**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ**

**Рузаевское отеделение**

**Государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Республики Мордовия**

**«саранский политехнический техникум»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по выполнению дипломного проекта**

**для студентов специальности «Сварочное производство»**

2017

|  |  |
| --- | --- |
| РАССМОТРЕНО и ОДОБРЕНО  цикловой комиссией по программам подготовки специалистов среднего звена  Председатель комиссии:  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т.В. Ферафонтова  «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г. | УТВЕРЖДАЮ  Заведующий отделением по учебной и методической работе  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.В. Афонина  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г. |

Авторы Шевчук И.В. – преподаватель

СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Общие положения, состав и содержание дипломного проекта | 4 |
| Структура дипломного проекта | 4 |
| Содержание графической части дипломного проекта | 5 |
| Методические рекомендации к выполнению разделов пояснительной записки | 6 |
| Введение | 6 |
| 1.Общий раздел |  |
| * 1. Назначение, условия работы и описание конструкции | 6 |
| * 1. Выбор и обоснование выбора основного металла | 8 |
| 1.3 Технические условия на изготовление конструкции | 10 |
| 2.Технологический раздел |  |
| 2.1 Определение типа производства | 13 |
| 2.2 Выбор и обоснование заготовительных операций, заготовительного оборудования | 14 |
| 2.3 Выбор и обоснование выбора способа сборки, сборочного оборудования и приспособлений | 19 |
| * 1. Выбор и обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов | 21 |
| * 1. Выбор источников питания и сварочного оборудования | 24 |
| * 1. Расчет режимов сварки | 28 |
| 2.7 Контроль качества сварной конструкции | 32 |
| 2.8 Разработка и оформление маршрута сборки-сварки сварной конструкции | 35 |
| 3. Расчет сварных швов корпуса на прочность | 38 |
| 4. Нормирование технологического процесса сборки - сварки | 42 |
| 5. Организационный раздел |  |
| 5.1 Организация рабочих мест | 46 |
| 5.2 Планировка оборудования и расчет площадей | 46 |
| 5.3 Техника безопасности, охрана окружающей среды и противопожарные мероприятия | 48 |
| Список использованных источников | 70 |
| Стандарты | 71 |
| Приложение А | 73 |
| Приложение Б | 76 |

**Общие положения, состав и содержание дипломного проекта**

Дипломный проект – это комплексная самостоятельная творческая работа, выполняемая на завершающем этапе обучения, в ходе которой студент решает конкретные профессиональные задачи, соответствующие уровню образования присваевоемой квалификации, на основе которой Государственная квалификационная комиссия принимает решение о присвоении студенту квалификации специалиста.

Законченный дипломный проект состоит из пояснительной записки объемом 80-100 страниц машинописного текста. Графическая часть выполняется на 5 листах чертежной бумаги.

Тематика дипломных проектов должна отражать конкретные задачи, стоящие перед отечественными машиностроительными предприятиями. Она должна предусматривать проектирование технологического процесса сборки и сварки заданной сварной конструкции при определенном объеме выпуска ее в год. Технологический процесс должен отвечать современному уровню соответствующей отрасли промышленности.

Тематика дипломных проектов должна быть рассмотрена на заседании цикловой комиссии и утверждена заместителем директора по учебной, научной и методической работе.

Ответственность за принятие решения в дипломном проекте, качество выполнения пояснительной записки, графической части, комплекта документов на технологический процесс, а также за своевременное завершение работы несет автор-студент и руководитель.

**Структура дипломного проекта**

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графического материала.

Пояснительная записка формируется в следующей последовательности:

- титульный лист;

- задание на дипломный проект;

- рецензия;

- содержание;

- введение;

- текстовая часть пояснительной записки;

- перечень источников;

- приложения;

Графическая часть проекта должна быть представлена в объеме 4-5 листов формата A1. В состав графических разработок могут быть включены:

- сборочный чертеж сварной конструкции (1 лист формата А1)

- спецификация сварных швов (1 лист формата А2)

- маршрут сборки-сварки сварной конструкции (2 листа формата А1)

- планировка сборочно-сварочного участка (цеха) (1 лист формата А1(А2))

- таблицы с результатами расчетов и другие материалы по согласованию с руководителем дипломного проекта.

Содержательная часть пояснительной записки в общем случае включает следующие разделы:

Введение

1.Общий раздел

* 1. Назначение, условия работы и описание конструкции
  2. Выбор и обоснование выбора основного металла

2.Технологический раздел

2.1 Определение типа производства

2.2 Выбор и обоснование выбора заготовительных операций, заготовительного оборудования

2.3 Выбор и обоснование выбора способа сборки, сборочного оборудования и приспособлений

* 1. Выбор и обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов
  2. Выбор источников питания и сварочного оборудования
  3. Расчет режимов сварки
  4. Контроль качества сварной конструкции

2.8 Разработка и оформление маршрута сборки-сварки сварной конструкции

3. Расчет сварных швов корпуса на прочность

4. Нормирование технологического процесса сборки-сварки

5. Организационный раздел

5.1 Организация рабочих мест

5.2 Планировка оборудования и расчет площадей

5.3 Техника безопасности, охрана окружающей среды и противопожарные мероприятия

6. Экономическая часть

6.1 Расчет стоимости основных и вспомогательных материалов

6.2 Расчет расхода и стоимости электроэнергии

6.3 Расчет потребного количества сборочно-сварочного и транспортного оборудования

6.4 Определение численности производственных, вспомогательных рабочих

6.5 Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

6.6 Расчет цеховых расходов

6.7 Составление калькуляции себестоимости продукции

6.8 Экономическая эффективность проекта

6.8.1 Процент снижения себестоимости

6.8.2 Рост производительности труда

6.8.3 Условно-годовая экономия

6.8.4 Основные технико- экономические показатели и выводы по проекту

Приложения

**Содержание графической части дипломного проекта**

Сборочный чертеж сварной металлоконструкции (1 лист формата А1). Приводится общий вид изделия с необходимым количеством проекций, разрезов и сечений, характеризующих конструкцию изделия и сварных соединений.

Спецификация сварных швов (1 лист формата А2). Указываются типы сварных соединений в виде таблицы, содержащей номер шва, соответствующий ГОСТ на сварку, условное изображение, тип соединения, количество швов, наименование сварочных материалов и виды контроля качества.

Расчетные схемы сварных соединений (1 лист формата А2). Приводятся схемы сварных швов и нагрузки, действующие на эти швы. (Приложение А).

Схема технологического процесса изготовления изделия (2 листа формата А1). На листах указывается наименование и последовательность основных операций изготовления изделия (его узлов), принятых в проекте (заготовительные, сборочные, сварочные, сборочно-сварочные, термические, контрольные). Операции иллюстрируются эскизами, наиболее полно отражающими сущность технологической операции.

Перечень и последовательность сборочно-сварочных операций должны отражать предлагаемый технологический процесс: сборка методом наращивания, поузловая сборка и сварка, сварка после окончательной сборки конструкции или сборки и сварки отдельных элементов и швов и т.д.

Планировка сборочно-сварочного участка (цеха) (1 лист формата А1 (А2)). Рекомендуется привести полную информацию о размещении сборочно-сварочного оборудования.

**Методические рекомендации к выполнению разделов пояснительной записки**

**ВВЕДЕНИЕ**

Во введении следует кратко изложить следующие вопросы:

- данные о развитии и применении сварки в той отрасли промышленности, к которой относится сварная конструкция;

- предлагаемый объем использования высокопроизводительных современных методов сварки и возможность комплексной механизации и автоматизации производства по изготовлению заданной сварной конструкции;

- основные цели и мероприятия, связанные с дальнейшим повышением технического уровня производства, экономией использования основных материалов, улучшением качества продукции и влияние этих факторов на технический прогресс в той отрасли, к которой относится заданная сварная конструкция;

- мероприятия, обеспечивающие повышение производительности труда сварочных работ при производстве проектируемого объекта;

- перспективы развития данной отрасли промышленности.

***Пример*:** Значение сварочного производства в машиностроении очень велико – сейчас трудно назвать отрасль промышленности, где бы ни применялся тот или иной вид сварки. С применением сварки стало возможным создание таких конструкций машин и аппаратов, которые практически нельзя было бы изготовить другими способами. Сварка внесла коренные изменения в конструкцию и технологию производства многих изделий. [1, с. 4].

Современная наука о сварке и техника позволяет надёжно соединить детали любых толщин и конфигураций от мельчайших электронных приборов до гигантских частей машин и сооружений.

Развитие современной технологии позволяет в настоящее время осуществить сварку не только на промышленных предприятиях, но и на открытом воздухе, под водой и даже в космосе. [1,с. 4].

Сварка позволяет соединять практически любые применяющиеся в промышленности материалы – металлы, пластмассы, керамику. Она позволяет создавать конструкции с высокими эксплуатационными характеристиками с учетом экономии материалов и времени. При этом открываются большие возможности механизации и автоматизации производства, создаются предпосылки для повышения производительности, улучшаются условия труда работников.[1, с.5].

Одно из наиболее развивающихся направлений в сварочном производстве – это использование механизированной и автоматической дуговой сварки.

Важное место отводится созданию специального сварочного оборудования и средств оснащения технологических процессов.[3,с. 5].

1. **Общий раздел**
   1. **Назначение, условия работы и описание конструкции**

В описании конструкции следует кратко осветить:

1. Область применения и назначение проектируемого изделия или объекта промышленности, описание его работы.

2. Особые требования, предъявляемые к объекту конструкции и сварным швам.

3. Конструктивное оформление, основные размеры и условия работы.

4. Технологичность конструкции, т. е. возможность расчленения ее на отдельные узлы, которые могут быть собраны и сварены на специальных рабочих местах с применением высокопроизводительной сборочно-сварочной оснастки.

5. Анализ технологичности конструкции, возможность применения универсальной сборочно-сварочной оснастки, механизированной сварки, доступность выполнения сварных швов и т. п.

Описание сварной конструкции приводится по следующим пока­зателям: масса, объем (для емкости), габариты; перечень свариваемых элементов (заготовок и деталей) по марке материала, сортамента и толщине проката; типы сварных соединений.

***Пример*:** «Воздушно-напорный сборник сатурационного газа» предназначен для использования в качестве промежуточной емкости между насосами и потребителями газа.

Используется в невзрывоопасной и непожароопасной среде. Сборник устанавливается на открытой площадке.

Металлоконструкция «Сборник» классифицируется: по технологическому признаку - как стальная, тонколистовая сварная конструкция, а по напряженно - деформированному состоянию относится к конструкциям оболочкового типа. Сварная конструкция испытывает статическую нагрузку от собственного веса и сжиженного газа, давящего на ее стенки. К металлоконструкции сборника предъявляются следующие требования - прочность, жесткость, герметичность, устойчивость.

Сварные швы корпуса сборника должны отвечать требованиям прочности и плотности.

Техническая характеристика

Рабочее давление избыточное, МПа (кгс/см2): 0,114 (1,14)

Расчетное давление избыточное, МПа (кгс/см2): 0,114(1,14)

Максимально допустимая рабочая температура стенок, С0: 30

Минимально допустимая рабочая температура стенок, С0: 25

Внутренний объем, м3: 167,9

Основной материал сосуда: сталь 09Г2С-6 ГОСТ 5520-79

Количество циклов нагружения, не более: 1000

Габариты, мм: наружный диаметр 3200

длина корпуса 18415

толщина стенок 14

Масса, кг: 24550.

Габаритные размеры сборника превышают размер сортового проката, поэтому ее изготавливают из нескольких листов при помощи сварки. Конструкция изготавливается из листового и профильного проката. Корпус имеет сферическое днище и крышку со штуцерами и люком для подачи и отбора воздуха (жидкости) и неподвижной опоры.

Сборник состоит из следующих узлов и подузлов: корпуса (3-х обечаек, 1 днища,1 крышки), 2 штуцеров для манометра, 2 штуцеров входа и выхода газа от компрессоров, штуцеров для предохранительного клапана, на дефектоскопию, для окончательного спуска, для промывки водой, люка, опоры неподвижной. Сборка и сварка корпуса производятся из указанных узлов и не вошедших в них деталей (опоры и лестница).

При изготовлении этой конструкции применяют такие операции, как вальцовка, штамповка, холодная гибка, которые вызывают большие пластические деформации материала, связанные со значительным использованием его деформационной способности.

Основным материалом данной сварной конструкции является сталь 09Г2С - 6 ГОСТ 5520-79. Эта сталь является низколегированной, так как в ней содержание легирующих элементов не более 3% и относится к группе хорошо свариваемых сталей, не требует термической обработки до сварки и после сварки. Стали этой группы, сваривают электродами типа Э-42 марки УОНИ 13/45.

Данную конструкцию можно сваривать автоматической и механизированной сваркой, выполнение швов происходит в нижнем удобном положении. При сварке конструкции применяют сборочное оборудование и приспособления: шаблоны, прижимы, стягивающие и распорные приспособления, роликовые стенды. Применяется последовательная и поузловая сборка. Сварку выполняют стыковыми (С29), тавровыми (Т3∆8, Т4∆12),угловыми (У3, У6) и нахлесточными (Н1∆12) соединениями.

Есть возможность использовать рациональные, производительные и объективные методы контроля: внешний осмотр и измерения - 100%, и рентгенографический контроль – 100% длины кольцевого сварного шва, ультразвуковой контроль, гидравлические и пневматические испытания. Затруднений для контроля качества нет.

На основании проведенного анализа, можно сделать вывод, что металлоконструкция «Воздушно-напорный сборник сатурационного газа» технологична: имеется возможность расчленить ее на отдельные узлы и детали, обеспечивающие сборку и сварку с применением сборочного оборудования и приспособлений автоматической и полуавтоматической сварки, выбранные материалы конструкции отвечают эксплуатационным характеристикам изделия. Можно получить металлоконструкцию высокого качества при минимальных затратах, т.е. с минимальной трудоемкостью и энергоемкостью технологического процесса.

**1.2 Выбор и обоснование выбора основного металла**

Обоснование материала сварной конструкции производить с учетом следующих основных требований:

* обеспечения прочности и жесткости при наименьших затратах ее изготовления с учетом максимальной экономии металла;
* гарантирования условий хорошей свариваемости при минимальном разупрочнении и снижении пластичности в зонах сварных соединений;
* обеспечения надежности эксплуатации конструкции при заданных нагрузках, при переменных температурах в агрессивных средах;

- обеспечение надежности эксплуатации конструкции при заданных нагрузках, агрессивных средах и переменных температурах.

Приводится химический состав и механические свойства, состояние поставки, структура и механические свойства свариваемого материала, влияние легирующих элементов на свойства стали. Оценивается склонность стали к образованию горячих и холодных трещин и хрупким разрушениям при низких температурах. Указывается область применения выбранной марки стали.

Необходимо указать химический состав и механические свойства стали в форме таблиц 1, 2. Данные использовать из марочника стали. [8]

Таблица 1 - Химический состав стали

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка стали | ГОСТ | Содержание  (не более) |
|  |  |  |

Таблица 2 - Механические свойства стали

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | ГОСТ | Временное сопротивление разрыву,  МН/м2 (кг/мм2) | Предел текучести, МН/м2(кг/мм2) | Относительное удлинение , % | Относительное сужение, % | Удельная вязкость, Дж/м |

Для правильного проектирования технологического процесса необходимо дать оценку свариваемости выбранной марки стали. Оценка свариваемости углеродистых сталей производится по содержанию углерода, а легированных сталей - по эквиваленту углерода. Установить свариваемость марки стали по эквиваленту углерода Сэ, можно из формулы

, (1)

где Сэ – эквивалент углерода, %;

 - содержание углерода, %;

 - содержание магния, %;

 - содержание никеля, %;

 - содержание хрома, %;

 - содержание молибдена, %;

 - содержание ванадия, %.

Стали, у которых Сэ = 0,2...0,45%, хорошо свариваются, не требуют предварительного подогрева и последующей термообработки.

***Пример:*** При изготовлении аппарата 1-80-1,0-Т в качестве основного материала применяют сталь 16ГС ГОСТ 5520-79. Это конструкционная низколегированная сталь, которую используют для изготовления различных деталей и элементов, сварных металлоконструкций. Областью применения этой стали является нефтехимическое машиностроение и изготовлении различного вида аппаратуры химической, нефтяной отраслей промышленности. Сталь 16ГС сваривается без ограничений и относится к группе хорошо свариваемых сталей.

Сталь 16ГС хорошо сваривается всеми видами сварки и сварные соединения получаются высокого качества без применения особых приемов сварки.

Содержание вредных примесей в этой стали очень мало, что и дало ей такое большое распространение в изготовлении металлических конструкций. Химический состав стали приводится в таблице \*.

