КОГПОАУ

Вятский электомашиностроительный техникум

Методические рекомендации для выполнения курсовой работы по

 МДК 02.02. «Основы проектирования технологических процессов» профессионального модуля ПМ.02 «Основы расчета и проектирования сварных конструкций» для подготовки по специальности

 22.02.06 «Сварочное производство».

Киров 2017

Методические рекомендации, разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программы профессионального модуля ПМ.02 «Основы расчета и проектирования сварных конструкций» в соответствии с письмом Минобразования РФ от 05.04.1999 N 16-52-55ин/16-13 «О Рекомендациях по организации выполнения и защиты курсовой работы (проекта) по дисциплине в образовательных учреждениях среднего профессионального образования».

Настоящие методические рекомендации предназначены для выполнения курсовой работы по междисциплинарному курсу МДК 02.02. «Основы проектирования технологических процессов» профессионального модуля ПМ.02 «Основы расчета и проектирования сварных конструкций» для подготовки по специальности 22.02.06 «Сварочное производство». Методические указания адресованы обучающимся очной и заочной формы обучения.

Разработчик: преподаватель Копосова И.Г.

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание |  |
| 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ............................................................ | 5 |
| 1.1 Цель курсовой работы ....................................................................................... | 5 |
| 1.2 Задачи курсовой работы .................................................................................... | 5 |
| 2 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ КУРСОВОЙРАБОТЫ .............................................. | 6 |
| 2.1 Содержание пояснительной записки ............................................................... | 6 |
| 2.1.1 | Указания по оформлению пояснительной записки .................................. | 6 |
| 2.2 Содержание графической части работы ........................................................ | 10 |
| 2.2.1.Оформление чертежей ............................................................................... | 10 |
| 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ |  |
| ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ............................................................................. | 12 |
| ВВЕДЕНИЕ ............................................................................................................. | 12 |
| 3.1 | ОБЩАЯ ЧАСТЬ ............................................................................................ | 12 |
| 3.1.1 | Характеристика заданной сварной конструкции .................................... | 12 |
| 3.1.2 | Обоснование выбора марки стали сварной конструкции ...................... | 13 |
| 3.1.3 | Технические условия на прокат, заготовки и детали ............................. | 14 |
| 3.1.4 | Технические условия на сборку ............................................................... | 14 |
| 3.1.5 | Технические условия на сварку ................................................................ | 14 |
| 3.1.6 | Технические условия на сварочные материалы ..................................... | 14 |
| 3.1.7 | Технические условия на контроль и приемку готовой сварной |  |
| конструкции ......................................................................................................... | 15 |
| 3.2 | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .................................................................. | 15 |
| 3.2.1 | Выбор методов получения заготовки ...................................................... | 15 |
| 3.2.2 | Выбор способа сборки ............................................................................... | 19 |
| 3.2.3 | Выбор способа сварки и его техническо-экономическое обоснование 20 |
| 3.2.4 | Последовательность сборочно-сварочных операций ............................. | 27 |
| 3.2.5 | Выбор сварочных материалов .................................................................. | 28 |
| 3.2.6 | Выбор рода тока и полярности ................................................................. | 30 |
| 3.2.7 | Выбор и расчет режимов сварки .............................................................. | 30 |
| 3.2.8 | Выбор сборочно-сварочного оборудования ............................................ | 43 |
| 3.2.9 | Выбор сварочного оборудования (электрического) ............................... | 44 |
| 3.2.10 Выбор методов контроля заданной сварной конструкции .................. | 44 |
| 3.3 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ ..................................................................... | 45 |
| 3.3.3Определение расхода сварочных материалов .......................................... | 45 |

4 Техника безопасности, противопожарные мероприятия и

промышленная санитария 47

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Образец оформления пояснительной записки 53

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ 56

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Изображение швов сварных соединений 60

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Чертеж изделия «…» 61

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Карта технологического процесса 62

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Маршрутная карта 63

ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Пример введения к курсовой работе 64

ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Форма титульного листа курсовой работы 66

ПРИЛОЖЕНИЕ 9.Образец задания на выполнение курсовой работы 67

.

