторы, чем хром. Зная содержание в шве легирующих элементов — углерода и азота, а также относительную силу действия каждого из них, можно с помощью так называемой структурной диаграммы, представленной на рисунке 6, приблизительно оценить количество феррита в шве.

Известно, что металл сварного шва представляет собой смесь переплавленных основного и присадочного металлов. При пользовании одними и теми же электродами при ручной сварке или проволокой и флюсом при автоматической сварке химический состав аустенитного шва будет разным, в зависимости от того, как велика доля участия основного и электродного металла в металле шва. Чем больше ток, тем глубже проплавление основного металла, тем, при прочих равных условиях, больше доля основного металла в металле шва. При автоматической сварке под флюсом в зависимости от режима и техники сварки доля участия основного металла в шве может изменяться в пределах от 20-25% до 80-85 %. То же самое относится к газоэлектрической сварке плавящимся электродом. При ручной дуговой сварке аустенитных сталей металлическим электродом диапазон режимов сварки не так велик, как при автоматической сварке. Поэтому пределы изменения долей участия основного и электродного металлов в металле шва значительно менее широки. Однако и здесь изменение условий сварки оказывает сильное влияние на состав шва. Так, например, при ручной сварке стыковых швов с разделкой кромок доля основного металла в шве будет резко различной для валика, накладываемого в самой глубине разделки (шов 1) и для верхнего валика (шов 2). В первом случае она составляет не менее 40%, во втором - практически равна нулю.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

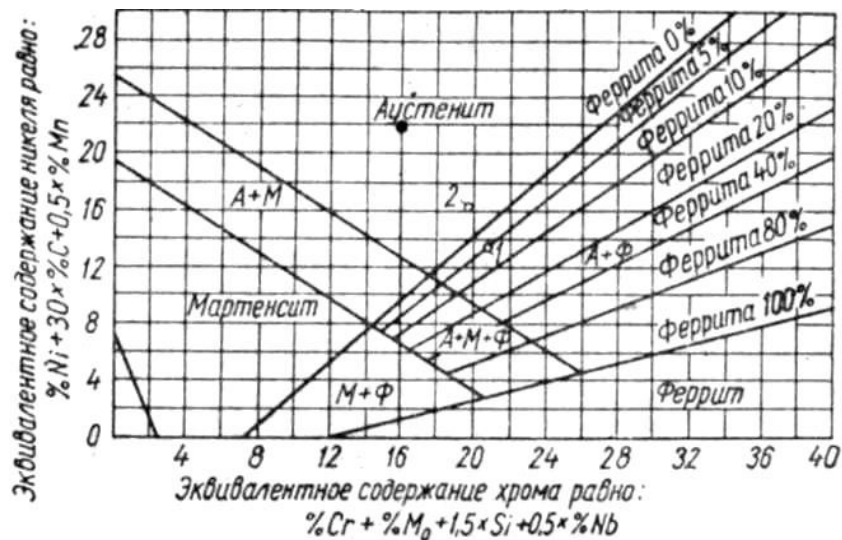


Рисунок 6 - Структурная диаграмма сварных швов (диаграмма Шефлера)

Для сварки высоколегированных сталей используют механизированную сварку под флюсом. Сварка выполняется при минимальном тепловложении с использованием термообработки и применением дополнительного охлаждения.

Проволока, применяемая для изготовления электродов, должна соответствовать марке стали с учетом ее свариваемости. Для сварки стали 08X18Ni0T выбираем сварочную проволоку типа Св-07X19Н10Б. Необходимо сделать расчет эквивалентного содержания никеля и хрома и посмотреть по диаграмме Шефлера какую структуру будет иметь наплавленный данной проволокой металл. Наиболее благоприятно получение двухфазной структуры с содержанием в аустените 2-5% феррита.

Эквивалентное содержание никеля (C_{Ni}) рассчитываем по

$$\text{формуле: } C_{Ni} = \% Ni + 30 \times \% C + 0,5 \times \% Mn \quad (1)$$

Эквивалентное содержание никеля (C_{Ni})

$$\text{равно: } C_{Ni} = 10 + 30 \times 0,07 + 0,5 \times 1 = 12,6 \%$$

Эквивалентное содержание хрома (C_{Cr}) рассчитываем по формуле:

$$C_{Cr} = \% Cr + \% Mn + 1,5 \times Si + 0,5 \times \% Nb \quad (2)$$

Эквивалентное содержание хрома (C_{Cr}) равно:

$$C_{Cr} = 19 + 1 + 1,5 \times 0,5 + 0,5 \times 1 = 21,25 \%$$

При пересечении этих точек на диаграмме Шеффлера получаем точку, находящуюся в зоне содержания феррита 10%, остальной в структуре – аустенит 90%. Это говорит о том, что в металл сварочной проволоки Св-07Х19Н10Б не склонен к образованию горячих трещин и межкристаллитной коррозии.

1.4. Описание базового варианта

На предприятии для изготовления реторты применялась ручная дуговая сварка.

При работе ручной дуговой сварки несомненным и главным достоинством ее является универсальность и большая маневренность; ручная сварка покрытым электродом может осуществляться не только в любом пространственном положении, но и в любом, недоступном для других способов сварки, месте изделия, при любой толщине свариваемого металла, обеспечивая выполнение швов самой различной протяженности. К достоинствам ручной дуговой сварки следует отнести простоту процесса, применение несложного в устройстве и работе оборудования для питания дуги, позволяющего использовать этот способ не только в стенах крупного предприятия, но и на строительных, а также монтажных площадках, в небольших мастерских как городского, так и сельского типа. Вместе с тем ручной дуговой сварке присущи значительные недостатки, важнейшими из которых являются: использование ручного труда рабочих высокой квалификации, низкая производительность процесса вследствие использования небольших величин сварочного тока (чтобы не перегревался

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

пруток электрода) и перерыв процесса из-за необходимости замены электродов по мере того, как они расплавляются. Следует, однако, отметить, что все эти приемы не могут ликвидировать главного недостатка ручной дуговой сварки, а именно, применение ручного, не механизированного труда.

С учетом всех этих недостатков при ручной дуговой сварке предлагается внедрить в производство автоматическую сварку под флюсом.

Реторта – ответственная конструкция ответственная, работающая в сложных условиях, ее габаритные размеры длина 3540 мм, диаметр 2040 мм. Требования к качеству изготовления реторты высокие - это точность овальности контура обечайки, при предельном отклонении ± 15 мм, обязательный рентген контроль в объеме выпуска 100%. Процесс изготовления реторты трудоемкий: много ручного труда (сборка, стыковка обечаек на прихватки, зачистка швов бормашинкой), низкая производительность сварки, высокая концентрация вредных веществ, которые оказывают влияние на здоровье сварщиков и рабочих других профессий, вынужденные работать рядом которые выполняют сборку, подгонку зазоров под сварку, устраняют перекосы, соблюдают зазоры по ГОСТу. Появилась необходимость повысить качество работ для уменьшения объема сварочных работ, выполненных вручную, производительность процесса изготовления реторты, улучшить условия труда сварщиков.

При механизации и автоматизации сварочного производства можно повысить производительность труда, качество продукции, сократить численность обслуживающего персонала. Труд рабочего в этих условиях становится более содержательным и творческим.

В зависимости от степени механизации процесса рабочий частично или полностью освобождается лишь от выполнения мускульных усилий. Однако за ним полностью сохраняются функции контроля и управления.

Автоматизация процесса сварки – это перевод сварочного оборудования на автоматический режим работы, внедрение в производство ряда устройств, действующих полностью без участия человека.

В качестве примера частичной механизации и автоматизации в сварке

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

можно использовать дуговую сварку с использованием сварочных автоматов с постоянной и управляемой (принудительной) скоростью подачи электродной проволоки. В данном случае механизирована подача электродной проволоки, перемещение электрода вдоль линии свариваемого стыка, подача флюса (защитного газа); автоматизирован процесс регулирования напряжения дуги (изменением по заданному закону скорости подачи электродной проволоки при отклонении напряжения дуги от номинального значения).

Доукомплектование сварочного аппарата следящей системой за стыком и средствами регистрации и контроля параметров режима позволяет перейти к стадии более полной автоматизации производственного процесса, когда сварку можно выполнять без участия человека. За оператором остаются лишь функции предварительной настройки процесса сварки, включения оборудования и наблюдения за ходом процесса сварки.

1.5 Общие сведения и сущность автоматической сварки под слоем флюса

Для сварки стали 08X18H10T выбираем автоматическую сварку под флюсом, так как данный вид сварки обеспечивает следующие преимущества по сравнению с ручной дуговой и механизированной видами:

Высокую производительность сварки за счет применения значительно больших токов, при том же или меньшем диаметре проволоки.

1. Высокие механические свойства и плотность наплавленного металла шва благодаря полной защите расплавленного металла флюсом от окисления, обеспечения полного провара корня шва и кромок
2. Экономия электродной проволоки вследствие отсутствия потерь на угар и разбрызгивание и огарки.
3. Экономия электроэнергии, благодаря лучшему использованию тепла сварочной дуги.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

4. Менее вредно влияет на зрение сварщика, так как дуга горит под флюсом. При сварке не требуется применять щитки и шлемы для защиты зрения.

5. Автоматизацию и механизацию процесса.

6. Упрощение контроля сварочного процесса.

7. Высокое качество сварных соединений.

Предварительная подготовка свариваемых поверхностей, сварочных материалов

Подготовка кромок состоит в ровной резке и разделке кромок в зависимости от толщины металла. Основные типы, конструктивные элементы и размеры швов сварных соединений, выполняемых автоматической и механизированной сваркой под флюсом, регламентированы ГОСТ 8713-79. В зависимости от толщины свариваемого металла по форме подготовленных кромок сварные швы могут выполняться: с отбортовкой кромок, без скоса кромок, со скосом одной и двух кромок. По характеру выполнения швы могут быть односторонними и двусторонними. Подготовленные кромки перед сборкой должны быть очищены от грязи, ржавчины, масла, краски, влаги и других загрязнений, наличие которых может привести в процессе сварки к образованию пор, шлаковых включений и других дефектов.