Таблица \* - Химический состав стали 16ГС-12 ГОСТ 5520-79,%

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С | Si | Mn | Cr | Ni | Cu | P | S | N | As |
| Не более | | | | | | |
| 0,12-0,18 | 0,44-0,7 | 0,9-1,2 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,035 | 0,040 | 0,008 | 0,08 |

Так как аппарат применяется в технологических установках газовой, нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности для жидких и газообразных сред, с рабочим давлением 0,8 МПа и расчетным избыточным давлением 1,0 МПа, предъявляются повышенные требования прочности и герметичности. Сталь отвечает всем техническим характеристикам и эксплуатационным требованиям. Механический состав стали приводится в таблице \*.

Таблица \* - Механические свойства стали 16ГС-12 ГОСТ 5520-79

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | ГОСТ | Состояние поставки | Сечение, мм. | Предел текучести σ 0,2 | Предел прочности σВ | Относительное удлинение δВ, % | Предел длительной прочности σД |
| МПа | |
| Не менее | | | |
| 16ГС-12 | 5520-79 | Листы и полосы (образцы поперечные) | От 10 до 20 вкл. | 315 | 480 | 21 | 480 |

Большое влияние на технологичность сварных конструкций оказывает свариваемость - способность данной конструкции при данном материале обеспечить высокое качество сварных соединений. Проверку свариваемости для низколегированной стали произвожу по эквиваленту углерода (СЭ) с учетом толщины металла.

Свариваемость рассматривается как степень соответствия сварных соединений одноименным свойствам основного металла, или нормативным значениям свойств.

СЭ=0,16+0,9/20+0,3/15+0,3/10=0,255%

Т.к. содержание эквивалента углерода не превышает допустимую норму 0,45%, то данная сталь относится к группе хорошо свариваемых, не требует предварительного подогрева и последующей термообработки.

**2.Технологический раздел**

* 1. **Определение типа производства**

Все машиностроительные предприятия, цеха и участки могут быть отнесены к одному из трёх типов производства:

- единичному;

- серийному;

- массовому.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых изделий и малым объёмом их выпуска. Оно отличается универсальностью оборудования и рабочих мест. В сварочном производстве почти полностью отсутствует специальное сварочное оборудование, сборочно-сварочные приспособления и механизмы.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изготавливаемых изделий и большим объёмом выпуска, повторяющимся через определённый промежуток времени партиями.

Технологический процесс в серийном производстве дифференцирован, т.е. разделён на отдельные операции, которые закреплены зa отдельными рабочими местами. Сравнительно устойчивая номенклатура позволяет широко применять специальные сборочно-сварочные приспособления, внедрять автоматизированные способы сварки, а на отдельных участках организовать поточные линии. При этом используется как общецеховой транспорт, так и напольный. Специализация отдельных видов работ требует высокой квалифика­ции рабочих.

В серийном производстве более детально разрабатываются технологические процессы с указанием режимов работ, способов контроля.

Серийное производство значительно эффективнее, чем единичное, т.к. более полно используется оборудование, а специализация рабочих мест обеспечивает производительность труда. В зависимости от числа изделий в партии и значения коэффициента закрепления операций различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство.

Массовое производство характеризуется непрерывным изготовлением узкой номенклатуры изделий в течение продолжительного времени и большим объёмом выпуска. Оно позволяет широко использовать специальное высокопроизводительное оборудование и приспособления. Это обеспечивает высокую производительность труда, лучшее использование основных производственных фондов и более низкую себестоимость продукции, чем в серийном и единичном производстве.

Исходя из массы и габаритов сварной конструкции, а также заданной программы выпуска, с учётом особенностей каждого типа производства выбирается тот или иной тип производства - таблица 4.

Таблица 4 - Зависимость типа производства от программы выпуска (шт) и массы изделия

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Масса детали, кг | Единичное  производство | Мелкосерийное  производство | Среднесерийное производство | Крупносерийное производство | Массовое производство |
| <1,0 | <10 | 10-2000 | 1500-100000 | 75000-200000 | 200000 |
| 1,0-2,5 | <10 | 10-1000 | 1000-50000 | 50000-100000 | 100000 |
| 2,5-5,0 | <10 | 10-500 | 500-35000 | 35000-75000 | 75000 |
| 5,0-10,0 | <10 | 10-300 | 300-25000 | 25000-50000 | 50000 |
| >10 | <10 | 10-200 | 200-10000 | 10000-25000 | 25000 |

* 1. **Выбор и обоснование выбора заготовительных операций, заготовительного оборудования**

В дипломном проекте необходимо выполнить выбор заготовительных операций по изготовлению деталей, входящих в заданную сварную конструкцию. На выбор заготовительных операций изделия в целом влияют следующие факторы: марка материала, его физико-механические свойства, размеры и конструктивные формы деталей, тип производства и объем выпуска продукции, характер применяемого оборудования.

Выбор заготовительного оборудования производится с учетом типа производства, марки и толщины материала, конфигурации, технологии изготовления и назначения заготовок. Заготовительное оборудование должно обеспечивать высокую производительность и по возможности иметь небольшие габариты. Выбранное оборудование должно быть охарактеризовано паспортными данными.

В порядке последовательности технологических операций, выполняемых в заготовительных цехах и отделениях, ниже рассматриваются наиболее употребительные способы их осуществления.

Первичная обработка металлов.

После поступления основных материалов в заготовительном отделении цеха металлы подвергаются предварительной обработке. Операциями такой первичной обработки являются: правка материалов, вырезка заготовок, производимая для облегчения транспортировки и дальнейших операций по изготовлению деталей.

Правку проката производят в холодном состоянии на листопровильных и сортопровильных вальцах и прессах в зависимости от сортамента металла, подлежащего обработке. Наибольшее применение находит правка в холодном состоянии. При этом выпрямленный лист должен иметь кривизну не более 1 *мм* на 1 *м.* Правку мелких деталей целесообразно производить на вальцах, используя подкладной лист.

Для целей первичной обработки наиболее рентабельным способом резки всех сортаментов стали толщиной 5мм и более является газопламенная резка. Это объясняется портативностью аппаратуры и сравнительно высокой экономичностью и универсальностью способа.

Перед подачей материала в заготовительный цех целесообразно произвести очистку от загрязнений и предварительную правку на складе металлов. Производительность различных способов очистки листового материала приводится в таблице 5.

Таблица 5 - Производительность очистки листового материала

|  |  |
| --- | --- |
| Способ очистки | Производительность труда, % |
| Дробеструйная | 60 – 75 |
| Химическая | 40 |
| Пескоструйная | 5 – 7 |
| Ручная | 0,75 |

После черновой обработки - правки и в некоторых случаях резки весь прокат, поступающий в заготовительное производство, проходит ряд операций, из которых наиболее часто применяются следующие:

Разметка либо наметка.

Прежде чем приступить к выполнению рабочих операций, изменяющих форму и очертание исходного материала, в большинстве случаев необходимо этот металл разметить. Разметка представляет собой нанесение на металл конфигурации изготавливаемых деталей в натуральную величину. Основной целью этой операции служат обеспечение точных, в соответствии с чертежами, размеров вырезаемых из металла деталей. В качестве оборудования используются разметочные плиты и столы. Средствами для разметки служат разного рода мерительные и чертежные инструменты.

Вместо разметки в серийном и массовом производстве применяют наметку посредствам плоских шаблонов. Необходимость разметки либо наметки отпадает в тех случаях, когда последующей операцией является газопламенная резка по контуру или механическая резка металла по упору.

Резка. Механическая резка в основном производится на пресс - ножницах и гильотинных ножницах. При этом необходимо учитывать точность реза, производительность и изменение физико-механических свойств зоны реза. Обрезная кромка должна быть перпендикулярна основанию, не иметь вмятин и заусениц. Отклонение от намеченной риски должно быть не более ± 1 *мм.* В большинстве случаев непосредственно после разметки или наметки следует рабочая операция резки металла. В соответствии с очертаниями вырезаемой детали различают резку прямолинейную и резку криволинейную по копирам.

Наиболее универсальным и широко распространенным способом резки незакаливающихся сталей является газопламенная резка.

Газовая резка бывает ручная и машинная. Возможны два метода резки: резка в размер, или чистовая, и резка заготовительная, т. е. с последующей обработкой. По степени точности резка в размер имеет три класса точности:

I класс — вырезка деталей, сопрягаемых с другими впритык или же для сварки в стык. Допуск при этом ±0,5—1,5 *мм* (только машинная резка);

II класс — вырезка деталей, сопрягаемых с другими с помощью болтов, заклепок или сварки внахлест. Допуск при этом ±1,5—2,5 *мм* (в основном машинная резка);

III класс точности — вырезка деталей, не сопрягаемых с другими деталями, например вырезка наружной окружности фланцев, опорных элементов и др. Допуск при этом ± 5 *мм;* применяется как машинная, так и ручная резка.

Заготовительная резка производится в тех случаях, когда деталь подвергается последующей механической обработке, допуск на размеры заготовок соответствует 2—3-му классу точности и только в плюс.

Резка металла на механических станках отличается большой производительностью наряду с высоким качеством получаемого реза. Поэтому для массовых и крупносерийных работ по выполнению прямолинейных резов стали малой и средней толщины следует предпочесть холодную механическую резку газопламенной.

Криволинейные резы тонкого листового металла толщиной не более 6мм рационально выполнять на роликовых ножницах с двумя дисковыми ножами.

Гибка.

Гибка листового, полосового и широкополосового металла производится на трех - и четырехвалковых вальцах и прессах. На холодную гибку листы должны поступать с подготовленными кромками. Гибка профильного металла производится на профильно-гибочных станах и прессах. Наименьший радиус гибки в холодном состоянии рекомендуется брать равным не менее 25-кратной толщине листа. Гибка больших толщин и обечаек малого диаметра производится горячим способом.

Штамповка деталей.

Штамповку деталей из листового металла производят либо в холодном, либо в горячем состоянии. Холодная штамповка применяется лишь для небольших толщин материала: не свыше 10мм. При больших толщинах холодная штамповка приводит к появлению трещин в местах натяжки штампуемого металла и, кроме того, может быть осуществлена с помощью прессов чрезвычайно большой мощности. Поэтому для штамповки металла толщиной свыше 8-10мм применяют горячий способ, т. е. предварительный нагрев металла в подогревательных печах или горнах с последующей его штамповкой.

Для выполнения холодной штамповки применяются прессы различной мощности и разных конструкций: эксцентриковые, фрикционные и гидравлические [4, 19, 20].

Зачистка. В целях получения гладких, без заусенцев поверхностей контура штампованных деталей, а также для удаления с поверхности кромок окалины и шлаков, получаемых после вырезки деталей газовым пламенем, кромки зачищают. Эту операцию в большинстве случаев выполняют наждачными кругами. Для этого используют либо шлифовальные машины, либо наждачные станки. Для зачистки от заусенцев мелких деталей применяют очистные барабаны [4, 20].

Подготовка кромок. Многие способы сварки требуют предварительной специальной подготовки соединяемых деталей, которая выполняется снятием фасок или отбортовкой кромок. Подготовку кромок деталей производят одним из следующих способов:

- автоматическая газопламенная резка;

- строганием кромок на строгальных станках;

- фрезерованием, если поверхность снимаемой фаски ограничивается не прямой, а кривой линией;

- отбортовкой кромок на кромкогибочных прессах;

- абразивным инструментом (шлифмашинкой).

Образование отверстий. Отверстия в металле после предварительной разметки или наметки, либо по упору обрабатывают одним из следующих способов:

- сверлением отверстий вручную, либо на сверлильных станках;

- продавливанием отверстий на дыропробивных станках;

- прожиганием отверстий струей кислорода после предварительного подогрева металла, с последующим рассверливанием полученного отверстия;

- прожиганием отверстий электрической дугой с последующим рассверливанием [4,19,20].

Остановившись на необходимых заготовительных операциях необходимо заполнить таблицу 6.

Таблица 6 - Заготовительные операции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | Наименование операции | Оборудование | Приспособление, инструмент, средства по технике безопасности |
|  |  |  |  |

***Пример:*** Применительно к разрабатываемому нами проекту технологический процесс заготовки деталей корпуса подогревателя слагается из следующего: правки, разметки, наметки, резки, подготовки кромок под сварку, вальцовки и, если требуется, подгибки кромок, штамповки, ковки, сверления и расточки.

Предварительную правку целесообразно производить на складе черных металлов, что удобнее и экономичнее.

Разметка в данном случае применяется аналитическая, заключающаяся в перенесении размеров с чертежа на материал шаблона. Шаблоны изготовляются из легких сплавов с кромкой из более твердых материалов. Они предназначены для многократного использования, что в условиях массового и серийного производства весьма рационально и экономично.

Нами намечаются следующие методы раскроя листов для изготовления деталей корпуса подогревателя.

1. Раскрой деталей больших по площади, как, например, заготовка обечаек, днища, производим по первому методу (резка листа на полосы для изготовления одноименных деталей).

Размер заготовки для верхней обечайки корпуса 1633х3740х10. По ГОСТ 5681—97 имеются листы размером 1700х7500х10 мм, из этих листов производим раскрой заготовок для верхней обечайки. При таком раскрое листов получаем отход металла до 4%, что вполне допустимо.

Размер заготовки для нижней обечайки корпуса 1570х3740х10 мм. Берем по ГОСТ лист размером 1600х7500х10 мм и производим раскрой заготовок для нижних обечаек. При данном раскрое отход металла тоже около 4%.

2. Заготовка для днищ под штамповку должна иметь размер диаметром 1700 мм.Учитывая, что при раскрое заготовок для днищ будут получаться большие отходы металла, раскрой листов производим по третьему методу, т. е. методом группового раскроя. По ГОСТ выбираем лист размером 1700х6500х10 мм и производим раскрой заготовок днищ для штамповки, при этом остаток размером 1700х1350 мм используем для изготовления ребер 100х150х10 мм и получаем отходы металла до 10%.

3. Раскрой ребер производим из листов (полос), оставшихся от листов заготовок для днищ. Отход металла составит 1,5%.

4. Раскрой фланца. Фланец имеет размеры: наружный диаметр 1405 мм*,* внутренний 1205 мм*,* изготовление фланца производим из четырех секторов сварным. Для заготовки секторов выбираем по ГОСТ лист 2000х5000х40 мм и производим раскрой секторов.

В массовом и крупносерийном производстве производится раскрой материала для всех деталей. В данном случае ограничиваемся пятью деталями.

Допустимые нормы отходов в зависимости от профиля материала при укрупненном проектировании принимаются:

- для листовой, полосовой, универсальной стали и уголка 4 - 8%;

- для труб, круглой, квадратной стали, швеллеров, двутавров 3 - 5%;

- для прочих видов проката 2 - 3%.

Газовая резка применяется для вырезки фланцев и других деталей.

После газовой резки кромки должны быть перпендикулярны к плоскости и очищены от грата.

Механическая резка производится на гильотинных ножницах и пресс - ножницах.

Подготовка кромок под сварку выполняется на кромкострогальных станках.

Правка окончательная производится на семи - девятивалковых вальцах, а небольших деталей - на подкладных листах.

Вальцовка обечаек производится на листогибочных трехвалковых вальцах.

Механическая обработка осуществляется на токарном, строгально - фрезерном и других станках, на которых выполняются следующие операции: подрезка торцов, расточка отверстий после газовой резки, нарезание резьбы и другие операции. Сверление отверстий и нарезание резьбы производится на радиально - сверлильном и токарно-винторезном станках по кондукторам.

Днище корпуса штампуется в кузнечно - прессовом цехе из заготовок.

Косынка и ребра опорной лапы вырезаются из листовой стали толщиной 10 ммиз остатка после заготовки днищ на гильотинных ножницах. Заготовка патрубка производится из трубы диаметром 219х6 мм. Малые фланцы и наварыши штампуются на прессе, затем поступают на механическую обработку, где проходят следующие операции: подрезку торцов, расточку и рассверловку отверстий по кондуктору. После необходимых операций механической обработки все детали поступают на сборку корпуса подогревателя.

Для выполнения заготовительных операций при изготовлении корпуса подогревателя требуется следующее оборудование:

1. Листоправильная девятивалковая машина С-108-58 для правки листов.

Размеры выпрямленных листов в *мм:*

толщина 4—10

ширина 2000

Скорость правки в *м! мин* 3,75

Число валков:

рабочих 9

опорных 22

направляющих 2

Число оборотов рабочих валков в *мин* 8—10

Диаметр валков в *мм:*  рабочих 150

опорных 150

Мощность электродвигателей в *кВт:* главного 33,0

нажимного устройства 12,0

Габариты (длина, ширина, высота) в *мм* . . . . 2970х7875х3130

Вес в т 28,2

2. Листогибочные трехвалковые вальцы типа ЛГ - 3для вальцевания обечайки.

Наибольшие размеры изгибаемого листа в *мм:*  толщина 12

ширина 1800

Наибольший диаметр в *мм* вальцуемой обечайки

при толщине металла в *мм:* 12 1600

10 1000

7 800

Скорость гибки в *м/мин* 4,9

Мощность мотора в *кВт* 5,6

Габариты в *мм* 3500х1100х1120

Вес в т 3,95

3. Газорезательный аппарат АСШ - 2.