**1. Цель курсовой работы**

Выполнение курсовой работы проводится с целью:

* + систематизировать полученные знания и практические умения по ПМ
* МДК;
	+ проектирования производственных процессов или их элементов;
	+ осуществлять поиск, обобщать, анализировать необходимую информацию;
	+ разрабатывать мероприятия для решения поставленных в курсовой работезадач.

**2 Задачи курсовой работы**

При выполнении курсовой работы решаются следующие задачи:

* + Поиск, обобщение, анализ необходимой информации.
	+ Анализ служебного назначения узлов и конструкций, рабочих чертежей, технических требований к разработке технологического чертежа.
	+ Оценка технологичности конструкций и сборочных единиц.
	+ Выбор технологических баз, схем базирования узлов и установки.
	+ Формирование структуры технологического процесса, разработка маршрута обработки, построение операций, составление технологической документации.
	+ Выполнение расчётов режимов сварки, техническое нормирование технологических операций и технико-экономический анализ вариантов операций.
	+ Выбор приспособлений, оборудования и средств контроля, необходимых для реализации перспективного технологического процесса.
	+ Совершенствование умений пользоваться технической литературой, справочными материалами, ГОСТами ЕСКД и ЕСТПП.
	+ Разработка материалов в соответствии с заданием на курсовую работу.
	+ Оформление курсовой работы в соответствии с заданными требованиями.
	+ Выполнение графической части курсовой работы.
	+ Подготовка и защита курсовой работы.

**3 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ КУРСОВОЙРАБОТЫ** Работа в законченном виде включает в себя:

* + титульный лист (приложение 8);
	+ пояснительную записку;
	+ задание (приложение 9);
	+ сборочный чертеж;
* карты технологического процесса сборки и сварки заданной сварной конструкции;
	+ маршрутные карты (пооперационные);
	+ графическую часть.

**2.1 Содержание пояснительной записки**

Пояснительная записка курсового проекта технологического характера включает в себя:

* + - введение, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
		- описание узла или детали, на которую разрабатывается технологический процесс;
		- описание спроектированной оснастки, приспособлений и т.п.
		- организационно - экономическую части;
		- заключение, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов проекта;
		- список используемой литературы;
		- приложения.

**2.1.1 Указания по оформлению пояснительной записки**

Пояснительная записка(приложение 1) объемом не менее 20-30 страниц выполняется на белых листах формата А4 (210х297мм) в печатном виде на с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006 и должна удовлетворять требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105 «Общие требования к текстовым документам» и СТП ВТЭМ 001-98.

Курсовая работа в печатном виде оформляется на листах А4 шрифтом TimesNewRoman, размер шрифта 14, интервал 1,5, выравнивание по ширине.

Поля: слева - 30мм, сверху и снизу - 20 мм; справа - 10мм. Первые страницы разделов оформляются рамкой по форме 1. Форма 1 - Для всех видов текстовых документов (первые листы

разделов)



Устанавливается следующая структура обозначения учебной документации в поле (1):

КП 22.02.06.номер по списку.000 ПЗ

**Код вида документации**

ПЗ – пояснительная записка

ДП - Дипломный проект

(графическая часть)



**Шифр специальности**

22.06.02.

**Шифр отделения**

Д.О. – дневное отделение

Форма 2 – Для всех видов текстовых документов (последующие листы разделов)



Расстояние от рамки до границ текста в начале и конце строк -3-5

* Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 1,25см
	+ работе используется сквозная нумерация страниц, включая список использованных информационных источников, приложения. На первой (титульный лист) номер не ставится. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом нижнем углу страницы.

Основные надписи первого и последующих листов выполняются по ГОСТ 2.104-2006 и ГОСТ 21.101-93.

Каждый новый раздел оформляется на первом листе с основными надписями, подразделы и подпункты - на вторых листах. Это относится также и к введению, заключению, списку пользованных источников, приложениям.