Очистка может производиться как механическими способами, так и газопламенной обработкой. Такой процесс очистки основан на быстром нагреве поверхности детали, при котором окалина отслаивается, ржавчина обезживается, краска сгорает, а влага испаряется. Остатки продуктов сгорания удаляют металлической щеткой. Детали после их сборки не очищают, т.к. при очистке в зазоры могут попасть различные загрязнения, вызывающие пористость шва. Собранные конструкции перед сваркой можно только продувать сжатым воздухом или прожигать газовой горелкой.

При автоматической сварке под слоем флюса применяют присадочную проволоку и флюсы. Присадочная проволока поставляется в виде мотков, покрытых консервирующей смазкой. Присадочная проволока перед сваркой

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

проходит тщательную очистку поверхности, наличие следов смазки или других загрязнений не допускается. Для удаления жировых загрязнений применяют обезжиривание. Оксидную пленку удаляют травлением, химическим и электрохимическим полированием.

Способы сборки и приемы автоматической сварки под слоем флюса

Сборку деталей под автоматическую сварку выполняют более тщательно, чем под ручную. Глубокий провар, жидкотекучесть расплавленного металла и постоянная скорость сварки приводят к необходимости выдерживания при сборке одинаковых зазоров, углов разделки и притупления кромок, так как в противном случае возможно образование непроваров или прожогов. Особое внимание надо уделять равномерности зазора по всей протяженности шва, так как в местах с повышенным зазором швы получатся вогнутыми, а в местах с небольшими зазорами кроме уменьшения проплавления получается большая выпуклость шва. Величины зазоров и смещения кромок при сборке соединений для деталей различных толщин установлены ГОСТ 8713-79 и 11533-75. При сборке детали временно закрепляют струбцинами, скобами, прихватками или другими способами. Прихватки выполняют длиной 50-80 мм. Перед сваркой все прихватки должны быть тщательно очищены от шлака и брызг расплавленного металла.

Сварку необходимо начинать на входных, а закачивать на выходных технологических планках, которые после остывания шва удаляют, чтобы исключить в начале шва непровары, а в конце шва в заправленном кратере поры и трещины. Входные и выходные технологические планки также являются скрепляющими элементами при сборке, поэтому их следует приваривать покрытыми электродами, предназначенными для сварки данной марки стали, обязательно с полным проваром. Если провар будет неполным, то в начале шва возможно образование продольных горячих трещин, которые могут распространяться и на основной шов.

Очистка и контроль сварных швов

После сварки поверхность кромок зачищается и осматривается. Не до-

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

пускаются подрезы и трещины, которые следует исправлять выплавкой или вырубкой и подваркой. При сварке прихватки и беглый шов должны полностью перевариваться.

Перед началом автоматической сварки желательно на холостом перемещении автомата проверить правильность направления электрода относительно свариваемых кромок. В процессе сварки положение электрода корректируют с помощью указателей или копиров.

1.6 Материалы для автоматической сварки под флюсом

Для автоматической сварки под флюсом применяются следующие материалы: сварочная проволока и флюсы.

Проволока стальная сварочная – холодноотянутая сплошного сечения диаметром 0,3–12 мм из низкоуглеродистой, легированной и высоколегированной стали различных марок. По виду поверхности низкоуглеродистая проволока подразделяется на омедненную и неомедненную. Проволока может изготавливаться из стали, выплавленной электрошлаковым (Ш) или вакуумно-дуговым (ВД) переплавом или в вакуумно-индукционных печах (ВИ). Стандартом предусмотрено 77 марок сварочной проволоки различного химического состава: 6 марок низкоуглеродистой проволоки, 30 марок легированной проволоки, 41 марка высоколегированной проволоки.

Для сварки стали марки 08X18H10T выбираем сварочную проволоку марки Св-07X19H10Б, которая обеспечивает стойкость сварного шва против межкристаллитной коррозии. Химический состав сварочной проволоки Св-07X19H10Б приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав сварочной проволоки Св-07X19H10Б по ГОСТ 2246 - 60 [1]

| Химический состав, % | | | | | | | | |
|----------------------|---------------|-----------|-------------|-----------|----|----|----------------|----------------|
| С | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Ti | S | P |
| 0,05 - 0,08 | не более 0,70 | 1,50-2,00 | 18,50-20,50 | 9,0-10,50 | - | - | не более 0,018 | не более 0,025 |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|--|--|--|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | | | | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | | | | |

Сварочные флюсы, применяемые для дуговой сварки сталей, делят на кислые и основные. Кислотность флюса определяется отношением кислых оксидов (SiO_2 ; TiO_2) к основным. (FeO ; CaO ; Na_2O ; MnO ; K_2O). Флюс считается кислым при $R > 1$ и основным при $R < 1$. По содержанию диоксида кремния флюсы разделяют на высококремнистые (количество $\text{SiO}_2 > 37 - 40\%$), низкокремнистые (менее 37%) и безкремнистые (менее 4%); по содержанию оксида марганца – на безмарганцевые (количество MnO менее 1%) и марганцевые (более 1%). при этом широкое применение имеют плавленные флюсы.

Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей преимущественно используют высококремнистые флюсы, для сварки легированных и высоколегированных – низкокремнистые.

По способу изготовления флюсы разделяют на плавленные и неплавленные. Плавленный флюс получают сплавлением его составляющих.

Неплавленные флюсы представляют собой механическую смесь порошкообразных материалов, замешанную на определенном связующем.

Преимуществом плавленных флюсов являются высокие технологические свойства (защита, формирование, отделимость шлаковой корки и др.) и малая стоимость.

Преимуществом неплавленных флюсов является возможность в более широких пределах легирования металла шва через флюс. Более широкое применение имеют плавленные флюсы. Рекомендуемое назначение сварочных флюсов приведено в таблице 4.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 4 - Рекомендуемое назначение сварочных флюсов [11]

| Марки флюсов | Назначение |
|--|---|
| АН-348А, АН-348АМ, АН-ОСЦ-45, АН-348 – В, легированных сталей углеродистой и низколегированной ОСЦ-45М, ФЦ-9, АН - 60 проволокой | Механизированная сварка и наплавка углеродистых и низколегированных сталей углеродистой и низколегированной ОСЦ-45М, ФЦ-9, АН - 60 проволокой |
| АН-8 | Электрошлаковая сварка углеродистых и низколегированных сталей соответствующей сварочной проволокой |
| АН-20С, АН-20СМ, АН-20П, АН-15М, АН-18 | Автоматическая сварка и наплавка высоколегированных и среднелегированных сталей соответствующей проволокой |
| АН-22 | Электрошлаковая и дуговая автоматическая сварка низколегированных и среднелегированных сталей соответствующей сварочной проволокой |
| АН-26С, АН-26СП, АН-26П | Автоматическая и механизированная сварка нержавеющей и коррозионно-стойких сталей соответствующей сварочной проволокой |
| АН-17М, АН-43, АН-47 | Автоматическая дуговая сварка и наплавка углеродистых, низколегированных и среднелегированных повышенной и высокой прочности соответствующей сварочной проволокой |

Для сварки стали марки 08Х18Н10Т выбираем плавный флюс марки АН-26С по ГОСТ 9087 – 81 [1].

Назначение флюса АН-26С: для защиты сварочной ванны применяемой для автоматической и механизированной сварки нержавеющей, коррозионностойких и жаропрочных хромоникелевых сталей соответствующей сварочной проволокой.

Сварочно-технологические свойства флюса АН-26С: устойчивость дуги удовлетворительная, разрывная длина дуги до 7 мм; формирование шва хорошее, без особенностей; склонность металла шва к образованию пор и трещин низкая; отделимость шлаковой корки хорошая, при сварке корневых швов в разделке – удовлетворительная [2]. Цвет зерен – серый, светло-зеленый; размер зерен 0,25-2,50 мм; строение зерен – стекловидное; объемная масса 1,3-1,8 кг/дм³. Состав флюса АН-26С приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Состав флюса АН-26С

| Состав флюса, % | | | | | | | | | |
|------------------|---------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| SiO ₂ | MnO | CaO | MgO | Al ₂ O ₃ | CaF ₂ | Fe ₂ O ₃ | S | P | C |
| 29,0-33,0 | 2,5-4,0 | 4,0-8,0 | 15,0-18,0 | 19,0-23,0 | 20,0-24,0 | не более 1,5 | не более 0,1 | не более 0,1 | не более 0,05 |

Металлургические свойства флюса АН-26С. Относится к группе низ-

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | | | | | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | | | | | |

кокремнистых низкомарганцовистых солеоксидных флюсов с химической активностью $A_{\phi} = 0,45-0,50$. Флюс многокомпонентный, построен на базе шлаковой системы $MgO-CaF_2-SiO_2-Al_2O_3$ с добавками оксидов марганца и кальция с целью получения определенных сварочно-технологических характеристик [2].

Данные для применения. Род и значение максимально допустимого тока – постоянный ток, обратная полярность, величина 800А; максимально допустимая скорость сварки 40 м/ч; минимально допустимое напряжение холостого хода источника питания 60 В; сушка при температуре 400⁰С, 2 часа; рекомендуемые проволоки: Св-06Х19Н9Т, Св-01Х19Н9, Св-07Х19Н10Б [13].

Механические свойства и химический состав наплавленного металла проволокой марки Св-07Х19Н10Б и флюсом марки АН-26С соответствуют механическим свойствам и химическому составу стали марки 08Х18Н10Т.

1.7 Расчеты параметров режимов сварки

Выбор режимов ручной дуговой сварки для прихватки и сварки вспомогательных деталей

При сварке продольных и кольцевых швов используется автоматическая сварка под флюсом как основной тип соединения сварных швов, также используется ручная дуговая сварка ГОСТ 5264-80.