Толщина разрезаемых листов в *мм* 6—100

Габариты листов в *мм:* длина поперечного реза 750

длина продольного реза 2500

Точность резки по шаблону в *мм* 0,3—0,5

Мощность двигателя типа CJI-322 в *кВт* . . . . 0,32

Крепление шаблонов: магнитное

Габариты в мм 1505х1050х160

Вес в т 0,73

Максимальный расход газа в *м3/ч:* кислорода до 10,0

ацетилена - 1,0

4. Гильотинные ножницы.

Наибольшие размеры разрезаемого листа в *мм:* толщина 12

ширина 2000

Число двойных ходов ножа 36

Мощность мотора в *кВт* 17

Габариты в мм 3500х1760х2935

Вес в т 11,6

5. Радиальносверлильный станок 255.

Наибольший диаметр сверления в *мм*  50

Вылет от оси шпинделя до головки в *мм* . . . 375—1500

Вылет от торца шпинделя до стола в *мм* . . . . 1000

Диапазон чисел оборотов " 30—1700

Мощность двигателей в *кВт* 4,3; 1,5; 0,4; 0,1

Габариты в *мм* 2500х970x3350

Вес в т 4,100

6. Токарно-винторезный станок М-1617.

Наибольшее расстояние в *мм:* между центрами . . . 750

над верхней частью суппорта 150

над станиной 320

Габариты в *мм* 2960х 880х1133

Вес в т 0,980

7.Пневматическая шлифовальная машина ШР - 2.

Диаметр шлифовального круга в *мм* 150

Давление воздуха в сети в *атм* 6

Расход воздуха в *м3/ч* 1,7

Мощность в *л. с* 1,4

Вес в *кг* 6,75

* 1. **Выбор и обоснование выбора способа сборки, сборочного оборудования и приспособлений**

Сборка под сварку является наиболее трудоемкой и важнейшей операцией технологического процесса. Хорошее качество сборки — первое необходимое условие для достижения высокого качества сварки. При выполнении сборочных операций необходимо: точно выдерживать проектные размеры, необходимые зазоры, обеспечивать точное расположение плоскостей собираемых элементов. Особенно жесткие требования к точности предъявляются при сборке под автоматическую сварку.

При установлении последовательности сборочных операций необходимо следить за тем, чтобы предыдущая сборочная операция не затрудняла осуществление последующей.

В зависимости от типа производства, габаритных размеров конструкции и оснащенности производства, существует 3 вида сборки:

1. Поузловая сборка – при данном методе конструкция разбивается на отдельные узлы. Каждый узел собирается и сваривается в отдельности. Затем из узлов собирается и сваривается изделие.

2. Последовательная сборка – при данном виде сборки конструкция изготавливается последовательно (постепенным) наращиванием (приваркой друг к другу) элементов конструкции.

3. Полная сборка - сборка изделия из всех входящих в него деталей с последующей сваркой всех швов.

Сборку стальных конструкций можно производить одним из следующих методов: на универсальных плитах с пазами снабженными упорами, фиксаторами и различными зажимами; при помощи шаблонов; по разметке с применение простейших универсальных приспособлений; на специальных стендах и сборочных приспособлениях; по отверстиям.

Выбор сборочного оборудования и приспособлений (оснастки) производится в соответствии с предварительно избранными способами сборки узлов. При разработке данного вопроса необходимо учитывать то, что выбор сборочного оборудования и приспособлений должен обеспечить следующее:

- уменьшение трудоёмкости работ, повышение производительности труда, хранение длительности производственного цикла;

- облегчение условий труда;

- повышение точности работ, улучшение качества продукции, сохранение заданной формы свариваемых изделий путём соответствующего закрепления их для уменьшения деформаций при сварке.

Приспособления должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать доступность к местам установки деталей к рукояткам зажимных и фиксирующих устройств, к местам прихватов и сварки;

- обеспечивать наивыгоднейший порядок сборки;

- должны быть достаточно прочными и жёсткими, чтобы обеспечить точное закрепление деталей в требуемом положении и препятствовать их деформации при сварке;

- обеспечивать такие положения изделий, при которых было бы наименьшее число поворотов, как при наложении прихваток, так и при сварке;

- обеспечивать свободный доступ при проверке изделия;

- обеспечивать безопасное выполнение сборочно-сварочных работ.

При серийном производстве приспособления следует выбирать из расчёта возможностей перестройки производства на новый вид продукции, т.е. универсальные.

Тип приспособления необходимо выбирать в зависимости от программы, конструкции изделия, технологии и степени точности изготовления заготовок, технологии сборки-сварки.

Рабочий и мерительный инструмент выбирается конкретно для каждой сборочно-сварочной операции, исходя из требований чертежа и технических условий на изготовление сварной конструкции.

Сборку сварных конструкций вединичном и мелкосерийном производстве можно производить по разметке с применением простейших универсальных приспособлений (струбцин, скоб с клиньями), с последующей прихваткой с использованием того же способа сварки, что и при выполнении сварных швов.

В условиях серийного производства сборка под сварку производится на универсальных плитах с пазами, снабжёнными упорами, фиксаторами с различными зажимами. На универсальных плитах сборку следует вести только в тех случаях, когда в проекте заданы однотипные, но различные по габаритам сварные конструкции. При помощи шаблонов можно собрать простые сварные конструкции.

В условиях серийного и массового производства сборку под сварку следует производить на специальных сборочных стендах или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях, которые обеспечивают требуемое взаимное расположение входящих в сварную конструкцию деталей и точность сборки изготавливаемой сварной конструкции в соответствии с требованиями чертежа и технических условий на сборку.

Кроме того, сборочные приспособления обеспечивают сокращение длительности сборки и повышение производительности труда, облегчение условий труда, повышение точности работ и улучшение качества готовой сварной конструкции.

Собираемые под сварку детали крепятся в приспособлениях и на стендах с помощью различного рода винтовых, ручных, пневматических и других зажимов.

Руководствуясь вышеуказанными положениями, выбираем сборочное оборудование приспособления для обеспечения технологического процесса сборки металлоконструкции.

***Пример:*** Манипулятор УСМ-1200 предназначен для поворота и установки изделия в удобное для сварки положение и вращения его с нужной скоростью при автоматическом наложении круговых швов, а также для поворота изделия при ручной или полуавтоматической сварке с наложением прямолинейных и других швов. Манипулятор обеспечивает непрерывное вращение изделия с постоянной заданной скоростью, оснащен электромеханическими приводами вращения, наклона и подъема стола, имеющими дистанционное управление с переносного пульта. Применение манипулятора значительно облегчает труд рабочего и на 50—60% сокращает время на вспомогательные операции; на 15—20% повышается производительность труда при автоматической сварке кольцевых швов.

Основные технические данные

Грузоподъемность в *кг* 1200

Диаметр планшайбы стола в *мм* 1250

Диаметр спариваемых круговых швов в *мм* . . . 100—2000

Габариты манипулятора в *мм* 2350х1410х1150

Габариты свариваемых изделий в *мм* 2500x2500х1000

Вес манипулятора в кг 2370

Скорость вращения планшайбы в м/мин: рабочая 0,056—2,262

маршевая 6,36

Скорость наклона стола в *об,'мм* 0,84

Скорость подъема стола в *м/мин* 0,575

* 1. **Выбор и обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов**

Выбор того или иного способа сварки зависят от следующих факторов:

- толщины свариваемого материала;

- протяжённости сварных швов;

- требований к качеству выпускаемой продукции;

- химического состава металла;

- предусматриваемой производительности;

- себестоимости 1 кг наплавленного металла.

При выборе способа сварки следует учитывать следующие критерии:

- высокая производительность;

- технико-экономическая целесообразность;

- высокое качество сварного соединения.

Среди способов электродуговой сварки наиболее употребляемыми являются.

- ручная дуговая сварка;

- механическая сварка в защитных газах;

- автоматизированная сварка в защитных газах и под флюсом.

Ручная дуговая сварка (РДС) из-за низкой производительности и высокой трудоёмкости не приемлема в серийном и массовом производствах. Она используется в основном в единичном производстве.

Наиболее целесообразно использование механизированных способов сварки.

Одним из таких способов является полуавтоматическая сварка в углекислом газе, которая в настоящее время занимает значительное место в народном хозяйстве благодаря своим технологическим и экономическим преимуществам.

Технологическими преимуществами являются относительная простота процесса сварки, возможность полуавтоматической и автоматической сварки швов, находящихся в различных пространственных положениях, что позволяет механизировать сварку в различных пространственных положениях, в том числе сварку неповоротных стыков труб.

Небольшой объём шлаков, участвующих в процессе сварки в СО2 позволяет в ряде случаев получить швы высокого качества

Экономический эффект от применения сварки в углекислом газе существенно зависит от толщины свариваемого металла, типа соединения, расположения шва в пространстве, диаметра электродной проволоки и режимов сварки.

Себестоимость 1 кг наплавленного металла при сварке вуглекислом газе всегда ниже, чем при газовой и ручной дуговой сварке.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 0,8-1,4 мм изделий из стали, толщиной до 40 мм во всех положениях выработка на средних режимах на автоматах в 2-5раз выше, а на полуавтоматах - в 1,8-3 раза выше, чем при ручной дуговой сварке.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 0,8-1,4 мм вертикальных и потолочных швов из стали толщиной 8 мм и более и в нижнем положении толщиной более 10 мм проволоками диаметром 1,4-2,5 мм производительность в 1,5-2,5 раза выше, чем при ручной электродуговой сварке.

Производительность сварки в углекислом газе проволоками диаметром 1,4-2,5 мм из стали толщиной 5-10 мм в нижнем положении зависит от характера изделия, типа и размера соединения, качества сборки и др. При этом производительность только в 1,1-1,8 раза выше, чем вручную.

Перечисленные технологические и экономические преимущества сварки в углекислом газе позволяют широко использовать этот метод всерийном и массовом производствах.

Для выполнения швов большой протяженности на металле средних и больших толщин целесообразно применение автоматической сварки под флюсом. При сварке под флюсом вылет электрода значительно меньше, чем при ручной дуговой сварке. Поэтому можно, не опасаясь перегрева электрода и отделения защитного покрытия, внесколько раз увеличить силу сварочного тока, что позволяет резко увеличить производительность сварки, которая в 5-20 раз выше, чем при ручной дуговой сварке, коэффициент наплавки достигает 14-16 г/Ач в некоторых случаях даже 25-30 г/Ач.

Плавление электродного и основного металла происходит под флюсом надёжно изолирующим их от окружающей среды. Флюс способствует получению чистого и плотного металла шва, без пор и шлаковых включений, с высокими механическими свойствами Введение вo флюс элементов-стабилизаторов и высокая плотность тока в электроде позволяет производить сварку металла значительной толщины без разделки кромок. Практически отсутствуют потери на угар и разбрызгивание электродного металла. Процесс сварки почти полностью механизирован. Механизированная сварка под флюсом, по сравнению сРДС, значительно улучшает условия труда сварщика - оператора, повышает общий уровень и культуру производства [1, 17].

Для сварки кольцевых и продольных швов обечаек и сварке днищ с обечайками, более рационально выбрать автоматическую сварку под слоем флюса, так как она дает возможность получения сварных швов большой протяженности и высокого качества. При этом резко уменьшается число кратеров. Автоматическая сварка под слоем флюса дает высокую производительность, сварку производят в нижнем, удобном положении, без разделки кромок, вследствие чего получаем гладкие сварные швы с плавным переходом к основному материалу.

Общие принципы выбора сварочных материалов характеризуются следующими основными условиями:

- обеспечением требуемой эксплуатационной прочности сварного соединения, т.е. определяемого уровня механических свойств металла шва в сочетании с основным металлом;

- обеспечением необходимой сплошности металла шва (без пор и шлаковых включений или с минимальными размерами и количеством указанных дефектов на единицу длины шва);

- отсутствием горячих трещин, т.е. получением металла шва с достаточной технологической прочностью;

- получением комплекса специальных свойств металла, шва (жаропрочности, жаростойкости, коррозионной стойкости).

Выбор сварочных материалов производится в соответствии с принятым способом сварки.

Выбор и обоснование конкретных типов и марок сварочных материалов следует произвести на основании литературных источников с учётом требований.

В картах технологического процесса для каждой технологической операции (сборка на прихватках, сварка), необходимо указать виды, марки, стандарт на виды и марки, сварочных материалов.

При ручной дуговой сварке конструкционных углеродистых и легированных сталей выбор электродов производится по ГОСТ 9467-75, который предусматривает два класса электродов. Первый класс - электроды для сварки углеродистых и легированных сталей, требования к которым установлены по механическим свойствам наплавленного металла и содержанию в нём серы и фосфора. Второй класс регламентирует требования к электродам для сварки легированных теплоустойчивых сталей и классифицируются по химическим свойствам наплавленного металла шва.

ГОСТ 10052-75 устанавливает требования к электродам для сварки высоколегированных сталей с особыми, свойствами. Выбор электродов для сварки этих сталей производится по этому ГОСТ.

Выбор стальной проволоки для механизированных способов сварки производится по ГОСТ 2246 - 70, который предусматривает выпуск стальной сварочной проволоки для сварки диаметром от 0,3 до 12 мм.

Выбор флюсов для сварки производится по ГОСТ 9078-81, который предусматривает две группы флюсов:

- для сварки углеродистых низколегированных и среднелегированных сталей (АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, АН-60, АН-22, ФЦ-9, АН-64);

*-* для сварки высоколегированных, сталей (АН-26, АН-22, АН-30, АНФ-14, АНФ-16, АНФ-17, ФЦК-С, К-8).

В качестве защитных газов при сварке применяются инертные газы (аргон, гелий) и активные газы (углекислый газ, водород).

Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется ГОСТ 10157-79 и в зависимости от процентного содержания аргона и назначения делится на аргон высшего, первого и второго сорта.

Гелий поставляется по ГОСТ 20461-75, который предусматривает два сорта газообразного гелия: гелий высокой чистоты (99,98% Не) и гелий технический (99,8% Не).

Углекислый газ, предназначенный для свари, соответствует ГОСТ 8050-85, который в зависимости, от содержания СО2 предусматривает двасорта сварочной углекислоты: первый сорт - с содержанием CQ2 не менее 99,5%, второй сорт - с содержанием СО2 не менее 99%.

Выбрав и обосновав выбор вида сварки необходимо выполнить подбор сварочных материалов для каждого вида сварки. Остановившись на необходимых сварочных материалах составить таблицу 7.

Таблица 7 - Виды сварки и сварочные материалы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид сварки | ГОСТ на сварку | Название, марка и ГОСТ сварочных материалов |
|  |  |  |

После обоснования выбора сварочных материалов для принятых в проекте способов сварки необходимо привести в форме таблиц химический состав этих материалов, механические свойства и химический состав наплавленного металла.

***Пример:*** Для изготовления сварной конструкции аппарат 1-80-1.0-1-Т применяем следующие виды сварки: автоматическая под слоем флюса; механизированная в среде защитных газов; ручная дуговая плавящимися электродами.

Для сварки кольцевых и продольных швов обечаек и сварке днищ с обечайками аппарата, более рационально выбрать автоматическую сварку под слоем флюса, так как она дает возможность получения сварных швов большой протяженности и высокого качества. Автоматическая сварка под слоем флюса дает высокую производительность, сварку производят в нижнем, удобном положении, без разделки кромок, вследствие чего получаем гладкие сварные швы с плавным переходом к основному материалу.

Для сварки люков, штуцеров, подкладных листов и бобышек аппарата 1-80-1.0-1-Т применяю механизированную сварку в среде защитных газов. Основными ее преимуществами являются: высокая производительность, возможность сварки во всех пространственных положениях, малая зона термического влияния и возможность сварки металла большой толщины.

Для выполнения прихваток и приварки неответственных деталей и деталей малых габаритов аппарата применяю ручную дуговую сварку. Она имеет широкую производительность, но ею рационально выполнять короткие швы в труднодоступных местах.

При выборе материалов учитывают его эксплуатационные свойства, свариваемость или возможность применения технологических мероприятий, обеспечивающих хорошую свариваемость. Сварное соединение должно быть равнопрочным по отношению к основному материалу.

Выбор сварочных материалов производится в соответствии с выбранными способами сварки.

Электроды для ручной дуговой сварки выбираю в зависимости от толщины металла, марки стали, положения шва в пространстве (нижнее, вертикальное), в зависимости от рода и полярности тока (постоянный ток, обратная полярность).

Так как, аппарат 1-80-1.0-1-Т работает во взрыво - и пожароопасных средах, под большим давлением и основным материалом для ее изготовления является сталь 16ГС. то выбираем покрытые электрода типа Э-42 марки УОНИ 13/45 ГОСТ 9467 - 60 диаметром 4 мм для сварки и диаметром 3мм для выполнения прихваток. Электрода типа Э-42 марки УОНИ предназначены для сварки на постоянном токе обратной полярности. Механические свойства электродов приведены в таблице \*.