При выборе режимов сварки уха и скобы к реторте, подбираем примерные режимы сварки, на основе справочных данных. Примерные режимы сварки уха приведены в таблице 6, а примерные режимы сварки скобы в таблице 7, следует учитывать и наличие скоса свариваемых кромок. Все эти обстоятельства учтены и сведены в таблицах 6 и 7. Особенности горения сварочной дуги на постоянном и переменном токе различны. Дуга, представляющая собой газовый проводник, может отклоняться под воздействием магнитных полей, создаваемых в зоне сварки. Процесс отклонения сварочной

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

дуги под действием магнитных полей называют магнитным дутьем, которое затрудняет сварку и стабилизацию горения дуги.

Таблица 6 - Режим сварки уха [18]

| Способ сварки | Толщина металла, мм | Диаметр электрода, мм | Сварочный ток, А | Напряжение дуги, В |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| Ручная дуговая сварка | 30 | 5 | 250 | 20 |

Таблица 7 - Режимы сварки скобы [18]

| Способ сварки | Толщина металла, мм | Диаметр электрода, мм | Сварочный ток, А | Напряжение дуги, В |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| Ручная дуговая сварка | 80 | 5 | 300 | 22 |

Для прихваток, а затем и для сварки уха и скобы к реторте подбираем на основе справочных данных электроды марки ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, покрытие основное. Данная марка электрода предназначена для сварки коррозионностойких хромоникелевых сталей, в частности стали 08Х10Н10Т.

Для сварки уха к реторте, подбираем примерные режимы сварки, на основе справочных данных, где толщина металла уха 32 мм, поэтому выбираем диаметр электрода $d = 5$ мм. Ухо к реторте привариваем тавровым соединением со скосом кромок ГОСТ 5264-80-Т8.

Толщина металла скобы 80 мм, поэтому выбираем диаметр электрода $d = 5$ мм. Скоба с одной стороны приваривается тавровым соединением имеет по ГОСТ 5264-80-Т1, с другой стыковым - ГОСТ 5264-80-С15.

Расчет параметров режима автоматической сварки под слоем флюса

Режим автоматической сварки под флюсом включает ряд параметров. Основные из них – сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость сварки, диаметр электрода, род и полярность тока. Дополнительные параметры – вылет электрода, наклон электрода.

Параметры режима сварки рассчитывать исходя из толщины свариваемого металла и требуемой формы сварного шва, которая

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

определяется глубиной проплавления и шириной шва.

Порядок выбора режима сварки: в зависимости от толщины свариваемого металла выбирают диаметр электродной проволоки, затем устанавливают силу сварочного тока в зависимости от диаметра проволоки, далее скорость подачи электрода и скорость сварки.

Сварной шов С25 ГОСТ 8713 (продольные и кольцевые швы обечаек)

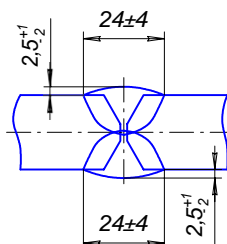


Рисунок 7 – Стыковое соединение с двумя симметричными скосами кромок

Расчет выполнен для 1 прохода, толщина металла $S = 22$ мм (сварка с одной стороны), второй проход (сварка с обратной стороны) сваривается на том же режиме.

Выбираем диаметр электрода: $d = 4$ мм

Величина сварочного тока:

$$I_{св} = d/k, \quad (3)$$

где d – диаметр электрода, мм;

k – коэффициент проплавления.

$$I_{св} = 4/0,0062 = 645 \text{ А}$$

выбираем $I_{св} =$

650 А Плотность

тока:

Изм Лист № документа Подпись Дата

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

$$J = I_{св} / \pi * (d/2)^2, \quad (4)$$

ДП 44.03.04.608.ПЗ

Лист

где $I_{св}$ - сила тока, А

$\pi - 3,14$;

d – диаметр электрода, 4 мм.

$$J = 650/3,14*4 = 51,7 \text{ А/мм}^2$$

Напряжение на дуге рассчитываем по формуле:

$$U = 20 + \frac{0,05 * I}{\sqrt{d}} + 1 \quad (5)$$

Производим расчет по формуле (5)

$$U = 20 + \frac{0,05 * 650}{\sqrt{4}} + 1 = 37,25 \text{ В}$$

принимаем $U = 38 \text{ В}$

Скорость сварки рассчитываем по формуле:

$$V = 0,278 * \left(\frac{4,5 * d + 1}{I} \right) \quad (6)$$

Производим расчет по формуле (6)

$$V = 0,008126 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 29,5 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Принимаем скорость сварки равной 30 м/ч.

Коэффициент формы провара рассчитываем по формуле:

$$\Psi = m * (19 - 0,01 * I) * \frac{d * U}{I} \quad (7)$$

где $m = 0,367 * j^{0,1925} = 0,367 * 51,7^{0,1925} = 0,784$ - коэффициент при сварке на посто-

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

янном токе обратной полярности и при $j < 120 \text{ А/мм}^2$.

Производим расчет по формуле (7)

$$\Psi = 0,784 * (19 - 0,01 * 650) * \frac{4 * 38}{650} = 2,292$$

Фактическая глубина проплавления при сварке на выбранном режиме без разделки кромок рассчитывается по формуле:

$$H = 0,0076 * \sqrt{\frac{\eta * I * U * 3600}{V * \Psi}}, \quad (8)$$

где $\eta = 0,9$ – КПД источника при сварке под флюсом.

Производим расчет по формуле (8)

$$H = 0,0076 * \sqrt{\frac{0,9 * 650 * 38 * 3600}{25 * 2,292}} = 8,98 \text{ мм}$$

Определяем ширину шва по формуле:

$$e = \Psi * H \quad (9)$$

Производим расчет по формуле (9)

$$e = 2,292 * 8,98 = 20,6 \text{ мм}$$

Определяем коэффициент расплавления по формуле:

$$\alpha_{\delta} = 1,21 * I^{0,32} * U^{0,38} * d^{(-0/64)} \quad (10)$$

Производим расчет по формуле (10)

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

$$\alpha_{\partial} = 1,21 * 650^{0,32} * 38^{0,38} * 4^{(-0,64)} = 15,8 \text{ г/А ч}$$

Коэффициент потерь рассчитываем по формуле:

$$p = -4,72 + 0,176 * j - 0,000448 * j^2 \quad (11)$$

Производим расчет по формуле (11)

$$p = -4,72 + 0,176 * 51,7 - 0,000448 * 51,7^2 = 3,2\%$$

Коэффициент наплавки рассчитываем по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_p * \left(1 - \frac{P}{100}\right), \quad (12)$$

Производим расчет по формуле (12)

$$\alpha_n = 15,8 * \left(1 - \frac{3,2}{100}\right) = 15,3 \frac{\text{г}}{\text{А} * \text{ч}}$$

Рассчитываем площадь наплавленного металла по формуле (13):

$$F = \frac{\alpha_n * I}{V * 100 * \gamma}, \quad (13)$$

где $\gamma = 7,9 \text{ г/см}^3$ – плотность основного металла.

Производим расчет по формуле (13)

$$F = \frac{15,3 * 650}{25 * 100 * 7,9} = 0,504 \text{ см}^2 = 50,4 \text{ мм}^2$$

Усиление шва g рассчитываем по формуле:

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

$$g = \frac{1,4 * F}{e} \quad (14)$$

Производим расчет по формуле (14)

$$g = \frac{1,4 * 50,4}{20,6} = 3,4 \text{ мм}$$

Общая высота шва при сварке без разделки:

$$H_o = H + g \quad (15)$$

Производим расчет по формуле (15)

$$H_o = 8,98 + 3,4 = 12,38 \text{ мм}$$

Высота заполнения разделки рассчитываем по формуле:

$$g' = \sqrt{\frac{F}{\text{tg } \alpha}} \quad (16)$$

Производим расчет по формуле (16)

$$g = \sqrt{\frac{50,4}{\text{tg } 30^\circ}} = 9,34 \text{ мм}$$

Глубина проплавления с одной стороны С определяем:

$$C = H_o - g. \quad (17)$$

Производим расчет по формуле (17)

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

$$C = 12,38 - 9,34 = 3,04 \text{ мм}$$

Площадь разделки при зазоре 0 мм определяем по формуле:

$$F_p = f^2 * \operatorname{tg} \alpha \quad (18)$$

Производим расчет по формуле (18)

$$F_p = 8,5^2 * \operatorname{tg} 30^\circ = 41,7 \text{ мм}^2$$

Общая площадь наплавленного металла больше, чем площадь разделки:

$$F > F_p$$

Количество проходов n определяется по формуле:

$$n = \frac{F_p}{F} \quad (19)$$

Производим расчет по формуле (19)

$$n = \frac{41,7}{50,4} = 0,82$$

т.е. 1 проход с каждой стороны.

При сварке 1 и 2 проходов перекрытие швов составит:

$$q = 2 * C - 5 = 2 * 3,04 - 5 = 1,08 \text{ мм}$$

Таким образом, в соответствии с приведенными расчетами выбраны следующие режимы автоматической сварки под флюсом.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 8 - Рассчитанные режимы автоматической сварки под флюсом

| Способ сварки | Толщина металла, мм | Диаметр электрода, мм | Сварочный ток, А | Напряжение дуги, В | Скорость сварки, м/час |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|--------------------|------------------------|
| Автоматическая под флюсом | 22 | 4 | 650 | 38 | 30 |

Сравнение рассчитанных режимов со справочными показало их соответствие [18].

1.8 Оборудование для автоматической сварки реторты

Сварочный центр

Для сварки реторты будем использовать сварочный центр для автоматической сварки продольных и кольцевых швов под слоем флюса. Он состоит из следующих компонентов:

- мобильная платформа,
- колонна,
- консоль,
- катушка для сварочной проволоки,
- блок управления сварочными параметрами РЕН,
- система подготовки сжатого воздуха,
- электромагнитный клапан,
- кабелеукладчик,
- бункер для флюса 10 л,
- выпрямитель LAF 1250,
- комплект роlikоопор, интегрированных в САВ 300М.

Описание основных компонентов сварочного центра приведены в таблице 9.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 9 - Сварочный центр [17]

| № п/п | Описание основных компонентов | Количество |
|-------|--|------------|
| 1 | <p>Сварочная установка CaB 300M 4x4 включающая в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Мобильную платформу</i> (скорость перемещения до 2 м/мин.) - <i>Колонну</i>, закрепленную на основании в опорно-поворотном круге для вращения на 360 градусов и стопором, позволяющим фиксировать колонну в нужном положении. - <i>Консоль</i>, закрепленную в приводной каретке, с помощью которой стрела может перемещаться по колонне в вертикальном и горизонтальном положении <i>со сварочной скоростью 2 м/мин.</i> Консоль интегрирована с системой автоматического слежения по стыку () - <i>Катушка для сварочной проволоки</i>, расположенная над сварочной головкой, 30 кг - <i>Блок управления сварочными параметрами PEH</i> с возможностью сохранения в памяти машины 10 сварочных программ (кабели управления длиной 10 м). Блок управления размещен на колонне САВ 300М - <i>Блок дистанционного управления</i> сварочным центром с кабелями длиной 10 м - <i>Система подготовки сжатого воздуха</i> для системы рециркуляции флюса (осушитель подачи флюса) - <i>Электромагнитный клапан</i> для автоматического включения/отключения подачи флюса - <i>Кабелеукладчик</i> на длину перемещения САВ 300М до 8 метров - <i>Лампа подсветки стыка</i> - <i>Устройство для правки проволоки</i> | 1 |
| | Система рециркуляции флюса OPC Super с бункером 10 л для флюсовой подушки | 1 |
| 2 | <p>Сварочная головка А6 SAW для сварки одиночной проволокой под слоем флюса:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Мотор-редуктор 74:1 с тахометром.</i> - <i>Поворотный редуктор 60x60</i> - <i>Суппорта 300x300 мм с сервоприводом 42V, (2)</i> - <i>Система автоматического слежения по свариваемому стыку GMD</i> - <i>Бункер для флюса 10 л с флюсовой воронкой</i> - <i>Кронштейн для флюсового бункера для крепления над сварочной головкой А6</i> - <i>Системы рециркуляции флюса OPC Super</i> | 1 |
| 3 | <i>Выпрямитель LAF 1250 (100% ПВ при 1250А) с кабелями управления, с зажимами для сварочных и обратных кабелей, с зажимами для сварки тел вращения K2, NKK1200</i> | 1 |
| 4 | <p><i>Комплект роликоопор интегрированных в САВ 300М в составе:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>одной приводной роликоопора 10 TNA POWER , с пультом дистанционного управления</i> - <i>двух холостых роликоопор 10 TNA IDLER</i> | 1 |

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

Источник питания LAF1250

LAF – являются дистанционно управляемыми сварочными источниками питания, работающими от трехфазной сети, и предназначенными для высокоэффективной механизированной сварки в среде защитных газов (MIG/MAG) или автоматической сварки под слоем флюса (SAW). Эти выпрямители предназначены для совместной работы с блоком управления PEN.

Выпрямители LAF – это установки с принудительным воздушным охлаждением и встроенной защитой от перегрева. При срабатывании защиты загорается желтая контрольная лампа на передней панели и после охлаждения до допустимой температуры установка автоматически запускается в работу. Источник питания и блок управления соединены вместе 2-жильной контрольной шиной, что позволяет установить точное управление процессом сварки.

Все установки выпрямителя могут производиться и контролироваться оператором с пульта блока управления. Даже параметры начала и окончания сварки также могут быть установлены с пульта управления.

Сварочные источники питания серии LAF имеют отличные сварочные характеристики во всем диапазоне токов и напряжений. Особенно хороши характеристики первичного и вторичного зажигания дуги. Источники обеспечивают стабильную дугу, как на высоких, так и на низких величинах

Плавное регулирование напряжения дуги позволяет четко управлять сварочными параметрами.

Технические характеристики LAF1250 приведены в таблице 10.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 10 - Технические характеристики LAF1250 [3]

| Параметры | LAF1250 | | LAF1600 | |
|---|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Напряжение сети, | 400/415/500V 3 – 50 Hz | 400/440/550V 3 – 60 Hz | 400/415/500V 3 – 50 Hz |
| Допустимая нагрузка при: 100% ПВ | 1250 A/44 V | | 1600 A/44 V | |
| Диапазон регулирования: при сварке MIG/MAG при сварке SAW | 60 A/17 V – 1250 A/44 V 40 A/22 V – 1250 A/44 V | | 40 A/22 V – 1600 A/46 V | |
| Напряжение холостого хода | 51 V | | 54 V | |
| Мощность холостого хода | Мощность холостого хода | | 220 W | |
| КПД | 0, 87 | | 0,86 | |
| Коэффициент мощности | 0, 92 | | 0,87 | |
| Вес | 490 | | 585 | |
| Габариты LxBxH | 774x598x1228 | | 774x598x1228 | |
| Класс защиты | IP 23 | | | |
| Класс применения | S | | | |

Выпрямители LAF обеспечивают стабильную дугу при очень малых величинах напряжений. Это значит, что они идеальны при сварке не только под слоем флюса, но и в защитном газе.

Сварочная головка А6 SAW для сварки под слоем флюса

Сварочная головка А6 SAW предназначена для автоматической сварки, наплавки и может укомплектовываться различными модулями для увеличения производительности и качества сварки и наплавки: системой рециркуляции флюса системой автоматического слежения сварочной головки по стыку. Используется совместно с блоком управления сварочным процессом РЕН, который позволяет сохранять в памяти до 10 сварочных программ. Блок управления РЕН, облегчает подборку режимов сварки и уменьшает влияние человека на качество сварного соединения. Технические характеристики сварочных головок А6 S приведены в таблице 11.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 11 - Технические характеристики сварочных головок А6 S [9]

| Показатели | Сварка под флюсом одинарной проволокой | Сварка под флюсом двумя проволоками | Сварка под флюсом тандем, расщепленной дугой |
|---------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| Максимальный ток при ПВ 100%, А | До 1500 | До 1500 | До 2х1500 |
| Диаметр проволоки, мм | 3,0 – 6,0 | 2 х 2,0 – 3,0 | 2 х2 х 2,0 – 3,0 |
| Скорость подачи, м/мин | 0,2 – 4,0 | 0,2 – 4,0 | 0,2 – 4,0 |

Система автоматического слежения GMD обеспечивает автоматическое позиционирование головки А6 относительно свариваемого стыка во время сварки. Кроме того, пульт управления GMD позволяет позиционировать сварочную головку до сварки с использованием джойстика, выбирать отслеживаемые системой GMD поверхности, начинать и заканчивать сварку.

Система рециркуляции флюса OPC Super с системой подготовки сжатого воздуха CRE – 30

Система рециркуляции флюса OPC Super легко монтируется и проста в эксплуатации. Она совместима со стационарными и мобильными комплексами на базе головок для автоматической сварки серий А6.

Система рециркуляции флюса OPC Super обеспечивает автоматический подбор не расплавившегося флюса с помощью всасывающего сопла и возврат его во флюсовый бункер, расположенный над сварочной головкой.

Циклон сепаратор, размещённый на баке с флюсом, эффективно очищает флюс от грязи. Грязь скапливается в фильтре. Перед попаданием в бункер подобранный флюс проходит очистку через сито, для отделения от частиц шлака.

Таблица 12 - Характеристика системы рециркуляции флюса OPC Super

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Максимально допустимое давление воздуха, кг/см ² | 6 | | |
| Уровень шума при холостом ходе, дБА | 78 | | |
| Максимальный уровень шума при работе, дБА | 74 | | |
| Максимальный расход воздуха, л/мин при давлении, бар | 4 | 5 | 6 |
| | 175 | 225 | 250 |

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

Систему рециркуляции флюса можно снабжать тремя видами фильтров. Фильтрационные пакеты используют чаще всего для голов А6. Фильтр циклон – решение для систем с головами А6.

Для хорошей подачи флюса необходимы только сжатый, очищенный и сухой воздух.

Приспособления, применяемые при изготовлении реторты

При изготовлении реторты рационально применять следующие приспособления:

Роликовый вращатель 10TNA позволяет вращать цилиндрические детали с широким диапазоном диаметров и веса. Каждый комплект роликовых опор состоит из приводной секции и одной или нескольких холостых секций. Каждая секция состоит из механической конструкции и вращающего механизма с приводом или без. Возможна ступенчатая или бесступенчатая регулировка скорости. В версии с приводом вращатель укомплектован шкафом электроавтоматики. Так же имеется дистанционное управление, которое управляет двумя параметрами: направление вращения и скоростью - потенциометром.



Рисунок 8 - Роликовый вращатель 10TNA

Технические характеристики роликового вращателя 10TNA приведены в таблице 13.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

Таблица 13 - Технические характеристики роликового вращателя 10TNA

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Грузоподъемность, кг | 6000 |
| Крутящий момент, Нм | 580 |
| Скорость вращения, об/мин | 0,1-1,6 |
| Диаметр изделия, м | 0,2-4,5 |
| Расстояние между осями роликов, м | 0,4-1,8 |
| Длина, м | 2,4 |
| Ширина, мм | 400/560 |
| Высота, мм | 530 |
| Масса, кг | 470 |

Вращатель универсальный М11080 – предназначен для установки изделий в положение, удобное для сварки и вращения их со сварочной скоростью при автоматической дуговой электросварке круговых швов под слоем флюса, защитных газов, а также при наплавочных работах. Может быть использован для поворота изделия на маршевой скорости и установки его в положение, удобное для полуавтоматической и ручной дуговой электросварки.