Таблица \* - Механические свойства электродов типа Э-42

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  электрода | Механические свойства | | | сварного соединения | | | Содержание в металле шва или в наплавленном металле | |
| металла шва или наплавленного металла | | |
| Предел прочности σв  кг/мм2 | Относи-  тельное удлин-  ение  δ5 в % | Коэффи-  циент тепло-  отдачи  αв в кг м/см2 | Предел прочности σв  кг/мм2 | | Угол загиба в град. | S в % | Р в % |
| Не менее | | | | | | Не более | |
| Э-42 | 42 | 18 | 8 | | 42 | 120 | 0,05 | 0,05 |

Для механизированной сварки выбираю сварочную проволоку марки Св - 08Г2С ГОСТ 2246-70. Химический состав проволоки Св-08Г2С приведен в таблице 9.

В качестве защитного газа применяю углекислый газ СО2 ГОСТ 8050-85. Он защищает сварочную зону от азота воздуха. Для сварки используют сварочный газ частотой не менее 99,5%.

Для автоматической сварки под слоем флюса выбираю сварочную проволоку марки Св-08ГА ГОСТ 2246-70. Химический состав проволоки Св-08ГА приведен в таблице \*.

Таблица \* - Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА и Св-08Г2С, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка проволоки | Mn | C | Si | Cr | Ni | S;P | Назначение |
| Не более | | | | |
| Св-08ГА | 0,35-0,60 | 0,10 | 0,03 | 0,10 | 0,25 | 0,03 | Для сварки под флюсом |
| Св-08Г2С | 1-2,1 | 0,11 | 0,05 | 0,20 | 0,25 | 0,03 | Для сварки в СО2 |

Выбор флюса для автоматической сварки произвожу по ГОСТ 9087-81 в сочетании со сварочной проволокой марки Св - 08ГА. Для сварки углеродистых и низколегированных сталей применяю флюс марки АН - 348А. Расчетный состав флюса и готового продукта приведен в таблице \*.

Таблица \* - Расчетный состав флюса и готового продукта, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Составляющие | SiO2 | MnO | MgO | CaF2 | Al2O3 | CaO | S | P |
| Не более | |
| Расчетный состав флюса | 42,0 | 36,5 | 7,0 | 6,5 | до 4,5 | 6,0 | 0,15 | 0,12 |
| Состав готового продукта | 41,0 -44,0 | 34,0 -38,0 | 5,0 - 7,5 | 4,0 - 5,5 | до 4,5 | 6,5 | 0,15 | 0,12 |

* 1. **Выбор источника питания и сварочного оборудования**

Основным условием при выборе сварочного оборудования является тип производства.

Так, при единичном и мелкосерийном производстве из экономических соображений необходимо более дешевое сварочное оборудование - сварочные трансформаторы, выпрямители или сварочные полуавтоматы, отдавая предпочтение оборудованию, работающему в среде защитных газов с источником питания - выпрямителями.

Электрическая сварочная дуга – это вид нагрузки, при которой меняется напряжение и ток, т. к. меняется длина дуги, а режим работы прерывистый. Кроме того, для зажигания дуги требуется напряжение значительно выше, чем при ее горении.

Эти особенности дуги обуславливают следующие требования, предъявляемые к источникам питания:

1. Напряжение холостого хода должно быть в 2 – 3 раза выше напряжения дуги. Это необходимо для легкого зажигания дуги; в тоже время оно должно быть безопасным для сварщика (не более 90В);
2. Сила тока при коротком замыкании должна быть ограничена

Iкз/ Iсв = 1,1 … 1,5, (2)

где Iкз – ток короткого замыкания, А;

Iсв – ток сварки, А.

1. Изменения напряжения на дуге не должны вызывать изменения сварочного тока, а значит и тепловой режим сварки;
2. Время восстановления напряжения от 0 до 25 В после короткого замыкания не должно превышать 0,05сек., что обеспечивает устойчивость горения дуги;
3. Источник питания должен иметь устройство для регулирования силы сварочного тока. Пределы регулирования тока должны быть от 30 – 130% к номинальному сварочному току, при применении электродов разных диаметров.

Выбор источника питания зависит от способа сварки (РДС, под слоем флюса, в защитных газах), а значит от вида вольт - амперной характеристики дуги (см. рис.2.1), которая представляет зависимость напряжения на клеммах источника от сварочного тока.

Uд = ƒ(Iсв)

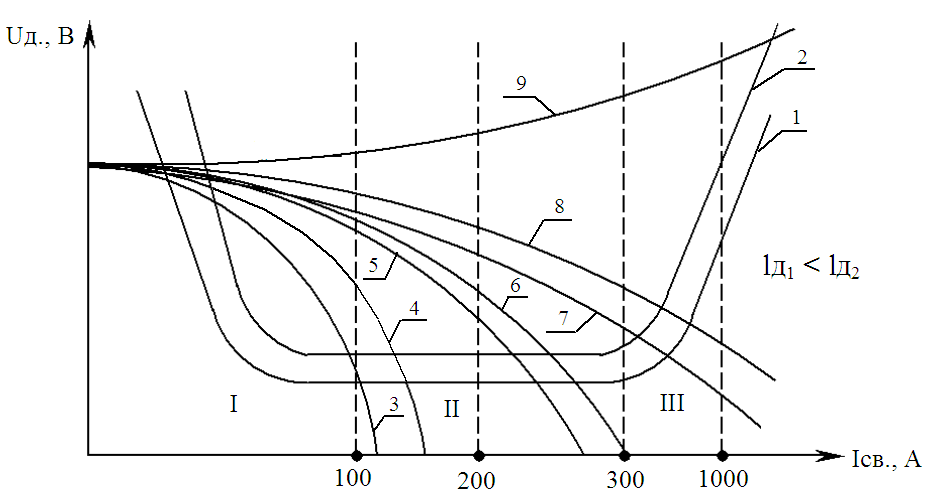


Рисунок 1 – Вольт - амперная характеристика дуги

Падающую вольт - амперную характеристику имеют дуги, свободно горящие в воздушной среде и в среде аргона при Iсв. до 80А.

Жесткую вольт - амперную характеристику имеют дуги при токах от 80А и выше.

Возрастающую вольт - амперную характеристику имеют дуги при токах 300А и выше.

Источники питания могут иметь следующие виды внешних характеристик:

- крутопадающие – 3 и 4;

- пологопадающие – 5 и 6;

- жесткие – 7 и 8;

- возрастающая – 9.

Крутопадающие применяют при РДС, пологопадающие при автоматической и полуавтоматической сварке под слоем флюса, жесткая и возрастающая для сварки в защитных газах.

Устойчивое горение дуги возможно при условии пересечения ее статической характеристики с внешней характеристикой источника, то есть когда Uд = Uист.

Кроме способа сварки на выбор источника питания влияют и другие факторы: свариваемый материал, его толщина, условия работы (в цехе или на открытом воздухе), климат и т. д.

При выборе источника питания предпочтение необходимо отдавать источникам с универсальной характеристикой типа ВДУ или ВКСМ.

Режим сварки (диаметр электрода или проволоки, сварочный ток, напряжение, цикл процесса – ПВ и ПН) определяет электрические характеристики источника питания.

Работа источника питания обычно происходит с чередованием включения и выключения нагрузки и характеризуется продолжительностью нагрузки – ПН и продолжительностью включения – ПВ.

Это позволяет допускать временную перегрузку источника.

#### ПВ =

#### ПН =

tсв.

tсв. + tп.

100%

tсв.

tсв. + tх.х.

100%;

где tсв - время сварки;

|  |
| --- |
| tх.х. – время холостого хода;  tп. – время паузы. |

Практически ПН = ПВ.

Длительность цикла работы источника питания для РДС применяют 5мин.

(tу. = tсв. + tх.х.; tу. = 3 + 2 = 5мин.).

Для автоматической и полуавтоматической сварки – 10мин.

В паспорте каждого источника питания указывается величина номинального сварочного тока – Iн. и номинальное значение продолжительности нагрузки – ПНн или ПВн.

Номинальный (расчетный) ток определяется допустимым нагревом основных частей источника по формуле:

#### Iд = I н

ПНн

ПНд

#### =

**Пример:** В качестве источника питания для выполнения автоматической сварки под слоем флюса выбираю тирристорный стационарный сварочный выпрямитель ВДУ-1250.

Сварочный выпрямитель ВДУ-1250 обеспечивает плавное дистанционное регулирование сварочного тока, выходного напряжения и его стабилизацию при колебаниях напряжения в сети при всех способах сварки. Выпрямитель имеет аварийную защиту от кратковременных коротких замыканий, от перегрузок, возникающих в процессе работы, а также снабжен ёмкостным фильтром для снижения радиопомех, воздействующих на приемо-передающих устройствах. ВДУ-1250 выполнен в виде однокорпусной стационарной установки имеет два вида жестких характеристик. Технические данные выпрямителя ВДУ-1202 УЗ приведены в таблице \* [2,с.125].

Таблица \* - Технические данные выпрямителя ВДУ-1250

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Значения параметра |
| Предел регулирования тока, (А) | 1250 |
| Режим работы, ПВ (%) | 100 |
| Напряжение холостого тока, (В) | 55 |
| Первичная мощность, не более (кВА) | 11,8 |
| КПД, (%) | 83 |
| Габариты, (мм) | 1350х850х960 |
| Масса, (кг) | 520 |

Выбор сварочного оборудования производится в соответствии с принятыми способами сварки, с учетом габаритов изделия и протяженности сварных швов. Основными условиями выбора служат:

- техническая характеристика сварочного оборудования, отвечающая принятой технологии;

- наименьшие габариты и вес;

- наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии;

- минимальная стоимость.

Выбранное оборудование должно обеспечивать высокую производительность сварки, удовлетворять следующим требованиям:

* быть современной конструкцией;
* обеспечивать надежность и безотказность в работе;
* иметь высокий уровень автоматизации;
* обеспечивать высокую точность настройки на заданный режим.

Для подбора рациональных типов оборудования следует пользоваться новейшими данными справочной и информационной литературы, каталогами и проспектами по сварочной технике, в которых приведены технические характеристики источников питания, сварочных полуавтоматов и автоматов.

В дипломном проекте следует описать кратко устройство и назначение узлов оборудования, принцип его работы, привести технические характеристики оборудования.

***Пример:*** Для механизированной сварки в среде защитного газа использую полуавтомат Vario Star 347 стандартного типа, предназначенный для сварки малоуглеродистых и нержавеющих сталей. При помощи этого полуавтомата выполняю сварку люка и штуцеров. Характеристика полуавтомата приведена в таблице \*.

Таблица \* - Техническая характеристика полуавтомата Vario Star 347

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры и единицы измерения | Значение параметров |
| Напряжение сети , В | (+/-15% 50/60 Гц) - 3х400 В |
| Сварочный ток при (10мин/40°C) 35%ПВ, A | 240 А (мощность 9,4 кВт) |
| Сварочный ток при (10мин/40°C)100%ПВ, А | 130 А (мощность 3,6 кВт) |
| Напряжение холостого хода, В | 37 |
| Рабочее напряжение, В | 15,3 –26 В (MIG/MAG) |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 25-240 А |
| Вес, кг | 71 |

Для автоматической сварки под слоем флюса выбираю сварочный трактор АДФ-1202, который применяю для сварки внутренних продольных и кольцевых стыковых соединений.

Техническая характеристика сварочного трактора АДФ-1202

Напряжение питания сварочного трактора, при частоте 50Гц, В – 42

Номинальный сварочный ток, при ПВ =100%, А – 1250

Диаметр электродной проволоки, мм – 2..5

Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки,

м/ч – 12-360

Пределы регулирования скорости сварки, м/ч – 15-100

Угол поворота сварочной головки вокруг вертикальной оси ±90°

Угол поворота сварочной головки вокруг горизонтальной оси ±45°

Угол отклонения оси токопровода от вертикальной оси 0-45°(вперед)

Вертикальный сдвиг подающего устройства перпендикулярно шву, мм – 100

Мощность, потребления сварочным трактором, ВА, не более – 400

Межосевое расстояние колес, мм – 375

Колесная колея, мм – 290

Вместимость кассеты для проволоки, кг – 30

Емкость бункера для флюса, дм3 – 10

Масса трактора без электродной проволоки, кг не более – 145

Габаритные размеры, мм - 1320×630×980

* 1. **Расчет режимов сварки**

Режимом сварки называется совокупность характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных соединений заданных размеров, форм, качества. При всех дуговых способах сварки такими характеристиками являются следующие параметры: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение на дуге, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока и полярность. При механизированных способах сварки добавляется ещё один параметр - скорость подачи сварочной проволоки, а при сварке в защитных газах - удельный расход защитного газа.

Параметры режима сварки влияют на форму, и размеры шва. Поэтому, чтобы получить качественный сварной шов заданных размеров, необходимо правильно подобрать режимы сварки, исходя из толщин свариваемого металла, типа соединения и его положения в пространстве. На форму и размеры шва влияют не только основные параметры режима сварки; но также и технологические факторы, как род и плотность тока, наклон электрода и изделия, вылет электрода, конструкционная форма соединения и величина зазора.

Основными параметрами режима автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом являются: сварочный ток, диаметр, скорость сварки.

Расчёт режима сварки производится всегда для конкретного случая, когда известен тип соединения, толщина свариваемого металла, марка проволоки, флюс и способ защиты от протекания расплавленного металла в зазор стыка. Поэтому до начала расчёта следует установить по ГОСТ 8713-79 конструктивные элементы заданного сварного соединения. При этом необходимо учитывать, что максимальное сечение однопроходного шва, выполненного автоматом, не должно превышать 100 мм2.

В дипломном проекте рекомендуется выполнить аналитический расчет режима для ручной дуговой сварки, для автоматической и механизированной выбрать режимы сварки из таблиц.

Параметры режима всех видов сварки свести в таблицу 8.

Таблица 8 - Сводная таблица параметров режима сварки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид  сварки | Вид соединения | Толщина металла s,мм | Диаметр электрода d, мм | Сила сварочного тока Iсв, А | Скорость сварки υсв, м/ч | Скорость подачи проволоки υп.п., м/ч |

*Методика расчета режима ручной дуговой сварки.* Определяется площадь наплавки, как сумма площадей элементарных геометрических фигур, составляющих сечение шва (см. рис. 2).

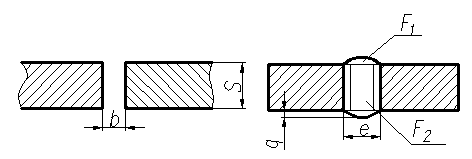


Рисунок 2 - Определение площади наплавки

Площадь наплавки одностороннего сварного шва (см. рис. 3), выполненного с зазором, определяется по формуле (3), мм

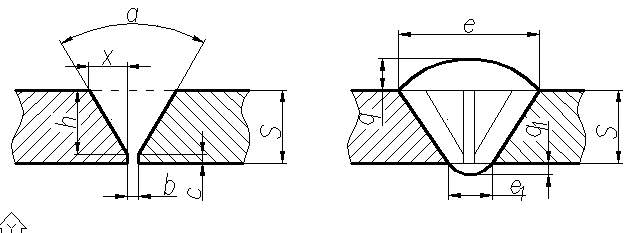
Fн = S b + 0,75 eq, (3)

где s –т олщина деталей, мм;

b - зазор, мм;

e - ширина, мм;

q - высота усиления, мм.



а) б)

Рисунок 3 – Конструктивные элементы одностороннего сварного шва

При сварке многопроходных швов необходимо определить число проходов по формуле (4), шт

, (4)

где Fн – площадь всей наплавки, мм2;

Fн1 – площадь первого прохода, мм2;

Fнс – площадь каждого последующего прохода, мм2.

При ручной сварке многопроходных швов первый проход выполняется электродами диаметром 3 – 4 мм, так как применение электродов большого диаметра затрудняют провар корня шва. При определении числа проходов следует учитывать, что сечение первого прохода не должно превышать 30-35мм2 и может быть определено по формуле (5), мм2

Fн1 = (6 - 8) dэ, (5)

где dэ – диаметр электрода для сварки корневого шва, мм.

Площадь наплавки последующих проходов определяется по формуле (6), мм2

Fнс = (8 - 12) dэс, (6)

где Fнс – площадь последующего прохода, мм;

dэс – диаметр электрода для сварки следующих швов, мм.

При сварке многопроходных швов стремятся сварку проходов выполнять на одних и тех же режимах за исключением первого прохода.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого изделия. Примерное соотношение между диаметром электрода и толщиной листов свариваемого изделия приведено в таблице 9.