Рисунок 9 - Вращатель универсальный М1108

Вращатель состоит из следующих основных узлов: станины, поворотного стола, приводов вращения и наклона планшайбой. На столе вращателя размещены привод вращения, токоъемники, шпиндельный узел с планшайбой. Вращатель планшайбы осуществляется от электродвигателя через червячно-цилиндрический редуктор, сбоку на станине смонтирован привод наклона стола, состоящий из асинхронного двигателя и редуктора, унифицированного с редуктором привода вращения планшайбы. Изделие крепится на планшайбе с Т - образными пазами с помощью крепежных приспособлений. Управление кнопочное с переносного пульта.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

Таблица 14 - Технические характеристики вращателя М1108

| | |
|--|---------------------|
| Наибольшая грузоподъемность, кг | 6300 |
| Наибольший крутящийся момент на оси вращения, Н•м | 16000 |
| Наибольший момент центра тяжести изделия относительно опорной планшайбы, Н•м | 25000 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 0,034 - 1,35 |
| Угол, град: | |
| поворота планшайбы | ±360 |
| наклона планшайбы | 135 |
| Скорость наклона планшайбы, мин ⁻¹ | 0,96 |
| Сварочный ток (ПВ=100%), А | 1600 |
| Ток питающей сети: | |
| род | Переменный 3-фазный |
| частота, Гц | 50 |
| напряжения, В | 380 |
| Мощность электродвигателя, кВт: | |
| привода вращения | 5,5 |
| привода наклона | 5,5 |
| Габариты вращателя | 2000 x 1820 x 1345 |
| Масса вращателя, кг | 3785 |

Манипулятор является универсальным высокотехнологическим сварочным оборудованием, позволяющим решать широчайший спектр производственных задач. Оборудование оснащено новейшей системой ЧПУ, обеспечивающего высокоточную сварку швов сложной конфигурации.

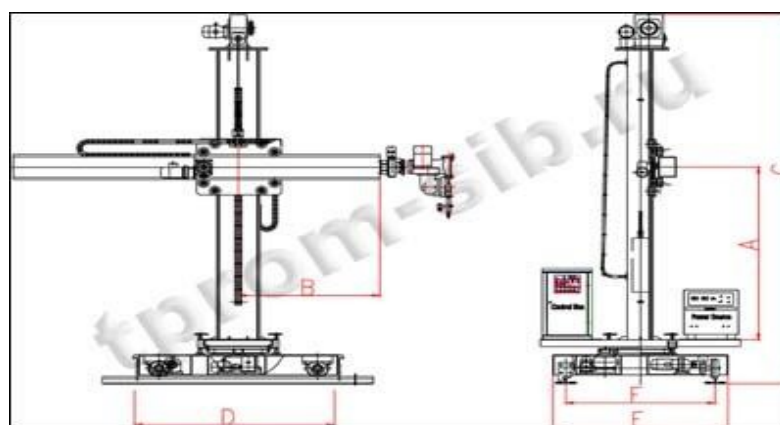


Рисунок 10 - Сварочный манипулятор

На манипуляторах возможно установить автоматические головки для сварки в среде углекислого газа, инертных газов или под слоем флюса.

При этом сварочная головка манипулятора комплектуется интеллекту-

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

альной системой слежения за швом.

Рациональная конструкция, высокая степень автоматизации и широчайший выбор навесного оборудования делают сварочные манипуляторы практически незаменимыми при решении огромного количества задач стоящих перед любым заводом.

1.9 Контроль качества изготовления реторты

В процессе изготовления реторты проводится предварительный контроль основного материала, сварочных и вспомогательных материалов; в процессе сварки – контроль режимов сварки, контроль собранных и заваренных узлов; контроль готового изделия. Применяются следующие виды контроля: внешним осмотром, радиографический, испытание на герметичность, грузоподъемность.

Радиографический контроль

Основанный на использовании ионизирующего излучения позволяет получать изображения внутренней структуры сварного соединения. Интенсивность излучения, прошедшего сквозь контролируемое изделие, меняется в зависимости от плотности материала и толщины. По результатам измерения интенсивности прошедшего излучения за объектом определяют наличие в нем дефектов.

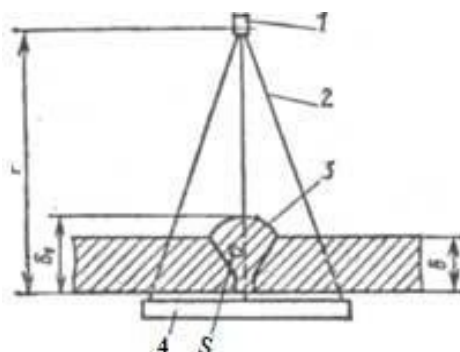
Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях внутренних дефектов: трещин, непроваров, усадочных раковин, пор, шлаковых, вольфрамовых, оксидных и других включений.

При радиографическом контроле не выявляют поры и включения с диаметром поперечного сечения меньшего размера, соответствующего удвоенной чувствительности контроля; непровары и трещины с глубиной меньшего размера, соответствующего удвоенной чувствительности контроля; непровары и трещины с раскрытием меньших значений, чем приведенные ниже; непровары и трещины, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания; любые дефекты, если их изображения на снимках сов-

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

падают с изображением посторонних деталей, острых углов или резких перепадов толщин свариваемых элементов.

При радиографическом контроле обнаружение и регистрация изображения сварного шва осуществляются детекторами.



1 - источник излучения; 2 - рентгеновское излучение; 3 - сварной шов; 4 - кассета с пленкой; 5 - дефект сварного шва; F - фокусное расстояние; S - толщина основного металла; S1 - толщина сварного шва

Рисунок 11 - Схема радиографического контроля:

В качестве детекторов используют фоточувствительную пленку, фотобумагу или полупроводниковую пластину.

Испытания на герметичность водой

Проводятся методом налива воды под напором, подвергаются кессоны системы охлаждения каждой крышки и реторты. Испытания проводятся пробным давлением (номинальным значением) 0,32 МПа. Давление измеряется манометром избыточного давления с верхним пределом измерений 0,4 МПа, класс точности прибора 2,5 по ГОСТ 2405.

Продолжительность нахождения конструкции под напором воды не менее 1 часа. Испытания при температуре окружающего воздуха 0 °С и менее проводят водой с температурой от 40 °С до 70 °С. После окончания испытаний вода из кессона удаляется. Конструкцию считают прошедшей испытаний (непроницаемой), если на контролируемой поверхности не будут наблюдаться течи в виде струй, потеков и капель.

Испытания на герметичность смачиванием керосина

Испытаниям на герметичность смачиванием керосином подвергаются швы сварных соединений. Двусторонние швы сварных соединений без

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

сплошного провара испытывают смачиванием керосином после окончательного выполнения первого прохода шва с одной стороны.

При испытаниях, контролируемую сторону сварного шва покрывают меловым раствором. Швы смачивают керосином после высыхания мелового раствора.

Меловой раствор должен быть приготовлен с использованием незамерзающего растворителя, не влияющего на белизну раствора. Если меловой раствор приготовлен с использованием в качестве растворителя воды, то после нанесения его на сварной шов он должен быть просушен газовой горелкой.

Поверхность сварного шва во время испытаний должна быть смочена керосином. По мере стекания или высыхания керосина следует смачивать им сварные швы.

Контроль сварного шва капиллярным методом – смачиванием керосином должен быть осуществлен при температуре окружающего воздуха более 0 °С.

Время выдержки при испытании определяют в зависимости от толщины свариваемого листа или катета шва и положения шва в пространстве. Время выдержки удваивают при проведении испытаний сварных соединений с двусторонними швам со сплошным проваром.

Сварные швы считают непроницаемыми, если на контролируемой поверхности с нанесенным меловым раствором за время выдержки не появятся пятна керосина.

Грузоподъемность

Данный контроль предназначен для проверки грузоподъемных устройств на прочность, такие как скоба, ухо реторты. Реторта подвешивается на кранбалке в вертикальном положении за скобы. Груз в 21 тонну цепляется за уши реторты. В подвешенном реторта находится в течение 10 минут состоянии, после чего груз и сама реторта отцепляются от кранбалки. Испытание грузоподъемных устройств на прочность производится в соответствии

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

ГОСТ 25573.

1. Входной контроль основного металла и вспомогательных материалов. Производится контроль документов на материалы, маркировка материалов, соответствие материалов документам, визуальный и измерительный контроль материалов, технологические свойства материалов.

2. Контроль габаритных размеров заготовки фланца и на плоскостность на поверочной плите (не плоскостность не более 3 мм на 1 м), при необходимости правка заготовки на прессе.

3. Контроль сварки ушей к днищу.

4. Визуально-измерительный контроль внутреннего сварного шва.

5. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва.

6. Радиографический контроль сварного шва обечайки + днище.

7. Визуально-измерительный контроль приварки скоб к фланцу.

8. Радиографический контроль сварного шва верхняя обечайка + нижняя обечайка.

9. Визуально-измерительный контроль приварки шайб к осям

1.10 Технология сборки реторты

Изготовление реторты происходит в несколько этапов:

Технология изготовления фланца реторты

1. Транспортировка основного металла и вспомогательных материалов на котельно-сварочный участок (КСУ) со склада осуществляется на автотранспорте. Разгрузка и перемещение металла внутри цеха производится при помощи крана грузоподъемностью $Q = 10$ т, кран-балок $Q = 5$ т, и передаточных тележек.

2. Входной контроль основного металла и вспомогательных материалов. Производится контроль документов на материалы, маркировка материалов, соответствие материалов документам, визуальный и измерительный контроль материалов, технологические свойства материалов.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

3. Плазменная резка заготовки фланца на установке термической резки ППлЦ 3,5-6 по программе по наружному диаметру 2060 мм, по внутреннему диаметру 1470 мм.

4. Зачистка грата на заготовке фланца по внутреннему и наружному диаметрам с 1 стороны. Кантовка заготовка краном Q=10 т. Зачистка грата на заготовке фланца по внутреннему и наружному диаметрам с 2 стороны.

5. Контроль габаритных размеров заготовки фланца и на плоскостность на поверочной плите (неплоскостность не более 3 мм на 1 м), при необходимости правка заготовки на прессе.

6. Транспортировка заготовки на механический участок помощи крана грузоподъемностью Q = 10 т, кран-балок Q = 5 т и передаточных тележек, установка на токарно-карусельный станок.

7. Токарно-карусельная обработка заготовок по наружному диаметру 2040 мм, по внутреннему диаметру 1490 мм, фаски под сварку (угол скоса 45⁰) и по плоскостям.

8. Контроль размеров фланца после механической обработки.

9. Транспортировка фланца на КСУ.

Технология изготовления верхней обечайки

1. Транспортировка основного металла и вспомогательных материалов на котельно-сварочный участок (КСУ) со склада осуществляется на автотранспорте. Разгрузка и перемещение металла внутри цеха производится при помощи крана грузоподъемностью Q = 10 т, кран-балок Q = 5 т, и передаточных тележек.