Таблица 9 - Практические рекомендации по выбору диаметра электрода

|  |  |
| --- | --- |
| Толщина свариваемого изделия, мм | Диаметр электрода, мм |
| 1 − 2 | 1,5 – 2 |
| 4 – 5 | 3 |
| 6 – 12 | 3 – 4 |
| 13 и более | 5 – 5,5 |
|  | 6 и более |

Расчет силы сварочного тока Iсв производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока, А

, (7)

где i – допускаемая плотность тока, А/мм.

Допускаемая плотность тока зависит от диаметра и вида покрытия электрода. Значения допускаемой плотности тока приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Величина допускаемой плотности тока в электроде при ручной дуговой сварке

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды покрытия | Диаметр электрода | | | |
| 3 | 4 | 5 | 6 |
| Кислое, рутиловое | 14 − 20 | 11,5 – 16 | 10 – 13,5 | 9,5 − 12,5 |
| Основное | 13 – 18,5 | 10 – 14,5 | 9 − 12 | 8,5 − 12 |

Напряжение на дуге не регламентируется и принимается в пределах 20…36В, то есть Uд = 20 – 36 B.

Скорость сварки определяется из соотношения, м/час

, (8)

где αн – коэффициент наплавки, г/А ч;

γ - плотность наплавленного металла, г/см ;

Fн – площадь сечения наплавленного металла, мм2.

Длина дуги при ручной дуговой сварке должна составлять, мм

lд = (0,5 – 1,2) ⬝ dэ (9)

***Пример:*** Определение режима сварки начинают с выбора диаметра электрода, который назначается в зависимости от толщины металла при сварке стыковых швов, от катета шва при сварке тавровых и угловых соединений [2,с.80].

Зависимость диаметра электрода от толщины металла приведена в таблице\*.

Таблица \* - Практические рекомендации по выбору диаметра электрода

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина свариваемых деталей при сварке стыковых соединений, мм | 1- 2 | 3 | 4 - 5 | 6 | 8 и более |
| Катет шва при сварке при сварке угловых и тавровых соединений, мм | 2 | 3 | 5 | 6 | 10 |
| Рекомендуемый диаметр электрода, мм | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | |

При сварке изделия «Труба циркуляционная» диаметр электрода выбираем в зависимости от толщины свариваемых деталей.

1. При толщине свариваемого металла 8 мм для выполнения стыкового шва С21 и катете 8+2 шва Н1 выбираем электрод диаметром 5,0 мм.

2. Для выполнения прихваток свариваемого металла толщиной 8 мм выбираем электрод диаметром 4 мм.

Величину сварочного тока Iсв, А при ручной дуговой сварки определяем в зависимости от диаметра электрода выбранного ранее и допустимой плотности тока)

Iсв = (πd2 э/4) i ,

где dэ – диаметр электродной проволоки, мм;

i – допускаемая плотность тока, А/мм2.

Значение допускаемой плотности тока i, А/мм2 ручной дуговой сварки выбираем по таблице \*.

Таблица \* - Значения допускаемой плотности тока в электроде при ручной дуговой сварке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид покрытия | Допускаемая плотность тока на электроде i, А/мм2 при dэл, мм | | |
| 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Фтористо-кальциевое | 13-18,5 | 10-14,5 | 9-12,5 |

Выполняем расчет силы сварочного тока:

1. Для выполнения стыкового шва С21 и шва Н1 с катетом 8+2 электродом диаметром 5,0 мм

Iсв = (3,14х52 /4) х 10=196,2 А

Принимаем Iсв =200 А.

1. Для выполнения прихваток электродом диаметром 4,0 мм

Iсв = (3,14х42 /4)х13=163,2 А

Принимаем Iсв =160 А.

Напряжение на дуге при ручной дуговой сварке изменяется в пределах U д =22 – 26 В. Принимаю U д =26 В.

Сварку ведем постоянным током обратной полярности с целью предотвращения прожогов и перегрева свариваемой детали.

Для автоматической сварки рассчитываем режим сварки по основным параметрам: величине сварочного тока, плотности тока, напряжению, скорости сварки, роду и полярности тока.

Определение режима сварки начинают с выбора диаметра сварочной проволоки, который назначается в зависимости от толщины листов при автоматической сварке под флюсом, затем в зависимости от диаметра устанавливают силу сварочного тока, скорость сварки и подачи проволоки.

Для сварки продольного шва обечайки и кольцевого шва приварки обечайки к днищу при автоматической сварке под флюсом режимы табулированы и поэтому выбираем их из рекомендуемых таблиц. Для приварки фланца к обечайке и фланца к обечайке режим сварки также выбираем из таблиц. Выбранные параметры режима приведены в таблице \*.

Таблица \* - Режимы автоматической сварки под флюсом

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина металла, мм | Диаметр проволоки, мм | Сварочный ток  Iсв, А | Напряжение  Uд, В | Скорость сварки  v, м/ч | Скорость подачи проволоки  vп.п., м/ч |
| 10 | 5 | 650-700 | 36-40 | 26-28 | 52-57 |
| 10 | 2 | 600-650 | 34-36 | 21,5 | 164 |

**2.7 Контроль качества сварной конструкции**

Контроль необходим для предупреждения появления дефектов в швах, а также для определения качества готовых изделий. Контроль производится перед сваркой, в процессе ее и после сварки изделия или узла.

Перед сваркой проверяют качество исходных материалов, правильность выбора сварочного оборудования, газовых и электрических приборов. Эту стадию называют предварительным контролем.

При сварке проверяют правильность выполнения отдельных операций, соблюдение режимов сварки и соблюдения заданного порядка наложения швов. Систематически проверяют исправность оборудования и приборов. Эту стадию называют операционным контролем в процессе сварки.

По окончанию сварки проверяют качество швов и готового изделия. Эту стадию называют окончательным контролем сварных швов и готового изделия. Выбор методов окончательного контроля производится в соответствии с ТУ на контроль и приемку сварной конструкции и требованиями чертежа.

Основными способами контроля сварных швов и готовых изделий являются: внешний осмотр и обмер, просвечивание рентгеновскими и гамма лучами, механические испытания и металлографические исследования контрольных образцов, испытания на стойкость швов против межкристаллитной и общей коррозии, испытания на прочность и плотность сварных соединений и швов.

Основные критерии, которые должны быть приняты во внимание при назначении и выборе контроля, следующие:

- категория ответственности соединений или изделий, связанная с условиями их эксплуатации;

- недопустимость дефектов, рассчитываемая на основе анализов прочности и надежности соединений;

- допустимый уровень дефектов, назначаемый, исходя из эксплуатационных и технологических условий и группы ответственности изделия;

- чувствительность метода контроля;

- производительность контроля;

- стоимость контроля;

- предполагаемый экономический эффект, за счет уменьшения доли брака.

Обосновав выбор метода контроля, необходимо изложить его сущность преимущества, недостатки, методику контроля и выбрать оборудование, инструмент для его осуществления.

***Пример:*** До запуска в производство материал, идущий на изготовление корпуса аппарата, а также все сварочные материалы должны быть подвергнуты контролю внешним осмотром для выявления наружных дефектов.

На все материалы необходимо иметь сертификаты заводов-поставщиков. Данные сертификатов или результаты заводских испытаний заносятся ОТК цеха в паспорт подогревателя. Кроме того, необходимо проверить наличие у сварщиков удостоверений на право выполнения ответственных работ.

Все детали и сварные узлы аппарата должны быть изготовлены в соответствии с чертежом. Все отступления от чертежа и технических условий в реальных условиях производства должны быть оформлены картой разрешения на отклонение по установленной форме.

Изготовление аппарата должно производиться в соответствии с разработанным технологическим процессом и с осуществлением пооперационного контроля за качеством изготовления. Собранные узлы корпуса аппарата должны быть предъявлены ОТК цеха.

При сборке встык соединений обечайки и днища допускается смещение стыкуемых кромок не свыше 10% толщины стыкуемых листов, т. е. до 1 мм*.* Соединение элементов в процессе сборки под сварку осуществляется на прихватках. Прихватки высотой до 4 ммвырубке не подлежат. Прихватки должны производиться электродами диаметром 3—4 мммарки, указанной в технологическом процессе.

Проверка качества сварных соединений обечаек производится на образцах-свидетелях. В случае, если продольные и кольцевые швы выполняются различными методами сварки, контрольные пластины должны быть сварены отдельно для каждого способа сварки (одна пластина на три корпуса). Собранный корпус под сварку кольцевых швов предъявляется ОТК для проверки, который дает разрешение на производство сварки. Перед предъявлением готового корпуса ОТК должна быть произведена тщательная очистка сварных швов.

Исходя из габаритов изделия «Аппарат 1-80-1,0-1-Т», труднодоступности некоторых сварных соединений и толщиной основного металла, назначаю следующие виды контроля: внешний осмотр и измерение, ультразвуковой и цветной капиллярный контроль, гидравлические испытания.

При помощи внешнего осмотра и измерений проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки и качество готовых сварных швов. Осматривают все сварные соединения независимо от применения других видов контроля. Внешний осмотр во многих случаях достаточно информативен. Это наиболее дешевый и оперативный метод контроля.

Внешнему осмотру подвергают сварной шов и зону прилегающего к нему основного металла на расстоянии не менее 20 мм от границы шва по всей протяженности сварного соединения с двух сторон.

При внешнем осмотре контролируемый сварной шов должен быть хорошо освещен. Внешний осмотр осуществляют невооруженным глазом или с помощью обзорной либо измерительной лупы 4 — 10-кратного увеличения после тщательной очистки швов, околошовной зоны от шлака, брызг и других загрязнений. Сварные швы, скрытые близлежащими деталями и недоступные прямому наблюдению, осматривают с помощью оптических приборов — эндоскопов. В промышленности применяют перископические дефектоскопы с телескопической зрительной трубкой, объективом, подвижным окуляром и прямоугольной оптической призмой, изменяющей направление лучей на 90 °. Для измерения используют стальную линейку или рулетку, а также штангенциркуль.

С помощью ультразвукового метода контроля проверяют шов на скрытые дефекты расположенные внутри изделия, такие как:

- несплошность основного металла;

- несплавления;

- расслоения;

- неоднородность металла.

Ультразвуковой метод основан на использовании упругих колебаний ультразвукового диапазона частот. Нарушения сплошности или однородности среды влияют на распространение упругих волн в изделии. Если, например, внутри отливки находится газовая раковина, то колебания, распространяясь по металлу, доходят до нее и меняют свое направление. Индикатор, уловив это изменение, мгновенно показывает, что в отливке дефект.

Ультразвуковому контролю можно подвергать крупногабаритные детали и заготовки, так как глубина проникновения ультразвука в металл может достигать 8-10 м.

Ультразвуковой контроль сварных соединений осуществляется при помощи ультразвуковых дефектоскопов, которыми можно выявлять трещины, непровары, газовые и шлаковые включения в стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединениях, выполненных дуговой сваркой

Цветной капиллярный метод неразрушающего контроля применяют для обнаружения поверхностных дефектов (наружных трещин и пор) в металле. Основным недостатком его, является то, что проверяют швы малой протяженности.

В результате проведения цветного контроля дефекты обнаруживаются в виде ярких четких красных линий на белом фоне. Сам же процесс обычно делят на 3 этапа. Первый этап состоит в нанесении жидкого красного пенетранта, который проникает в поверхностные дефекты. Второй этап - удаление излишков пенетранта с поверхности объекта контроля. Третий этап - нанесение проявителя, содержащего белое пигментное вещество, способствующее вытягиванию пенетранта из дефектов и одновременно служащее для повышения контрастности.

В проведении тестирования применяются три материала: Пенетрант (1-я фаза), Очиститель (2-я фаза), Проявитель (3-я фаза). Наиболее часто используемой упаковкой являются удобные герметичные аэрозольные баллончики. При использовании такой упаковки отпадает необходимость в использовании кисти, нет угрозы розлива или перерасхода материала, упаковка удобна для хранения и применения. Цветной пенетрант может быть нанесен на отдельные участки, нуждающиеся в контроле, например, на сварной шов. Пенетрант может быть удален сухой или смоченной очистительной салфеткой. Если пенетрант водосмываемый, то излишки его могут быть смыты с поверхности водой или салфеткой, смоченной в воде. Проявитель всегда наносится распылением.

Гидравлические испытания являются последним методом неразрушающего контроля для герметичных емкостей. С его помощью проверяются все сварочные швы на герметичность. Испытательное давление должно превышать рабочее от 1,2 до 1,5 МПа.

Сосуды, имеющие защитное покрытие или изоляцию, подвергаются гидравлическому испытанию до наложения покрытия или изоляции. Гидравлические испытания сосудов, за исключением литых, должны производится пробным давлением.

Правила испытания

- перед испытанием из сосуда должен быть удален воздух;

- применение воды с температурными пределами от +50С до +400С;

- разность температур стенки сосуда и окружающей среды не должна вызывать конденсата на поверхности стенок сосуда;

- давление следует повышать постепенно;

- давление должно контролироваться двумя одинаковыми манометрами;

- не допускается обстукивание сосуда при испытании.

После проведения гидравлических испытаний вода должна быть полностью удалена. Результаты испытания считаются удовлетворительными, если во время их проведения отсутствуют:

- падение давления по манометру;

- пропуски испытательной среды (течь, потение, пузырьки воздуха или газа) в сварных соединениях и на основном металле;

- признаки разрыва;

- течи в разъемных соединениях;

- остаточные деформации.

Испытание сосудов, работающих без давления (под налив), проводится смачиванием швов керосином или наливом воды до верхней кромки сосуда. Время выдержки сосуда при испытании должно быть не менее 4 ч.

**2.8 Разработка и оформление маршрута сборки-сварки сварной конструкции**

Технологический процесс – это последовательные действия по изменению формы или состояния материала в целях получения изделия определенного вида или качества.

При составлении технологического процесса изготовления сварной конструкции в первую очередь необходимо установить полный перечень всех необходимых операций и их рациональную последовательность (маршрут), выбирают способы обработки и технологическую оснастку. Затем проводится детализация маршрутной карты. Операции разбивают на более мелкие действия – переходы с указанием разрядов работающих, фондов времени, мер техники безопасности и т.д. Технологическая карта - основной производственный документ, в котором приведены все данные по заготовке, сборке и сварке деталей изделия

При составлении технологической карты технолог должен придерживаться схемы, утвержденной принципиальной технологией. Составленная карта должна быть понятна без пояснительной записки.

Степень подробности изложения технологического процесса в рабочей документации зависит от ряда условий: типа производства, сложности конструкции, ее ответственности, от уровня оснащенности цеха приспособлениями, квалификации рабочих.

Маршрутные карты составляют на следующие виды операций: транспортную, заготовительную, сборочную и сварочную.

Маршрутная карта является составной и неотъемлемой частью комплекта технологических документов, разрабатываемых на технологические процессы изготовления или ремонта изделий и их составных частей.

При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса маршрутная карта является одним из основных документов, на котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций.

При операционном описании технологического процесса маршрутная карта выполняет роль сводного документа, в котором указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты.

Правила оформления маршрутных карт:

Для изложения технологических процессов в маршрутную карту используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

Служебные символы условно выражают состав информации, размещаемой в графах данного типа строки формы документа, и предназначены для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации.

Простановка служебных символов является обязательной и не зависит от применяемого метода проектирования документов.

В качестве обозначения служебных символов приняты буквы русского алфавита, проставляемые перед номером соответствующей строки, и выполняемые прописной буквой, например, М01, А12 и т.д.

Указание соответствующих служебных символов для типов строк, в зависимости от размещаемого состава информации, в графах маршрутной карты следует выполнять в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 - Служебные символы

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение служебного символа | Содержание информации вносимой в графы, расположенные на строке |
| А | Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки) |
| Б | Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки) |
| В | Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки) |
| Г | Обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки) |
| Д | Код, наименование оборудования (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки) |
| Е | Информация по трудозатратам (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки) |
| К | Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки) |
| М | Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода |
| О | Содержание операции (перехода) |
| Т | Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке |
| Л | Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки) |
| Н | Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием обозначения деталей, сборочных единиц, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки) |

При заполнении информации на строках, имеющих служебные символы А, Б, В, Г, Д, Е, К, Л, М, Н, следует руководствоваться правилами по заполнению соответствующих граф, расположенных на этих строках.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О, следует руководствоваться требованиями государственных стандартов ЕСТД седьмой классификационной группы, устанавливающих правила записи операций и переходов. Запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. При операционном описании технологического процесса на маршрутную карту номер перехода следует проставлять в начале строки.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки. Информацию по применяемой на операции технологической оснастке записывают в следующей последовательности:

- приспособления;

- вспомогательный инструмент;

- режущий инструмент;

- специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов (операций), например, при сварке, штамповке и т.п.;

- средства измерения.

Запись следует выполнять по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак «;». Количество одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода (обозначения) оснастки, заключая в скобки.

***Пример:*** Разработка маршрута сборки-сварки сварной конструкции «Корпус»

Узел 1 Сборка-сварка

Обечайка поз. 1,2

1. Установить на роликоопору стенда для сборки продольных стыков обечаек – обечайку (поз. 1).

С помощью двух гидравлических струбцин и гидравлических стяжек совместить продольные кромки обечайки и выровнять торцы.

Прихватить стык обечайки прихватками в соответствии с длиной. Порядок установки прихваток: первую прихватку ставить по центру стыка, вторые – 2 на расстоянии 20 мм от торцов, а остальные в разброс. Установить технологические планки и прихватить их. Сдать ОТК.

2. Разместить обечайку на флюсовой подушке роликового стенда и сварить продольный шов с внутренней стороны.

3. Повернуть обечайку, сварить наружный шов.

4. Очистить цилиндр от брызг, шлака и срубить планки.

5. Произвести ультразвуковой контроль 100% длины шва.

Днище поз. 3,4

1. Установить листы заготовок для днищ на стол манипулятора.

С помощью двух гидравлических струбцин и гидравлических стяжек совместить продольные кромки заготовок днищ и выровнять торцы.

Прихватить стык заготовок днищ прихватками в соответствии с длиной. Порядок установки прихваток: первую прихватку ставить по центру стыка, вторые – 2 на расстоянии 20 мм от торцов, а остальные в разброс. Установить технологические планки и прихватить их. Сдать ОТК.

2. Сварить продольный шов.

3. Повернуть заготовку и очистить корень шва.

4. Сварит продольный стык.

5. Произвести ультразвуковой контроль 100% длины шва.

6. Выполнить штамповку согласно размерам чертежа.

7. Срезать излишки металла.

Пример оформления маршрутных карт смотреть в приложении В.

**3. Расчет сварных швов корпуса на прочность**

При проектировании конструкций оценка их прочности производится на основании расчетов, которые сводятся в основном к определению напряжений, возникающих в отдельных элементах и частях конструкций под действием различных нагрузок, и к проверке условий прочности, гарантирующих безопасность эксплуатации. Условия прочности записываются в виде некоторого уравнения и выражают связь между прочностными характеристиками материала и вычисляемыми при расчете напряжениями.

В настоящее время используют три метода расчета металлических конструкций: на прочность по допускаемым напряжениям, на прочность по предельным состояниям и на надежность. В машиностроении расчет ведут по допускаемым напряжениям. В дипломном проекте достаточно выполнить прочностной расчет одного стыкового шва и одного углового. Привести расчетные схемы всех сварных швов (формат А2). Оформить сводную таблицу результатов.

**Расчет сварных швов по предельным состояниям**

Предельным состоянием конструкции называется такое состояние, при котором она перестает удовлетворять предъявленным к ней эксплуатационным требованиям, т.е. перестает оказывать сопротивление внешним воздействиям или получает недопустимые деформации или местные повреждения. [5, с. 86].

В качестве предельных состояний в технике принимают достижение материалом предела текучести, его разрушение, потерю устойчивости элемента, перемещения или деформации недопустимой величины. [5, с. 18]

Предельное состояние, определяемое несущей способностью элемента (прочностью, устойчивостью или выносливостью), относится к расчету отдельных элементов сварных конструкций и к расчету сварных соединений.

Условие прочности по предельному состоянию имеет вид:

N/F ≤ mR, (10)

где N - расчетная нагрузка, МН;

F – геометрическая характеристика сечения, см;

m – коэффициент условий работы;

R – расчетное сопротивление материала, МПа.

При расчете стыковых соединений по методу предельных состояний расчетное растягивающее усилие N, МН определяют по формуле (11):

N=slш Rрсв , (11)

где N - расчетная нагрузка, МН;

s – толщина металла, мм;

lш – длина шва, мм;

Rрсв – расчетное сопротивление металла сварного шва, МПа.

**Расчет сварных швов по допускаемым напряжениям**

Метод расчета по допускаемым напряжениям достаточно прост. В основе расчета по допускаемым напряжениям лежит гипотеза идеально упругого тела, для которого закон Гука о прямой пропорциональности между напряжениями и деформациями считается справедливым до начала текучести материала. [5, с.265]

При расчете конструкции по допускаемым напряжениям [σ], МПа условие прочности имеет вид

σ ≤ [σ], (12)

где σ – напряжение в опасном сечении элемента, МПа;

[σ] – допускаемое значение напряжений, МПа. [2, с.85].

Стыковые швы при всех видах сварки являются оптимальными в отношении концентрации напряжений. Разрушение стыковых соединений, как правило, происходит в зоне термического влияния. [5, с.98]

При действии продольной силы на элементы, соединенные стыковым сварным швом расчетное условие при расчете по методу допускаемых напряжений σ,МПа имеет вид

σ =N/slш ≤ [σ], (13)

где σ – напряжение в шве, МПа;

N - расчетная нагрузка, МН;

s – толщина металла, мм;

lш – длина шва, мм;

[σ] – допускаемое напряжение, МПа. [2, с. 98].

Для безопасности конструкции допускаемое напряжение должно составлять лишь некоторую часть от предела текучести σ02.

Допускаемое напряжение [σ], МПа принимается

[σ] = η[σ]\*, (14)

где [σ]\* - номинальное допускаемое напряжение, МПа;

η – поправочный коэффициент, учитывающий конструктивные и эксплуатационные особенности сосуда. [5, с.265].

Значение номинального допускаемого напряжения [σ]\*, МПа устанавливается в зависимости от характеристик прочности стали и расчетной температуры стенки tст и принимается минимальным при вычислении из следующих трех условий:

[σ]\* = σв/2,6 (15)

[σ]\* = σ02/1,5 (16)

[σ]\* = σд/1,5 (17)

где σв – расчетный предел прочности стали при растяжении при рабочей температуре, МПа;

σ02 – расчетный условный предел текучести (при остаточной деформации 0,2%) при рабочей температуре, МПа;

σд – расчетный условный предел длительной прочности при растяжении при рабочей температуре, МПа. [5, с.265].

Для расчета угловых швов необходимо рассчитать значение допускаемого касательного напряжения при срезе [τ], МПа. Допускаемое напряжение в шве при срезе определяю по формуле (18).

[τ] =0,6 [σ]\*, (18)

где [τ]- допускаемое касательное напряжение при срезе, МПа;

[σ]\*- номинальное допускаемое напряжение, МПа.

***Пример:***При расчете конструкции по допускаемым напряжениям [σ], МПа условие прочности имеет вид

σ ≤ [σ],

где σ – напряжение в опасном сечении элемента, МПа;

[σ] – допускаемое значение напряжений, МПа. [2, с.85].

Для безопасности конструкции допускаемое напряжение должно составлять лишь некоторую часть от предела текучести σ02.

Допускаемое напряжение [σ], МПа принимается

[σ] = η[σ]\*,

где [σ]\* - номинальное допускаемое напряжение, МПа;

η – поправочный коэффициент, учитывающий конструктивные и эксплуатационные особенности сосуда. [5, с.265]

Значение номинального допускаемого напряжения [σ]\*, МПа устанавливается в зависимости от характеристик прочности стали и расчетной температуры стенки tст и принимается минимальным при вычислении из следующих трех условий:

[σ]\* = σв/2,6

[σ]\* = σ02/1,5

[σ]\* = σд/1,5

где σв – расчетный предел прочности стали при растяжении при рабочей температуре, МПа;

σ02 – расчетный условный предел текучести (при остаточной деформации 0,2%) при рабочей температуре, МПа;

σд – расчетный условный предел длительной прочности при растяжении при рабочей температуре, МПа. [8, с.265].

Выполняем расчет номинального допускаемого напряжения исходя из механических свойств данной стали при температуре стенки 200 С:

[σ]\* = 480/2,6 = 184,6 МПа

[σ]\* = 315/1,5 = 210 МПа

[σ]\* = 480/1,5 = 320 МПа

Тогда наименьшее значение номинального допускаемого напряжения принимаю равным [σ]\* = 184,6 МПа.

Подставляя полученные расчетные данные в формулу (12), выполняем расчет допускаемого напряжения для сварной конструкции. Поправочный коэффициент η, учитывающий конструктивные и эксплуатационные особенности сосуда принимаем равным η=0, 95, согласно правилам Госгортехнадзора. [5, с.265].

[σ] = 0,95х184,6=166,14 МПа

Для расчета угловых швов необходимо рассчитать значение допускаемого касательного напряжения при срезе [τ], МПа. Допускаемое напряжение в шве при срезе определяем по формуле (18).

[τ] =0,6 [σ]\*,

где [τ]- допускаемое касательное напряжение при срезе, МПа;

[σ]\*- номинальное допускаемое напряжение, МПа.

Выполняем расчет допускаемого касательного напряжения при срезе [τ], МПа

[τ] =0,6 х184,6=110,76 МПа

Принимаем допускаемое касательное напряжение при срезе[τ], МПа равным 111 МПа.

Расчетное растягивающее усилие N, МН определяем

N=slш Rрсв ,

где N - расчетная нагрузка, МН;

s – толщина металла, мм;

lш – длина шва, мм;

Rрсв – расчетное сопротивление металла сварного шва, МПа.

Для стали 09Г2С-6 принимаю расчетное сопротивление металла Rрсв=250 МПа, 2500 кгс/см3. [5, прил.1]

Стыковые швы при всех видах сварки являются оптимальными в отношении концентрации напряжений. Разрушение стыковых соединений, как правило, происходит в зоне термического влияния. [5, с.98].

При действии продольной силы на элементы, соединенные стыковым сварным швом №2 расчетное условие при расчете по методу допускаемых напряжений σ,МПа имеет вид

σ =N/slш ≤ [σ],

где σ – напряжение в шве, МПа;

N - расчетная нагрузка, МН;

s – толщина металла, мм;

lш – длина шва, мм;

[σ] – допускаемое напряжение, МПа. [2, с.98].

Выполняем расчет на прочность продольного стыкового шва №1

σ =1200/(1,2х400)=20,5 МПа

20,5 МПа ≤ 166,14 МПа

Выполняем расчет на прочность кольцевого стыкового шва №2

σ =2637/(1,2х879,2)=10,1 МПА

10,1 МПа ≤ 166,14 МПа

Условие равнопрочности сварного шва и основного металла от действия продольной (растягивающей или сжимающей) силы выполнено.

В сварных конструкциях тавровые, нахлесточные и угловые соединения выполняют угловыми швами. Эти швы рассчитывают по допускаемым напряжениям на срез. Прочность угловых швов зависит от типа соединения, формы поперечного сечения шва (прямоугольной, выпуклой, вогнутой) и направления усилия относительно шва (лобовые или фланговые швы). Угловые швы в зависимости от характера погонных нагрузок могут испытывать все три вида напряженного состояния (одноосное, двуосное и объемное) и работать одновременно на растяжение, срез и изгиб. [5, с.99]

Угловые швы в тавровом соединении воспринимают продольные силы и поэтому их рассчитывают на сжатие, растяжение и срез

,

где τш - расчетное допускаемое напряжение на срез, МПа;

Р - действующая сила, МПА;

β – коэффициент для определения расчетной толщины углового шва;

k – катет углового шва, мм;

lш – длина шва, мм;

[τ] - допускаемое касательное напряжение при срезе, МПа. [5, с.99].

Коэффициент для определения расчетной толщины углового шва β определяют в зависимости от вида сварки:

- для ручной дуговой сварки β=0,7;

- для механизированной сварки β=0,8. [5, с.266]

Для выполнения расчетов также необходимо определить длину угловых швов. Люк вваривается угловым кольцевым швом, поэтому длину lш, мм этих швов можно определить

lш=πd,

где π – постоянное значение;

d – диаметр изделия, мм.

Выполняем расчет длины кольцевого шва люка:

Люк Е

lш=3,14х500=1570 мм.

Выполняю расчет допускаемого касательного напряжения на срез τш, МПа угловых швов, выполненных механизированной сваркой по формуле (19):

Люк Е

τш= 1,14/(2х0,8х1х157)=40,5 кгс/см2

40,5МПа ≤ 111 МПа

Проведенные расчеты показали, что прочность стыковых швов металлоконструкции «Корпуса расширителя» обеспечена в продольных стыковых швах обечайки поз. 4.

Условия равнопрочности сварных швов выполнены.

Прочность сварных швов обеспечена свойствами основного металла и параметрами шва.

**4. Нормирование технологического процесса сборки-сварки**

Техническое обоснование нормы времени – это регламентирование времени выполнения определённой операции в конкретных производственных условиях.

Продолжительность времени сборки узлов под сварку зависит от характера и конструктивной сложности узла, его веса и размеров, количества собираемых деталей, а также применяемых при сборке приспособлений и инструмента. Норма времени на сборку металлоконструкций под сварку состоит из подготовительно-заключительного, основного и вспомогательного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности.

Подготовительно-заключительное время включает время, затрачиваемое рабочим на получение производственного задания, указания и инструктажа мастера, ознакомление с работой, получение и сдачу инструмента и приспособлений, и сдачу работы.

Основное время – это время сборки металлоконструкции под сварку, в течение которого происходит координация, соединение и крепление входящих в изделие деталей и узлов.

Вспомогательное время затрачивается на доставку деталей и узлов к месту сборки, проверку их качества, измерения, разметку места установки деталей и узлов, зачистку собираемых кромок деталей и незначительную правку деталей в процессе сборки, кантовку узлов и деталей.

Время на организационно-техническое обслуживание рабочего места и отдых и естественные надобности включает время на раскладку и уборку инструмента, подналадку и настройку оборудования, сборочных стендов, под соединение сварочного кабеля, присоединение пневмоинструмента к воздухопроводу, уборку рабочего места, содержание в чистоте и порядке.

Норма времени на сборку металлоконструкций под сварку может быть рассчитана как сумма затрат времени на выполнение отдельных укрупненных переходов. Для этого все операции технологического процесса сборки и сварки заданной сварной конструкции разделяются на укрупненные комплексы приемов по установке и креплению отдельных деталей, узлов, из которых собирается металлоконструкция.

В комплексы объединяются приемы работы по подаче деталей к месту сборки, по их проверке и их промерам, по разметке мест установки деталей, а также установке и соединению с другими деталями собираемого узла.

Нормативы времени на установку деталей и узлов при сборке конструкции, прихватку дуговой сваркой, крепление деталей, а также кантовку узлов в процессе сборки определяются по соответствующим таблицам "Общемашиностроительных нормативов времени на слесарно-сборочные работы при сборке металлоконструкций под сварку". Поэтому расчет нормы времени на сборку металлоконструкции под сварку производится по формуле (10), мин

Тшк = ΣТуст+ ΣТпов + ΣТкреп, (10)

где ΣТуст, ΣТкреп, … − штучное время, взятое из нормативных карт на выполнение отдельных укрупненных переходов сборочных работ, мин [17].

Определение норм времени на сварочные работы. Основными факторами, определяющими продолжительность электродуговой сварки, являются: тип и пространственное положение шва, характер подготовки кромок, толщина свариваемых деталей, число слоев и длина шва, сила и род тока, способ сварки (ручная, полуавтоматическая или автоматическая сварка).

Нормированием сварочных работ предусматривает определение всех составляющих норм времени:

- подготовительно-заключительного;

- основного;

- вспомогательного;

- времени обслуживания рабочего места;

- времени на отдых и личные надобности.

Подготовительно-заключительное время при сварке включает затраты времени на получение производственного задания и сварочных материалов, на инструктаж и ознакомление с работой, на получение и сдачу инструмента, на поставку приспособлений и настройку сварочного оборудования на заданный режим и опробование режима на планках, сдачу работы.

Основное время при сварке – это время горения дуги. Вспомогательное время при сварке складывается из времени, зависящего от длины шва, времени, зависящего от изделия и времени, зависящего от типа оборудования.

Вспомогательное время Твш, зависящее от длины шва, включает затраты на зачистку кромок перед сваркой, на зачистку шва от шлака и брызг после каждого прохода, сбора флюса со шва, смену электродов или кассет с проволокой, осмотр, промеры, и клеймение шва, переходы сварщика к началу шва при многопроходной сварке.

Вспомогательное время, связанное с изделием, Тви – это время на установку изделия под сварку и снятия после сварки, на повороты изделия в процессе сварки.

Вспомогательное время, связанное с оборудованием – это время на подготовку, поджатие и установку флюсовой подушки или медной подкладки под стык, на установку и снятие токопровода, направляющего пути для электрода или трактора на изделие, на установку к началу шва горелки и отключение установки для сварки, на установку автомата в начале шва.

Время обслуживания рабочего места включает затраты времени на раскладку и уборку инструмента, включение, регулирование и выключение источника тока и токопровода, инструктаж мастера в процессе работы, подготовку автомата или полуавтомата к работе и уборку после смены, устранение мелких неполадок и обеспечение исправного состояния оборудования, уборку рабочего места.

Время на обслуживание рабочего места и время на отдых и личные надобности при ручной, автоматической и полуавтоматической сварке выражается в процентах от оперативного времени в зависимости от условий выполнения сварки. Оперативным временем сварки считается сумма основного и вспомогательного времени.