2. Входной контроль основного металла и вспомогательных материалов. Производится контроль документов на материалы, маркировка материалов, соответствие материалов документам, визуальный и измерительный контроль материалов, технологические свойства материалов.

3. Плазменная резка заготовки обечайки на установке термической резки ППлЦ 3,5-6 по программе на габаритные размеры 1520 x 4800 мм.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

4. Зачистка грата на заготовке обечайки с 1 стороны. Кантовка заготовка краном $Q = 10$ т. Зачистка грата на заготовке обечайки с 2 стороны.
5. Контроль габаритных размеров заготовки обечайки.
6. Транспортировка заготовки на механический участок помощи крана грузоподъемностью $Q = 10$ т, кран-балок $Q = 5$ т, и передаточных тележек, установка на продольно-строгальный станок.
7. Стругальная. Стругать заготовку в размер 1500×4781 мм. Стругать фаску под сварку (X-образная разделка) на сторонах длиной 1500 мм (2 стороны) и на 1 стороне длиной 4781 мм: угол скоса 30° , притупление 5 мм. Стругать фаску под сварку (V-образная разделка) на стороне длиной 4781 мм: угол скоса 45° , притупление 1 мм.
8. Контроль размеров заготовки после механической обработки.
9. Транспортировка заготовки на пресс при помощи крана грузоподъемностью $Q = 10$ т, кран-балок $Q = 5$ т, и передаточных тележек.
10. Подгибка кромок заготовки с двух сторон по шаблону на прессе усилием 250 т.
11. Обезжиривание кромок растворителем.
12. Вальцовка обечайки, внутренний диаметр 1500 мм, на 4-х валковой машине.
13. Сборка обечайки на прихватки при помощи трансформатора ВДУ-504 и электродами ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, диаметр электрода $d = 5$ мм, длиной 30 мм, через 200 мм. Установка и приварка выводных планок.
14. Контроль сборки обечайки.
15. Автоматическая сварка под флюсом наружного продольного шва обечайки на сварочной установке СаВ-300М. Сварочный ток -650 А, напряжение -38 В.
16. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва: ширина 24 ± 4 мм, усиление $2,5 \pm 1/2$ мм.
17. Автоматическая сварка под флюсом внутреннего продольного шва обечайки на сварочной установке СаВ-300М. Сила сварочного тока -650 А, напряжение -38 В.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

18. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва: ширина 24 \pm 4 мм, усиление 2,5 \pm 1/-2 мм.
19. Зачистка сварных швов от шлака, удаление выводных планок.
20. Калибровка обечайки на 4-х валковой машине.
21. Контроль размеров после калибровки. Овальность не более 3 мм.
22. Транспортировка обечайки на радиографический контроль.
23. Радиографический контроль обечайки.
24. Транспортировка обечайки на КСУ.

Технология изготовления нижней обечайки

1. Транспортировка основного металла и вспомогательных материалов на котельно-сварочный участок (КСУ) со склада осуществляется на автотранспорте. Разгрузка и перемещение металла внутри цеха производится при помощи крана грузоподъемностью Q=10 т, кран-балок Q=5 т, и передаточных тележек.

2. Входной контроль основного металла и вспомогательных материалов. Производится контроль документов на материалы, маркировка материалов, соответствие материалов документам, визуальный и измерительный контроль материалов, технологические свойства материалов.

3. Плазменная резка заготовки обечайки на установке термической резки ППЦ 3,5-6 по программе на габаритные размеры 1520 x 4800 мм.

4. Зачистка грата на заготовке обечайки с 1 стороны. Кантовка заготовка краном Q =10 т. Зачистка грата на заготовке обечайки с 2 стороны.

5. Контроль габаритных размеров заготовки обечайки.

6. Транспортировка заготовки на механический участок помощи крана грузоподъемностью Q=10 т, кран-балок Q=5 т, и передаточных тележек, установка на продольно-строгальный станок.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

7. Строгальная. Строгать заготовка в размер 1500 x 4781 мм. Строгать фаску под сварку (X-образная разделка) на сторонах длиной 1500 мм (2 стороны) и на 2 сторонах длиной 4781 мм: угол скоса 30° , притупление 5 мм.

8. Контроль размеров заготовки после механической обработки.

9. Транспортировка заготовки на пресс при помощи крана грузоподъемностью $Q = 10$ т, кран-балок $Q = 5$ т, и передаточных тележек.

10. Подгибка кромок заготовки с двух сторон по шаблону на прессе усилием 250 т.

11. Обезжиривание кромок растворителем.

12. Вальцовка обечайки, внутренний диаметр 1500 мм, на 4-х валковой машине.

13. Сборка обечайки на прихватки при помощи трансформатора ВДУ-504 и электродами ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, диаметр электрода $d = 5$ мм, длиной 30 мм, через 200 мм. Установка и приварка выводных планок.

14. Контроль сборки обечайки.

15. Автоматическая сварка под флюсом наружного продольного шва обечайки на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250. Ток сварки-650 А, напряжение-38 В, скорость сварки 25 м/ч.

16. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва: ширина 24 ± 4 мм, усиление $2,5 \pm 1/2$ мм.

17. Автоматическая сварка под флюсом внутреннего продольного шва обечайки на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250. Ток сварки-650 А, напряжение-38 В, скорость сварки 25 м/ч.

18. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва: ширина 24 ± 4 мм, усиление $2,5 \pm 1/2$ мм.

19. Зачистка сварных швов от шлака, удаление выводных планок.

20. Калибровка обечайки на 4-х валковой машине.

21. Контроль размеров после калибровки. Овальность не более 3 мм.

22. Транспортировка обечайки на радиографический контроль.

23. Радиографический контроль обечайки.

24. Транспортировка обечайки на КСУ.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Технология изготовления днища реторты

1. Транспортировка основного металла и вспомогательных материалов на котельно-сварочный участок (КСУ) со склада осуществляется на автотранспорте. Разгрузка и перемещение металла внутри цеха производится при помощи крана грузоподъемностью $Q = 10$ т, кран-балок $Q = 5$ т, и передаточных тележек.

1. Входной контроль основного металла и вспомогательных материалов. Производится контроль документов на материалы, маркировка материалов, соответствие материалов документам, визуальный и измерительный контроль материалов, технологические свойства материалов.

2. Плазменная резка заготовки днища на установке термической резки ППЛЦ 3,5-6 по программе по наружному диаметру 2000 мм.

3. Зачистка грата на заготовке днища по наружному диаметру с 1 стороны. Кантовка заготовка кран-балкой $Q = 5$ т. Зачистка грата на заготовке днища по наружному диаметру с 2 стороны.

4. Контроль габаритных размеров заготовки днища. Диаметр 2000 мм +/- 5 мм.

5. Транспортировка заготовки на штамповку.

6. Нагрев заготовки в электропечи до температуры 1100-1150 °С в течение 30 минут. Штамповка днища на прессе усилием 3200 т.

7. Контроль размеров днища после штамповки шаблоном.

8. Транспортировка заготовки на механический участок.

9. Механическая обработка заготовок на токарно-карусельном станке по высоте (обрезка короны), сверловка внутреннего отверстия $\Phi 100$ мм.

10. Контроль размеров после механической обработки.

11. Транспортировка заготовки на отбортовку.

12. Нагрев заготовки в электропечи до температуры 1100-1150 °С в течение 30 минут. Отбортовка внутреннего отверстия днища на прессе усилием 3200 т.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

13. Контроль размеров днища после отбортовки шаблоном.
14. Транспортировка заготовки на травление.
15. Травление заготовки днища.
16. Транспортировка заготовки на механический участок.
17. Механическая обработка заготовок на токарно-карусельном станке по высоте (фаска под сварку Х-образная, угол скоса 30° , притупление 5 мм)
18. Контроль размеров днища после механической обработки.
19. Транспортировка днища на КСС.

Технология сборки реторты

1. Комплектация сборочных единиц: фланец – 1 шт., обечайка верхняя – 1 шт., обечайка нижняя – 1 шт., днище – 1 шт., ухо – 3 шт., скоба – 3 шт., серьга – 3 шт., ось – 3 шт., шайба – 6 шт.
2. Установка ушей на днище по кондуктору, сборка на прихватки.
3. Ручная дуговая сварка электродом ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, диаметр электрода $d=5\text{мм}$ на трансформаторе ВДУ-504. Приварка ушей к днищу, сварочный ток 250А, напряжение 22 В.
4. Контроль сварки ушей к днищу.
5. Сборка днища с нижней обечайкой на прихватки с помощью сварочного выпрямителя ВДУ-504 и электродом ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, диаметр электрода $d=5\text{мм}$, длиной 30 мм, через 200 мм.
6. Автоматическая сварка под флюсом на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250, роликовый вращатель 10TNA внутренне-го шва сварного соединения днище + нижняя обечайка. Сварочный ток-650А, напряжение-38 В, скорость сварки 25 м/ч.
7. Визуально-измерительный контроль внутреннего сварного шва.
8. Автоматическая сварка под флюсом на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250, роликовый вращатель 10TNA наружного шва сварного соединения днище + нижняя обечайка. Сварочный ток-650А, напряжение-38 В, скорость сварки 25 м/ч.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

9. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва.
10. Транспортировка обечайки + днище на радиографический контроль.
11. Радиографический контроль сварного шва обечайки + днище.
12. Транспортировка обечайки + днище на КСУ.
13. Сборка фланца с верхней обечайкой на прихватки с помощью сварочного выпрямителя ВДУ-504 и электродом ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, диаметр электрода $d=5$ мм, длиной 30 мм, через 200 мм.
14. Автоматическая сварка под флюсом на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250, вращатель M-11080 наружного шва фланец + обечайка верхняя. Сварочный ток-650А, напряжение-38 В, скорость сварки 30 м/ч.
15. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва.
16. Автоматическая сварка под флюсом на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250, роликовый вращатель 10TNA внутренне- го шва фланец + обечайка верхняя. Сварочный ток 650А, напряжение 38 В, скорость сварки 25 м/ч.
17. Визуально-измерительный контроль внутреннего сварного шва.
18. Установка на фланец скоб по кондуктору на прихватки.
19. Ручная дуговая сварка электродом ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, диаметр электрода $d = 5$ мм на сварочном выпрямителе ВДУ-504. Приварка скоб к фланцу, сварочный ток 300А, напряжение 22 В.
20. Визуально-измерительный контроль приварки скоб к фланцу.
21. Сборка верхней обечайки с нижней обечайкой на прихват с помощью сварочного выпрямителя ВДУ-504 и электродом ОЗЛ-7 ГОСТ 9466-75, диаметр электрода $d=5$ мм, длиной 30 мм, через 200 мм.
22. Автоматическая сварка под флюсом на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250, роликовый вращатель 10TNA внутренне- го шва сварного соединения верхняя обечайка + нижняя обечайка. Сварочный ток 650А, напряжение 38 В, скорость сварки 30 м/ч.
23. Визуально-измерительный контроль внутреннего сварного шва.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

24. Автоматическая сварка под флюсом на сварочной установке CaB-300M, выпрямитель LAF-1250, роликовый вращатель 10TNA наружного шва сварного соединения верхняя обечайка + нижняя обечайка. Сварочный ток 650А, напряжение 38 В, скорость сварки 25 м/ч.

25. Визуально-измерительный контроль наружного сварного шва.

26. Транспортировка реторты на радиографический контроль.

27. Радиографический контроль сварного шва верхняя обечайка + нижняя обечайка.

28. Транспортировка реторты на КСУ.

29. Установка серег, осей и шайб, приварка шайб к осям.

30. Визуально-измерительный контроль приварки шайб к осям.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

2 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки корпуса реторты. В процессе разработки предложена замена механизированной электродуговой сварки корпуса реторты на автоматическую электродуговую сварку под слоем флюса. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сварочного оборудования на более современное. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

– работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован в Министерстве юстиции России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице 15 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 15 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

| Характеристики | Сварщик частично механизированной сварки плавлением | Оператор автоматической сварки плавлением |
|--------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Трудовая функция | <p>Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.</p> | <p>Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов</p> |
| Трудовые действия: | <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций(возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> | <p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением. Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> |

Продолжение таблицы 15

| 1 | 2 | 3 |
|----------------------------|---|--|
| | | <p>Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля. Контроль исправления дефектов сварных соединений.</p> |
| <p>Необходимые умения:</p> | <p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций. Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p> | <p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку. Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений</p> |

Продолжение таблицы 15

| 1 | 2 | 3 |
|-------------------------|---|---|
| <p>Необходимые зна-</p> | <p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытания ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов.</p> | <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к сборке конструкции под сварку</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля</p> <p>Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p> |

Окончание таблицы 15

| 1 | 2 | 3 |
|-----------------------------------|--|---|
| Другие характеристики: | <p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; Сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; Сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; Сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p> | |
| Характеристики выполняемых работ: | <p>Прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций из различных материалов, предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками; Наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов; исправление дефектов сваркой.</p> | |

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по про-

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

фессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

- Особенности автоматической сварки под слоем флюса.
- Особенности регулировки оборудования для автоматической сварки.

Необходимые умения:

- Выполнение настройки и регулировки оборудования для автоматической сварки.
- Владение техникой автоматической сварки под слоем флюса.
- Контролирование процесса полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общеотраслевой и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 16. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 16 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го квалификационного разряда

| Но- мер дела | Наименование разделов тем | Ко- личество часов всего |
|--------------------|---|--------------------------------|
| 1. | ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ | 56 |
| 1.1 | Основы экономики отрасли | 2 |
| 1.2 | Материаловедение | 6 |
| 1.3 | Основы электротехника | 4 |
| 1.4 | Чтение чертежей | 2 |
| 1.5 | Спецтехнология | 42 |
| 2. | ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ | 120 |
| 2.1 | Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке | 32 |
| 2.2 | Работа на предприятии | 78 |
| | Консультации | 4 |
| | Квалификационный экзамен | 6 |
| | ИТОГО | 176 |

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овла-

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

дения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 17 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

| № п/п | Наименование темы | Кол-во часов |
|-------|--|--------------|
| 1 | Источники питания для автоматической сварки плавлением | 3 |
| 2 | Режимы автоматической сварки плавлением | 6 |
| 3 | Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса | 14 |
| 3.1 | Типовые конструкции сварочных головок | 6 |
| 3.2 | Механическое оборудование для сборки и сварки | 8 |
| 4 | Технология автоматической сварки под слоем флюса | 12 |
| 4.1 | Последовательность и техника выполнения сварочных операций | 6 |
| 4.2 | Сварочные материалы для автоматической сварки под слоем флюса | 6 |
| 5 | Контроль качества сварных швов | 4 |
| 6 | Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках | 3 |
| | Итого: | 42 |

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

2.4 Разработка плана урока по теме «Сварочные головки для автоматической сварки под флюсом»

Разработаем план урока по разделу «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса».

Тема урока «Сварочные головки для автоматической сварки под флюсом».

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных головок, их назначении и принципе работы.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный (рассказ, устный опрос), наглядный (демонстрация плакатов).

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты: «Общая схема устройства сварочной головки», «Сварочная головка фирмы ESAB для сварки внутренних швов»; «Сварочная головка фирмы ESAB для сварки наружных швов».

– Учебник: Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки, 1997. - 319 с.

– Каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://a-svarka.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.05.2019).

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний.

5. Изучение нового материала:

- Назначение сварочных головок;
- Основные узлы и механизмы сварочных головок;
- Изучение узлов сварочных головок для сварки наружных и внутренних кольцевых швов.

6. Подведение итогов занятия, задание на дом.

План-конспект урока представлен в таблице 17.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

Таблица 17 – План-конспект урока

| Планы занятия, затраты времени | Содержание учебного материала | Методическая деятельность |
|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Организационный момент 5 мин. | Здравствуйтесь! Прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки. Проверим присутствующих. | Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию. |
| Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 мин. | Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной сварки под слоем флюса» Тема занятия: «Типовые конструкции сварочных головок для автоматической сварки под флюсом» Цели нашего занятия: <i>Обучающая:</i> Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных головок их назначении и принципе работы. <i>Развивающая:</i> развитие технического и логического мышления, памяти, внимания. <i>Воспитательная:</i> воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета | Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока. |
| Актуализация опорных знаний 10 мин. | Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Перечислите особенности автоматической сварки под флюсом. 2. Чем отличается аппарат для полуавтоматической сварки от аппарата для автоматической сварки? 3. Перечислите источники питания для сварки, используемые в автоматической сварке. | Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих опрашиваю выборочно. |
| Изложение нового материала 35 мин. | Приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение сварочных головок; – Основные узлы и механизмы сварочных головок; – Изучение узлов сварочной головки на примере сварочной головки А6 SAW. – Изучение технических характеристик сварочной головки А6 SAW. По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. | Прошу учащихся записать план урока. |

Продолжение таблицы 17

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|--|
| | <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p> <p>В настоящее время широко применяется механизированная сварка – автоматическая сварка под слоем флюса. Давайте вспомним достоинства способа:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Повышенная производительность; – Минимальные потери электродного металла (не более 2%); – Отсутствие брызг; – Максимально надёжная защита зоны сварки; – Минимальная чувствительность к образованию оксидов; – Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги; – Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса; – Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва; – Малые затраты на подготовку кадров; – Отсутствует влияния субъективного фактора. <p>Но у сварки под флюсом есть и недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов; – Трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия; – Неблагоприятное воздействие на оператора; – Нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования. <p>Оборудование для автоматической сварки под флюсом</p> <p>Для автоматизации сварочного процесса необходимо выполнять 2 условия:</p> <p>Перемещение электрической дуги (сварочной ванны) по сварочному шву.</p> <p>Подача основного (сварочная проволока или лента) и вспомогательного (защитный газ, флюс) сварочного материала в зону сварки.</p> | <p>По мере изложения материала записываем достоинства автоматической сварки под флюсом.</p> <p>Привожу примеры применения данного способа сварки.</p> <p>Обращаю внимание на правильное конспектирование учебного материала.</p> <p>Слежу чтобы успели записать под диктовку.</p> <p>Спрашиваю, знают ли недостатки автоматической сварки под флюсом? Обучаемые поднимают руки, спрашиваю их.</p> <p>Отмечаю условия автоматизации сварочного процесса. Записываем под диктовку.</p> |

Продолжение таблицы 18

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| | <p>Автомат сварочный состоит из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сварочной головки. - Механизма подачи сварочной проволоки (для сварки) или ленты (для наплавки). - Механизма перемещения. - Системы управления. - Системы для подачи и отсоса для флюса, или газового оборудования. - Источника сварочного тока. <p>Головка сварочная – основной узел автомата. Она обеспечивает подачу сварочного материала в зону сварки. С помощью сварочной головки подводится электрический ток, поддерживается стабильный процесс сварки.</p> <p>Сварочная головка в общем случае состоит из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подающего механизма. - токоподводящего устройства. - механизма корректировки положения относительно сварочного шва. - флюсового или газового оборудования. <p>Основные функции сварочной головки – это подача в зону сварки сварочного материала и подвод к нему напряжения, поддержание стабильных параметров сварки или их изменения по заданной программе.</p> <p>Сварочная головка А6 SAW для сварки одиночной проволокой</p> <p>Сварочная головка А6 SAW предназначена для автоматической сварки, наплавки и может укомплектовываться различными модулями для увеличения производительности и качества сварки и наплавки: системой рециркуляции флюса и системой автоматического слежения сварочной головки по стыку. Используется совместно с блоком управления сварочным процессом РЕН, который позволяет сохранять в памяти до 10 сварочных программ.</p> <p>Сварочная головка А6 SAW для сварки одиночной проволокой под слоем флюса включает в свой состав:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Мотор-редуктор 74:1 с тахометром. - Поворотный редуктор 60х60 - Суппорта 300х300 мм с сервоприводом 42V, (2) - Система автоматического слежения по свариваемому стыку GMD - Бункер для флюса 10 л с флюсовой воронкой - Кронштейн для флюсового бункера для крепления над сварочной головкой А6 - Системы рециркуляции флюса OPC Super. | <p>По мере изложения материала записываем состав сварочного автомата.</p> <p>Разбираем устройство сварочной головки общего типа.</p> <p>Прошу в виде блоков зарисовать и записать устройство сварочной головки.</p> <p>Вместе разбираем устройство сварочной головки, записываем основные моменты.</p> <p>Переходим к рассмотрению сварочной головки. Обращаю внимание на ее конструкцию.</p> <p>Показываю плакат «Сварочная головка А6 SAW», записываем ее состав. Обращаю внимание на составные части сварочной головки, спрашиваю: «Все ли понятно?»</p> |

| | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|
| | | | | |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата |

Продолжение таблицы 18

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | <div data-bbox="603 215 944 510" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="523 517 941 551" style="text-align: center;">Сварочная головка ESAB A6S</p> <p data-bbox="448 573 1182 969">Сварочные головы ESAB поставляются без подающего ролика и контактных наконечников и губок, которые выбираются дополнительно под конкретный диаметр и тип проволоки. Предлагаются широкие возможности по конфигурированию сварочных головок А6 и оснащению дополнительными опциями для решения конкретных производственных задач или комплексного решения ряда задач. Сварочные головки ESAB высокие стандартны качества сварки и предоставляет гибкость в плане выбора под нужные задачи.</p> <p data-bbox="472 981 893 1010">Особенности и преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="448 1019 1182 1081">– Гибкость, надежность и превосходная работоспособность. <li data-bbox="472 1093 1182 1196">– Широкий ассортимент компонентов и модулей позволяет легко адаптировать систему для выполнения конкретных работ. <li data-bbox="472 1207 1182 1270">– Двигатель А6 VEC для надёжной и стабильной проволоки. <li data-bbox="472 1281 1182 1420">– Точное простое слежение по стыку с помощью моторизованных слайдеров и систем управления и позиционирования PAV или автоматической системы слежения за стыком GMH. <li data-bbox="472 1431 1182 1641">– Подходит для тяжелых режимов сварки в среде защитных газов (GMAW), дуговой сварки под флюсом одной/двумя проволоками (SAW), а также для наплавки лентой и сварки по технологии Integrated Cold Electrode (ICE) с использованием дополнительного оборудования. <li data-bbox="448 1653 1182 1756">– Блок управления РЕК А2/А6 для быстрой и точной предварительной настройки всех параметров перед началом сварки. <li data-bbox="448 1767 1182 1870">– Система обратной связи обеспечивает высокое и стабильное качество сварки, что экономит время и материалы. <li data-bbox="448 1881 1182 2045">– Сварочные головки могут быть оснащены стандартным устройством подачи проволоки (передаточное число 156:1) или высокоскоростным устройством подачи проволоки (передаточное число 74:1). | <p data-bbox="1206 185 1501 360">Разбираем устройство автоматов, показываю плакат «Схема сварочного трактора».</p> <p data-bbox="1206 371 1501 546">Прошу в виде блоков зарисовать и записать устройство сварочного трактора.</p> <p data-bbox="1206 624 1501 799">Вместе разбираем устройство сварочной головки, записываем основные моменты.</p> <p data-bbox="1206 1326 1501 1500">Переходим к рассмотрению сварочного трактора. Обращаю внимание на его конструкцию.</p> <p data-bbox="1206 1691 1501 1865">Записываем под диктовку. Смотрю как успевают конспектировать обучаемые.</p> |

| | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|
| | | | | |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата |

Окончание таблицы 18

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|--|
| . | <p>Рекомендуемые области применения сварочной головки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Строительство мостов – Строительство промышленных объектов – Изготовление сосудов, работающих под давлением – Судостроение и шельфовое строительство – Машиностроение – Автомобилестроение – Металлургия – Энергетическое машиностроение – Оборонная промышленность | |
| Первичное закрепление материала 10 мин. | <p>Теперь я прошу ответить на вопросы, для того, чтобы выяснить на сколько обучаемые усвоили новый материал.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие составные части сварочного автомата вы изучили? 2. Перечислите основные компоненты сварочной головки. 3. Перечислите рекомендуемые области применения сварочной головки. 4. Поясните преимущества сварочной головки А6 SAW. | <p>Провожу фронтальный опрос обучающихся. Активизирую деятельность обучающихся, задавая вопросы по новому материалу. Остальных прошу следить за ответами, дополнять и делать вывод. Выставляю оценки в журнал.</p> |
| Выдача домашнего задания 5 мин. | <p>Запишите домашнее задание: изучить конспект, повторить устройство сварочной головки А6 SAW.</p> | <p>Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего задания.</p> |

Методическая часть, выполненная в данном проекте, является результатом психолого-педагогической подготовки бакалавра профессионального обучения. При ее выполнении была сделана методическая работа, которая включает сравнительный анализ профессиональных стандартов специалистов сварочного производства; разработку учебного плана переподготовки рабочих, разработку тематического плана дисциплины «Спецтехнология» и разработку плана урока, в содержание которого используются результаты технологической разработки выпускной квалификационной работы.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проанализирован базовый вариант изготовления реторты для производства титановой губки, главными недостатками которого являются низкая производительность и зависимость качества сварных швов от умений сварщика. Для решения данной проблемы были рассмотрены другие более производительные способы сварки, приемлемые для данного изделия, особое внимание было уделено способу автоматической сварки под флюсом. В связи с этим подобраны сварочные материалы (сварочная проволока, сварочный флюс), произведены расчеты режима сварки, подобрано современное технологическое оборудование для сборки и сварки и последовательность технологического процесса изготовления реторты.

В рамках методического раздела произведена разработка программы переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го разряда, которую можно использовать в условиях промышленного производства.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 *Багрянский, К. В.* Теория сварочных процессов [Текст]: учеб. пособие для вузов / К. В. Багрянский, З. А. Добротина, К. К. Хренов. – М.: Высш. шк., 1976. - 424 с.

2 *Волчкевич, Л. И.* Автоматизация производственных процессов [Текст]: учеб. пособие / Л. И. Волчкевич. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 203 с.

3 *Гладков, Э. А.* Управление процессами и оборудованием при сварке [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Э.А. Гладков. – М.: Машиностроение, 2006. – 115 с.

4 *Глизманенко, Д. Л.* Сварка и резка металлов [Текст]: учебник для профессионально-технических училищ / Д. Л. Глизманенко. - 7-е изд., переработанное. - М.: Машиностроение, 1971. - 488 с.

5 *Гривняк, И.* Свариваемость сталей [Текст]: учебник для вузов / И. Гривняк., Э. Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с.

6 *Думов, С. И.* Технология электрической сварки плавлением [Текст]: учеб. пособие / С. И. Думов. – М.: Машиностроение, 1970. – 159 с.

7 *Конищев, Б. П.* Защитные газы и сварочные флюсы [Текст]: учеб. пособие / Б. П. Конищев, Н. Н. Потапов. – М.: Машиностроение, 1989. - 544 с.

8 *Кортес, А. В.* Сварка, резка, пайка металлов [Текст]: учеб. пособие / А. В. Кортес. – М., 2001. – 197 с.

9 *Куркин, С. А.* Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций [Текст]: учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С. А. Куркин, В. М. Ховов, А. М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 317 с.

10 *Левина, М. М.* Технология профессионального педагогического образования [Текст]: учеб. пособие для вузов / М. М. Левина. – М.: Высш. шк., 2001. – 255 с.

11 *Мальшев, Б. Д.* Сварка и резка в промышленном строительстве

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| | | | | | | |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

[Текст]: учеб. пособие /Б. Д. Малышева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 782 с.

12 Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей [Текст]: учеб. пособие/ В.В. Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 184 с.

13 Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли» [Текст]: – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2008. – 38 с.

14 Овчинников, В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.В. Овчинников. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 224 с.

15 Прох, Л. Ц. Справочник по сварочному оборудованию [Текст]: учеб. пособие для вузов / Л. Х. Прох. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. - 207 с.

16 Свариваемость стали 12Х18Н10Т: [Электронный ресурс]/Режим доступа: <https://studopedia.org/9-46597.html>, свободный. Дата обращения: 11.05.2019.

17 Скакун, В.А. Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ [Текст] /В.А.Скакун. - М.: Высш. шк, 1987. - 271 с.

18 Сорокин, В. Г. Марочник сталей и сплавов [Текст]: учеб. пособие / В. Г. Сорокин. – М: Машиностроение, 1989. – 640 с.

19 Фролов, В.А. Технология сварки плавлением и термической резки металлов [Текст]: учебное пособие /В.А. Фролов, В.Р. Петренко, А.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков; Под ред. проф. В.А. Фролова. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2014. – 448 с.

20 Хромченко, Ф. А. Справочное пособие электросварщика [Текст]: учеб. пособие / Ф. А. Хромченко. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2005. – 485 с.

21 Шебеко, Л.П. Производственное обучение электрогазосварщиков [Текст]: метод. пособие / Л.П.Шебеко. – М.: Высш.шк., 1972. -184 с.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.608.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Дата | | |

22 ГОСТ 19281-71. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. [Текст]. Введ. 1971.01.01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.

23 ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. [Текст]. Введ. 1979-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, Москва, 1979. – 31 с.

24 ГОСТ 6032-2003. Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость к межкристаллитной коррозии. [Текст]. Введ. 2003-09-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003. – 27 с.

25 ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. [Текст]. Введ. 1970-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.

26 ГОСТ Р 52222-2004. Флюсы сварочные плавящиеся для автоматической сварки. Технические условия. [Текст]. Введ. 2004-02-12. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004. – 25 с.

27 ГОСТ 23118-99. Конструкции стальные строительные. Межгосударственный стандарт. [Текст]. Введ. 2000-07-04. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 25 с.

28 ГОСТ 22727-88. Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля. [Текст]. Введ. 1988-05-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1988. – 23 с.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП 44.03.04.608.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