Расчет штучного времени полуавтоматической и автоматической сварки производится по формулам, мин

- для единичного и мелкосерийного производства:

Тш = [(То + Твш) lш + Тви] К1, (11)

- для серийного и крупносерийного производства:

Тш = [(То + Твш) lш +Тви] К2 , (12)

где То – основное время сварки одного погонного метра шва, мин;

Твш – вспомогательное время на один погонный метр шва, зависящее от длины шва, мин;

lш – длина шва, м;

Тви – вспомогательное время, связанное с изделием, мин;

К1 – коэффициент к оперативному времени, учитывающий время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, а также подготовительно-заключительное время для единичного и мелкосерийного производства;

К2 – коэффициент для серийного и крупносерийного производства, учитывающий более высокую производительность труда по сравнению с единичным производством.

Основное время – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле (13):

Т0=60Fн ρ/(αнIсв), (13)

где Fн – площадь поперечного сечения шва, мм2;

ρ – плотность основного металла ( ρ = 7,85 кг/ см);

αн –коэффициент наплавки, г/Ач;

Iсв- сила тока, А.

Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования включает время на сборку конструкции, время на выполнение вспомогательных операций.

Тв.ш = Тв.ш1 + Тв.ш2 (14)

где Тв.ш1 - вспомогательное время, связанное с каждым швом (смена электродов, зачистка шва и кромок, зачистка околошовной зоны, осмотр шва;

Тв.ш2 - вспомо­гательное время, связанное со свариваемым изделием (перемещение детали, узла, переход вдоль шва

Тв.ш1 = 0,78х3,6хL (15)

Тв.ш2 = Tв. п.з + Tв. обс. (16)

где Tв. п.з - подготовительно заключительное время, 3 мин

Tв. обс. – время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности. Принимается 15% от основного времени.

Тв.и = (Туст+Тпер+Ттр)К2, (17)

где Туст - время на установку изделия,

Тпер – время на перенос изделия,

Ттр – время на транспортировку изделия,

К2 - коэффициент для серийного и крупносерийного производства, учитывающий более высокую производительность труда по сравнению с единичным производством.

Для серийного и крупносерийного производства коэффициент равен К2=0,85.

Время на установку, поворот и снятие изделия зависит от его массы (таблица 13).

##### Таблица 13 - Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы работ | Вес изделия, кг | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 10 | | | 15 | 25 | | до 40 | | до 50 | | до 100 | |
| Время, мин | | | | | | | | | | | | |
| вручную | | | | | | | | Краном | | | | |
| Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования | 1,30 | | 3,00 | 4,30 | | | 6,00 | | 5,20 | | 6,30 | | 8,40 |

Полученные данные по нормированию сварочных работ необходимо свести в таблицу 14.

Таблица 14 - Результаты расчетов нормирования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид сварки | Тип соединения | Длина шва lш, мм | Основное время То, мин/ч | Вспомогательное время Твш, мин/ч | Вспомогательное время Тиз, мин/ч | Штучное время Тш, мин/ч |
|  |  |  |  |  |  |  |

***Пример:*** Узел 1- Сборка и сварка корпуса.

1. Установить на установку для сборки 2 цилиндрические части обечайки. Время на установку 7,4 мин, время на транспортировку изделия 6,4, время на перенос изделия 7,4.

2. Собрать обе части, выровнять, прихватить.

3. Заварить обе части обечайки между собой по стыку, автоматической сваркой А – 1416 под слоем флюса (Lсв=7,623м) снаружи,

Т0 = (60хL/V­св) х Nпр

Т0 =(60х7,598/32)х2=28,49 мин.

Изнутри (Lсв=7,536м) сварочный трактор АДФ – 1002 – 1.

Т0 =(60х7,536/32)х1=14,13 мин.

4. Определим вспомогательное время для автоматической сварки

Тв.ш = Тв.ш1 + Тв.ш2

Тв.ш1=0,78х3,6х7,598= 21,33 мин.

Тв.ш2 = Tв п.з + Tв обс

Tв п.з=3 мин

Tв обс=(30,42 +15,07)х0,15=32,68 мин.

Тв.ш2 ­=3+6,39= 9,39 мин.

Тв.ш = 21,33+9,39=30,72 мин.

5. Определим вспомогательное время, связанное со сваркой изделия в целом

Тв.и =(7,4+7,4+6,4)х0,85=18,02 мин.

6. Определим штучное время на сборку сварку конструкции при автоматической сварке.

Тшт=[(Т0 + Тв.ш)LК1 + Тв.и] х(1+K/100)K2

Тшт=[(28,49+30,72)х7,598х1,35+18,02]х(1+42,62/100)х0,85=754,79 мин.

Расчет повторить несколько раз по количеству обечаек.

**5. Организационный раздел**

**5.1 Организация рабочих мест**

Обеспечение высокой производительности труда в значительной мере зависит от правильной организации рабочего места. Для защиты рабочих от излучения дуги в постоянных местах сварки устанавливают для каждого сварщика отдельную кабину (размером 2х 2,5 метра). Стены кабины могут быть сделаны из тонкой стали или брезента. Брезент должен быть обработан огнестойким составом. Пол в кабине должен бить из огнестойкого материала. Рабочее место должно быть оснащено вентиляцией, в том числе местной, так как при сварочных работах выделяется много вредных паров и газов.

Рабочее место оборудуется ящиком для рабочего инструмента, бачком с водой, а так же сборочно-сварочными и подъемными приспособлениями в зависимости от вида и особенности свариваемых деталей. На рабочем месте должны быть требуемые по технологии присадочные материалы и флюсы, для их хранения должны быть отведены места. Рабочее место сварщика должно оснащаться противопожарным оборудованием: пенным огнетушителем, ящиком с сухим песком и пожарным инструментом.

Для получения высококачественной сварной конструкции необходим оборудованный специальный участок, отвечающий всем требованиям, выдвигаемым спецификой сварки. Прежде всего, на участке должна быть обеспечена чистота. Для этого необходима регулярная протирка влажной тряпкой всех приспособлений и пола, причем покрытие пола должно быть моющимся (кафель, линолеум, металл). На участке не должно быть сквозняков, большой влажности, пыли. Для работы на участке должна быть выделена спецодежда и обувь на непачкающей резиновой подошве.

**5.2 Планировка участка и размещение оборудования**

Структура и компоновка участков сборочно-сварочных участков зависят от серийности производства сварных конструкций, которая определяется годовым объемом выпуска деталей. [1,с.120]

Производственный участок обычно занимает один или несколько пролетов цеха и в него помимо производственных площадей входят помещения для службы контроля качества, бытовки, складские помещения.

Планировка сборочно-сварочного участка должна обеспечивать рациональное размещение оборудования, минимальный путь движения деталей, устранить перемещение деталей и узлов через участки, на которых не производится сборка-сварка.

Вспомогательные помещения в составе участка не запланированы, а должны быть предусмотрены в составе цеха.

Общецеховые вспомогательные помещения (бытовые, кабинеты, кладовые, санузлы и т.п.) в составе участка не предусматриваются.

При планировке размещения оборудования стремятся к выполнению требований:

- к рациональному использованию площади;

- обеспечению кратчайших путей движения обрабатываемых деталей и узлов;

- исключению обратных, кольцевых, петлеобразных путей движения деталей, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортировку;

- обеспечению удобства разборки оборудования при ремонте или демонтаже. Разрывы между оборудованием и рабочими местами, между ними и ближайшими частями здания, а также ширину рабочих проходов и проездов устанавливают в соответствии с нормами технологического проектирования.

Допускаемые пределы минимальных расстояний между оборудованием (рабочими местами), складочными местами и элементами здания, ширина проходов и проездов приведены в таблицах 15 и 16.

Таблица 15 -Допускаемые пределы минимальных расстояний между оборудованием (рабочими местами), складочными местами и элементами здания

|  |  |
| --- | --- |
| Определяемое расстояние | Допускаемые пределы значений, м |
| От колонн или стен здания до боковой стороны оборудования | 1-3 |
| От колонн или стен здания до тыльной стороны оборудования | 1-2,5 |
| От колонн или стен здания до фронта оборудования | 1-2,5 |
| Между фронтом и тыльной стороной оборудования | 1-2 |
| Между фронтом и боковой стороной оборудования | 1-2 |
| Между тыльными сторонами оборудования | 1 |
| Между боковыми сторонами оборудования | 1-1,4 |
| Между оборудованием, расположенным фронтом друг к другу | 1-2 |
| От фронта оборудования до складочного места | 1-1,6 |
| Между складочными местами | 1-1,4 |
| Между тыльной стороной оборудования и складочным местом | 1 |

Таблица 16 - Нормы ширины проходов и проездов в пролетах сборочно- сварочного цеха

|  |  |
| --- | --- |
| Проходы и проезды | Допускаемые пределы значений, м |
| Ширина проходов для работающих | 1,4- 1,6 |
| Ширина магистрального проезда вдоль пролета | 3-4 |
| Между тыльными сторонами оборудования, рабочих мест и складочных мест | 1,3-2,6 |
| Между тыльной стороной одного и фронтовой стороной другого ряда оборудования или рабочих мест, включая рабочую зону | 1,8-2,5 |
| Между фронтами двух рядов оборудования или рабочих мест, включая рабочую зону | 3,4-3,8 |

Размер рабочей зоны принимается равным 0,8 м.

Оборудование для питания постов дуговой сварки лучше размещать на площади между колоннами по границе смежных пролетов. Необходимо предусмотреть место для складирования заготовок и металла.

Для сборки и автоматической дуговой сварки под флюсом обычно располагают рядом два одинаковых рабочих места, поочередно выполняющих сборочные и сварочные операции.

Площадка для хранения материалов и оборудования, генераторная, площадка расконсервации и бытовые помещения должны находиться за пределами сборочно-сварочного участка. Участок химической обработки сварочных материалов следует располагать за пределами помещения (цеха), в котором оборудован участок для сварки алюминия. На участке необходимо предусмотреть подвод воды для охлаждения сварочного оборудования и точки для подключения пневмо - и электроинструмента, причем сжатый воздух должен подаваться после дополнительной сушки и очистки. Если предстоит сварка внутри объемной конструкции, то необходимо обеспечить местную вытяжную вентиляцию для удаления отходящих газов и аэрозолей из объема конструкции, где производится сварка.

Химически обработанную сварочную проволоку необходимо хранить в плотно закрывающемся (желательно сушильном) шкафу или ящике. Для доставки сварочной проволоки и деталей после их химической обработки необходимо иметь специальный шкаф или чистые чехлы. Химическая обработка должна быть организована так, чтобы не превышался допустимый срок хранения обработанных материалов. На рис. 3 приведен пример планировки участков.

На участке должна быть предусмотрена возможность проведения рентгеновского контроля свариваемых изделий непосредственно в приспособлениях, для чего необходимы радиационные заграждения для размещения там операторов и аппаратуры управления при контроле.

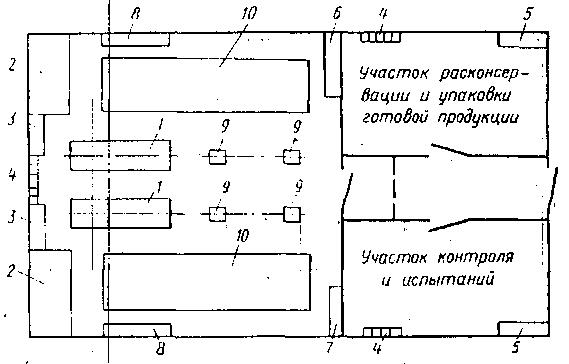


Рисунок 4 - Пример планировки участка сварки трубных узлов из алюминиевых сплавов

1 — сварочный автомат; 2 — источники питания; 3 — стойка с баллонами; 4- аппаратура управления; подвод воды, сжатого воздуха и слив воды; 5 — электрощит; 6 — слесарный верстак; 7 — сушильный шкаф; 8 — вспомогательная оснастка; 9 — люнет; 10 — стеллаж.

* 1. **Техника безопасности, охрана окружающей среды и противопожарные мероприятия**

При разработке данного пункта дипломного проекта дипломник должен уделить особое внимание решению конкретной задачи применительно к разрабатываемому участку механического цеха. Разработку данного пункта надо увязать с планировкой оборудования на участке и организацией рабочего места.

Описание техники безопасности состоит из пяти подпунктов:

1. Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций;

2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта;

3. Воздействие производственных факторов на организм человека;

4. Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда;

5. Обеспечение электробезопасности на производственном участке;

6. Обеспечение пожаробезопасности на производственном участке;

7. Инженерные расчеты.

**Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций**

При выполнении дипломного проекта необходимо осветить следующие вопросы:

- месторасположение рабочего места в производственном помещении (на схема производственного участка с расстановкой оборудования, обозначения оконных и дверных проемов, рабочих мест);

- описание технологического оборудования, станков, инструментов, используемых в процессе труда, видов технологических операций (в таблице 17 оформляется спецификация оборудования, инструмента с указанием конкретных видов работ, технологических операций.

Таблица 17 - Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка, рабочего места

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № позиции на эскизе участка, рабочего места | Наименование оборудования, инструмента | Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом |

**Идентификация опасных и вредных производственных факторов**

В данном пункте анализируются все опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций и видов работ на конкретном производственном участке или рабочем месте. При этом анализируются источники механических травм; источники шума, вибрации, ионизирующих излучений; определяются условия микроклимата в помещениях; оценивается освещенность в помещениях и на конкретном рабочем месте; определяется возможность получения электротравмы; исследуется токсичность применяемых веществ; проводится оценка пожаро - и взрывоопасности объекта; определяется возможность использования грузоподъемных машин и механизмов, а также сосудов, находящихся под давлением.

В результате анализа и идентификации опасных и вредных производственных факторов оформляется таблица 18, с указанием идентифицированного производственного фактора и видов работ или оборудования, при работе на котором он встречается.

Таблица 18 – Опасные и вредные производственные факторы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование опасного и вредного производственного фактора | Виды работ, оборудование, технологические операции при которых встречается данный производственныйй фактор |

**Воздействие производственного фактора на организм работающих**

Необходимо подробно осветить вопросы воздействия выявленных и идентифицированных производственных факторов на организм человек, с указанием гигиенических норм и допустимых уровней для конкретного фактора.

**Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке**

1.Разработка мероприятий по безопасности труда начинается с организационных вопросов (обучение по охране труда, контроль за состоянием охраны труда, нормативно-техническая документация по охране труда, определение категорий тяжести труда, режима труда и отдыха на конкретном производстве и т.д.).

2. Затем прорабатываются планировочные мероприятия (соответствие состояния территории предприятия, основных производственных и вспомогательных помещений требованиям безопасности труда).

3. Разработка технических мероприятий, которые включают комплекс мер по защите от воздействия каждого из рассмотренных вредных и опасных производственных факторов: выбираются системы вентиляции, кондиционирования и отопления для поддержания допустимых значений параметров микроклимата, системы освещения и источников света в соответствии с условиями производства, системы предохранительных, ограничительных и блокировочных средств, определяются условия безопасного труда при использовании грузоподъемных машин и механизмов, сосудов, находящихся под давлением, при наличии источников шума и вибрации, ионизирующих излучений и электромагнитных полей и т.д.

4. Следующим этапом при разработке мероприятий по снижению уровней производственных факторов является разработка и подбор средств индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами обеспечения работающих средствами защиты, спецодеждой и спецобувью.

5. Последним этапом является разработка инструкции по охране труда для конкретной профессии или вида работ, включающая разделы: опасные и вредные производственные факторы, требования безопасности перед началом работ, во время работы, по окончании работ, при аварийных ситуациях.

**Обеспечение электробезопасности на производственном участке, рабочем месте**

Анализируются источники электрической опасности, причины поражения электрическим током, определяется категория помещения по электрической опасности, выбираются защитные средства и устройства в электросетях, определяются мероприятия по молниезащите и защите от статического электричества.

**Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте**

Анализируется пожарная и взрывная опасность помещений, при этом характеризуются пожарные и взрывные свойства применяемых веществ, исследуются возможные причины пожаров на проектируемом объекте, определяются категория производств по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности класс пожаро - и взрывоопасных зон, разрабатываются мероприятия по пожарной профилактике, выбираются технические средства противопожарной защиты, средства пожаротушения.

### Таблица 19 - В соответствии с требованиями СНиП [43, п. 1.1, табл. 1, прил. 2] здания делятся на 8 степеней огнестойкости: I, II, III, IIIa, IIIб, IV, IVa и V.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Степень огнестойкости | Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций, число над чертой, и максимальные пределы распространения огня по ним, см под чертой | | | | | | | | |
| Стены | | | | колонны | лестничные площадки, косоуры, ступени, балки и марши лестничных клеток | плиты, настилы (в т.ч. с утеплителем) и др. несущие конструкции перекрытий | элементы покрытий | |
| несущие и лестничных клеток | самонесущие | наружные ненесущие (в т.ч. из навесных панелей) | внутренние ненесущие (перегородки) | плиты, настилы (в т.ч. с утеплителем) и прогоны | балки, фермы, арки, рамы |
| I | 2,5 0 | 1,25 0 | 0,5 0 | 0,5 0 | 2,5 0 | 1 0 | 1 0 | 0,5 0 | 0,5 0 |
| II | 2 0 | 1 0 | 0,25 0 | 0,25 0 | 2 0 | 1 0 | 0,75 0 | 0,25 0 | 0,25 0 |
| III | 2 0 | 1 0 | 0,25; 0,5 0 40 | 0,25 0 | 2 0 | 1 0 | 0,75 0 | н.н. н.н. | н.н. н.н. |
| IIIa | 1 0 | 0,5 0 | 0,25 40 | 0,25 40 | 0,25 0 | 1 0 | 0,25 0 | 0,25 25 | 0,25 0 |
| IIIб | 1 40 | 0,5 40 | 0,25; 0,5 0 40 | 0,25 40 | 1 40 | 0,75 0 | 0,75 25 | 0,25; 0,5 0 25(40) | 1 40 |
| IV | 0,5 40 | 0,25 40 | 0,25 40 | 0,25 40 | 0,5 40 | 0,25 40 | 0,25 40 | н.н. н.н. | н.н. н.н. |
| IVа | 0,5 40 | 0,25 40 | 0,25 н.н. | 0,25 40 | 0,25 0 | 0,25 0 | 0,25 0 | 0,25 н.н. | 0,25 0 |
| V | Не нормируется | | | | | | | | |

Примечания:1. В скобках приведены пределы распространения огня для вертикальных и наклонных участков конструкций.  
 2. Сокращения "н.н." означает, что показатель не нормируется.

**Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности**

Категории помещений и зданий определяются в соответствии с НПБ 105-03 «Определение категорий помещений и зданий по пожарной опасности» (взамен ОНТП 24-86). По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д. Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода, исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

**Категории помещений**

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в таблице 1, от высшей (А) к низшей (Д).

**Здание относится к категории А**, если в нем суммарная площадь помещений категорий А превышает 5% площади всех помещений или 200м2. Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м2), эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

**Здание относится к категории Б**, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категории А;

- суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммарной площади всех помещений или 200 м2.

Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м2), и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

**Здание относится к категории В**, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А или Б;

- суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м2), и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

**Здание относится к категории Г**, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А, Б или В;

- суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5% суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м2), и помещения категорий А, Б, В оборудуются установками пожаротушения.

**Здание относится к категории Д**, если оно не относится к категориям А, Б, В или Г.

Таблица 20 **- Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности**

|  |  |
| --- | --- |
| **Категория помещения** | **Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении** |
| А взрывопожароопасная | Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) с температурой вспышки (Твсп) не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва (ДРизб) в помещении, превышающее 5 кПа (0,05 атм). Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что ДРизб в помещении превышает 5кПа. |
| Б то же | Горючие пыли и волокна, ЛВЖ с Твсп более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовать пылевоздушные или паро-воздушные смеси, при воспламенении которых развивается ДРизб в помещении, превышающее 5 кПа. |
| В1-В4 пожароопасные | Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в т.ч. пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. |
| Г | Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива. |
| Д | Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. |

**Таблица 21 - Категории пожаро - взрывоопасных объектов и характер возможных пожаров**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Категория объекта** | **Перечень объектов** | **Характер возможных пожаров** |
| А | Нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, нефтебазы, предприятия искусственного волокна, АЭС, предприятия по переработке металлического натрия и др. | Сплошные пожары, охватывающие всю территорию, с распространением на прилегающую городскую застройку |
| Б | Предприятия по хранению и переработке угольной, и древесной пыли, муки, сахарной пудры, киноленты | То же |
| В | Древесные склады, текстильные предприятия, столярные мастерские и др. | Отдельно расположенные очаги пожаров, распространение их на прилегающие объекты возможно при определенных метеорологических условиях. |
| Г | Металлургические заводы, термические корпуса и пр. | То же |
| Д | Металлообрабатывающие предприятия, станкостроительные цеха и т.п. | То же |

**Расчет вентиляции на рабочих местах сборочно-сварочного участка**

Местные отсосы могут быть совмещены с технологическим оборудованием и не связаны с оборудованием. Они могут быть стационарными и нестационарными, подвижными и неподвижными.

При ручной, автоматической и полуавтоматической сварке в среде защитных газов небольших деталей на стационарных рабочих местах рекомендуется принять следующие устройства:

* панели равномерного всасывания;
* столы с подвижным укрытием и со встроенным местным отсосом;
* столы для сварщика с встроенным (верхним и нижнем) отсосом и др.

Столы на стационарных постах и кабине оборудуются панелями равномерного всасывания следующих размеров:

Гп 600х645, Гп 750х645, Гп 900х645 мм.

Часовой объем вытяжки загрязненного воздуха Lв, м3/ч определяется по формуле (18)

, (18)

где Lв - часовой объем вытяжки загрязненного воздуха, м3/ч;

V – скорость движения воздуха в воздуховоде. (V = 3...4 м3/ч);

А – площадь сечения воздуховода, м2.

А = 0,25 х Ап, (19)

где А – площадь сечения воздуховода, м2;

Аn – площадь панели, м2.

Подсчитав величину Lв, подбираем вентилятор и тип электродвигателя для местного отсоса.

Типы местных отсосов для сварки под флюсом: щелевой, перфорированный, приближенный, флюсоотсос и др.

Количество воздуха L, м3/ч удаляемого местным отсосом определяется по формуле (20)

, (20)

где L - количество воздуха, удаляемого местным отсосом, м3/ч;

I – сила сварочного тока, А;

К – коэффициент, - для щелевого отсоса К=12;

- для двойного отсоса К=16.

Подсчитав величину L, подбираем № вентилятора и тип электродвигателя для местного отсоса.

Рекомендуются вентиляторы высокого давления:

№ 5 - при количестве отсосов до 8;

№ 8 - при количестве отсосов от 8 до 40.

***Пример:***

Подобрать вентилятор и электродвигатель для местной вытяжной вентиляции сварочного поста при сварке мелких изделий.

Для механизированной сварки в СО2 панель местного отсоса равномерного всасывания принимается 600х645 мм (Аn).

Определяем часовой объем вытяжки загрязненного воздуха Lв, м3/ч по формуле (20)

,

А = 0,25Аn = 0,25 х 0,6 х 0,645 = 0,0967 м2,

Lв = 3 х 0,0967 х 3600 = 1044 м3/ч.

Выбираем по таблице 22 вентилятор с воздухообменом 1200 м3/час, электродвигатель 4А100S2У3.

Таблица 22 - Данные для выбора центробежных вентиляторов серии ЭВР

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| n,  мин-1 | Воздухопоток,  м3/час | Тип  электродвигателя |
| 1 | 2 | 3 |
| 1425 | 200  300  400  500  600  700  800  9000 | 4А100S4У3 |
| 2880 | 200  400  600  800  1000  1200  1400  1600  1800 | 4А100S2У3 |
| 950 | 800  1200  1600  2000  2500 | 4А10L6У3 |

**Освещение сборочно-сварочного участка**

В сборочно-сварочных цехах целесообразно создание системы общего освещения локализованного или равномерного общего с использованием переносных светильников местного освещения. Уровни освещенности для сварочных работ установлены в соответствии с нормативными документами для люминесцентных ламп Еср=150лк., для ламп накаливания Еср= 50 лк.

Число ламп Л, необходимых для освещения, подсчитывают по формуле (21)

, (21)

где Л - число ламп, шт;

Еср – средняя освещенность, лк;

А – площадь помещения, м2;

Fо  – световой поток одной лампы, лм, принимается по таблице 2.3;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент η выбираем по таблице 30 в зависимости от показателя помещения і

, (22)

где і - показатель помещения;

а и в – ширина и длина помещения, м;

Нр – высота светильников над рабочей поверхностью, м, (Нр≈ 5...6 м).

Таблица 23 – Значения коэффициента использования светового потока в зависимости от показателя помещения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели помещения, і | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Коэффициент, η | 0,2 | 0,25 | 0,32 | 0,37 | 0,42 | 0,48 | 0,51 | 0,53 | 0,54 |

Таблица 24 – Световые и электротехнические параметры ламп (напряжение 220В)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Лампы накаливания | | Люминесцентные лампы | |
| Тип | Световой поток F, лм | Тип | Световой поток F, лм |
| НБ-15 | 150 | ЛДУ20 | 820 |
| НБ-25 | 220 | ЛД 20 | 920 |
| НБ-40 | 400 | ЛБ 20 | 1180 |
| НБК-40 | 460 | ЛДЦ 30 | 1450 |
| ПБ-60 | 715 | ЛД 30 | 1640 |
| НБК-100 | 1450 | ЛБ 30 | 2100 |
| НГ-150 | 2000 | ЛБЦ 40 | 2100 |
| НГ-200 | 2800 | ЛД 40 | 2340 |
| НГ-300 | 4600 | ЛБ 40 | 3000 |
| НГ-500 | 8300 | ЛДЦ 80 | 3560 |
| НГ-750 | 13100 | ЛД 80 | 4070 |
| НГ-1000 | 18600 | ЛБ 80 | 5220 |

Примечание - При пользовании таблицей выберите сначала тип ламп.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключении необходимо отразить конструкторские и технологические мероприятия, разработанные в дипломном проекте, особенно те, которые имеют преимущества по сравнению с базовым вариантом.

Следует особенно уделить внимание вопросам ресурсосберегающих технологий:

* замена основного металла с целью снижения металлоемкости, трудоемкости, расхода сварочных материалов и электроэнергии, увеличения прочности конструкций;
* применение специальных устройств и механизмов, обеспечивающих повышение производительности и качества изготовления сварных конструкций;
* выбор более экономичного способа сварки;
* применение форсированных режимов сварки;
* рациональное размещение оборудования с оптимальным использованием производственной площади.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Чернышов Г. Г. Технология электрической сварки плавлением - М: Издательский центр «Академия», 2006.

2. Милютин В. С., Катаев Р. Ф. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением - М: Издательский центр «Академия», 2010.

3. Маслов Б. Г., Выборнов А. П. Производство сварных конструкций - М: Издательский центр «Академия», 2007 .

4. Овчинников В. В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов - М: Издательский центр «Академия», 2010.

5. Овчинников В.В Расчет и проектирование сварных конструкций. Учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

6. Овчинников В.В Расчет и проектирование сварных конструкций. Практикум и курсовое проектирование – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Издательский

центр«Академия», 2009.

1. Журавлев В.Н., Николаев О.И.. Машиностроительные стали: Справочник. – 4-е изд.,

перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2002

1. Экономика машиностроения: учебник для студ. учреждений среднего профессионального

образования / Гуреева М. А.-М.: Издательский центр «Академия», 2010-240 с

1. Экономика и управление в машиностроении. Под. ред. Н.Н. Кожевникова. – М.: 2008.
2. Экономика предприятия. Учебник под ред. О.И. Волкова. – М.: Инфра Н, 2008.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для студентов средних профессиональных

учебных заведений/С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.Ф.Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова.- М.: Высшая школа, 2002.- 357 с.

1. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда: Учеб.

пособие для студентов средних профессиональных учебных заведений/П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. - М.: Высш. шк., 2001. – 431 с.: ил.

1. Девясилов В.А. Охрана труда: учебник -3-е изд., исправ и доп – М.: ФОРУМ-М, 2007
2. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование: Справочник/С.В. Белов,

А.Ф.Козьяков, О.Ф. Партолин и др.; Под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 2009. – 368 с.: ил

1. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. - М.: . Высшая школа. 2011. -397 с.
2. Степанов Б.В. Справочник сварщика. - М.: Высшая школа, 2010.-479с
3. Верховенко Л.В., Тукин А.К. Справочник сварщика. – Мн.: Выш. шк, 2010. – 479 с.
4. Гитлевич Л.Д. Альбом механического оборудования сварочного производства. Учебное пособие.- М., «Высшая школа», 2010.-159 с.
5. Гитлевич Л.Д. Альбомоборудования для заготовительных работ в производстве сварных конструкций. Учебное пособие.- М., «Высшая школа», 2010.-136 с.
6. Силантьева Н.А., Машковский В.Р. Техническое нормирование в машиностроении. – М.: Машиностроение,2009.
7. 10.Справочник по нормированию /Под ред. Ахумова А.В. – Л.: Машиностроение,2010.

### **СТАНДАРТЫ**

**ГОСТ 10051-75**. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

**ГОСТ 10052-75.** Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы.

**ГОСТ 10157-79.** Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.

**ГОСТ 10543-82.** Проволока стальная наплавочная. Технические условия.

**ГОСТ 14771-76.** Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 16130-90.** Проволока и прутки из меди и сплавов на медной основе сварочные. Технические условия.

**ГОСТ 2.312-72.** ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

**ГОСТ 20461-75.** Гелий газообразный. Метод определения объемной доли примесей эмиссионным спектральным анализом.

**ГОСТ 22366-93.** Лента электродная наплавочная спеченная на основе железа. Технические условия.

**ГОСТ 2246-70.** Проволока стальная сварочная. Технические условия.

**ГОСТ 23949-80.** Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия.

**ГОСТ 26101-84.** Проволока порошковая наплавочная. Технические условия.

**ГОСТ 26271-84.** Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия.

**ГОСТ 5264-80.** Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 7871-75.** Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.

**ГОСТ 8050-85.**  Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.

**ГОСТ 8713-79.**  Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 9087-81 Е.** Флюсы сварочные наплавленные. Технические условия.

**ГОСТ 9466-75.**  Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.

**ГОСТ 9467-75.**  Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционные и теплоустойчивых сталей. Типы.

**СТБ 1016-96.**  Соединения сварные. Общие технические условия.

**ГОСТ 2246-70**. Проволока стальная сварочная: Технические условия.

**ГОСТ 5264-80.** Ручная дуговая сварка: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 8713-79.** Сварка под флюсом: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 11533-75**. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом: Соединения сварные под острыми и тупыми углами: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 14771-76.** Дуговая сварка в защитном газе: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 14776-79.** Дуговая сварка: Соединения сварные точечные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 14806-80.** Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 15164-78.** Электрошлаковая сварка: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 15878-78.** Контактная сварка: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 16037-80.** Соединения сварные стальных трубопроводов: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

**ГОСТ 23518-79.** Дуговая сварка в защитных газах: Соединения сварные под острым и тупыми углами: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Приложение А

Расчетные схемы сварных соединений

Таблица1 - Схемы действия нагрузки при расчете угловых сварных соединений на условный срез

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  соединения | Тип сварного шва | Род усилия на соединение | Расчетная схема  сварного шва | Расчетные формулы |
| Тавровое | Угловой | Продольная сила (растягивающая или сжимающая) | 1 | ,  = 0,7 – при ручной дуговой сварке |
| 2 | Рассчитывать как стыковое  соединение  ,  сварка – механизированная  и автоматическая |
| Поперечная сила | 3 | ,  где *Q* = *P;*  *lш* = *B-10 мм* |
| Изгибающий момент | 4 | ,  где ;  *lш* = *B-10 мм* |
| Совместное действие изгибающего момента и продольной силы | 5 | ,  где ;  ;  *lш* = *B-10 мм* |

#### Таблица 2 - Расчетные схемы стыковых сварных соединений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  соеди-нения | Тип  сварного  шва | Род  усилия  на соединения | Расчетная схема сварного единения | Расчетные формулы |
| Стыковое | Прямое стыковое | Продольная  сила (растягивающая  или сжимающая) | 1. | σш = ±N/s\*lш ≤ [σр']  где N=P; s=smin;  Lшв=B-10мм |
| Поперечная  сила | 2. | τш = Q/ s\*lш ≤ [τ']  где Q = P;  Lш=B-10мм |
| Изгибающий момент | 3. | σш= M/Wш ≤ [σр']  где Wш= s\*l2ш/6  Lш =B-10мм |
| Совместное действие  изгибающего момента и продольной  силы | 4. | σрез= σN +σM≤ [σр']  где σN=N/ s\*Lш ;  σM=6\*M/s\*L2ш;  Lшв=B-10мм |

#### Таблица 3 - Расчетные схемы тавровых сварных соединений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  соединения | Тип сварного шва | Род усилия на соединение | Расчетная схема  сварного соединения | Расчетные формулы |
| Тавровый | Угловой (по замкнутому контуру) | Сила поперечная | 1 | ,  где *Q* = *P* |
| Изгибающий момент | 2 |  |
| Совместное действие изгибающего момента и поперечной силы | 3 | ,  где ;  ;  *M* = *Pl*;  *Q* = *P* |
| Совместное действие изгибающего и крутящего момента | 4 | ,  где ; |
| Примечание - Значения величин  для расчетных схем 20-24 следует определять по формулам приложения В. | | | | |

Приложение Б

Пример оформления маршрутно-операционных карт