Название раздела нумеруют арабскими цифрами и делят на подразделы, которыемогут иметь пункты. Порядковый номер раздела указывается одной арабской цифрой (например: 1,2,3), подраздела - двумя (например: 1.1, 1.2 и т.д.). Первая цифра указывает на принадлежность к разделу, вторая - на собственную нумерацию.

Начало каждой главы печатается с новой страницы.

Название раздела пояснительной записки печатается заглавными буквами, название подразделов - прописными, выделение разделов и подразделов осуществляется за счет пропуска дополнительного интервала. Между названием раздела и подраздела пропуск в 1 интервал, между подразделом и текстом интервал не делать. Заголовки следует располагать с левой стороны, отступив от рамки 16-17мм (l,25).

Таблицы и иллюстрации располагают по тексту документа после обязательной ссылки на них в тексте, например: «Химический состав и механические свойства металла приведены в таблице 1».Заголовок размещают на одном уровне со словом «Таблица», следом за номером таблицы через дефис, располагают надпись посередине страницы, над полем таблицы.

Таблица 1 - Механические свойства стали

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка | *N*стандарта | Временное сопротивление разрыву, мПа |  |
| материала |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Если в тексте только одна таблица, то номер ей не присваивается и слово «таблица» не пишется.

Нумерация таблиц и рисунков может быть сквозной по всему тексту работы и самостоятельной в каждом разделе.

При переносе таблицы на следующую страницу заголовки вертикальных граф следует пронумеровать и повторить только их номер. Предварительно над таблицей поместить слова «Продолжение таблицы 1» Название таблицы, ее отдельных строк не должно содержать

сокращений, аббревиатур, не оговоренных ранее в тексте работы.

Все иллюстрации должны быть пронумерованы. Если в работе представлены различные виды иллюстраций, то нумерация отдельно для каждого вида.

* текст работы помещаются те иллюстрации, на которые в ней имеются прямые ссылки типа «сказанное выше подтверждает рисунок ... ». Остальной иллюстрационный материал располагают в приложениях

Номера иллюстраций и их заглавия пишутся внизу под изображением, обозначаются арабскими цифрами без номера после слова

«Рис.».

На самой иллюстрации допускаются различные надписи, если этому позволяет место. Однако чаще используются условные обозначения, которые расшифровываются ниже изображения.

На схемах всех видов должны быть выражены особенности основных и вспомогательных, видимых и невидимых деталей, связей изображаемых предметов или процесса.

Все имеющиеся в работе формулы и выражения должны быть объяснены.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строчки. Первую строку пояснения начинают со слова "где, ... " без двоеточия.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (х), деления (:), или других математических знаков.

При написании математических формул особое внимание необходимо обратить на написание строчечных и прописных букв, индексов и показателей степени, расположение и длину дробной черты и т.д.

Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах раздела арабскими цифрами (допускается нумерация формул в пределах всей работы). Номер формулы заключается в круглые скобки и помещается на правой стороне страницы на уровне формулы, к которой он относится.

Приложения оформляются как продолжения основного материала на последующих за ним страницах. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указания номера в правом нижнем углу, например:

Каждое приложение имеет тематический заголовок, который располагается посередине строки под нумерацией приложения.

Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна быть сквозной и продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

Связь основного текста с приложениями осуществляется через ссылки словом «см.». Указание обычно заключается в круглые скобки, например: эмпирические данныеможно сгруппировать следующим образом.

При составлении списка принято применять алфавитный способ группировки литературных источников, где фамилии авторов или заглавий (если нет авторов) размещаются в алфавитном порядке.

Библиографический список (приложение 2) оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1.84. «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления:ГОСТ 7.l.84 - введ. 01.01.86. - .,

1984. - 75 с. и с учетом кратких правил «Составления библиографического описания» (2-е ИЗД., доп. - М.: Изд-во «Кн.палата», 1991).

Опечатки,описки и графические неточности допускается исправлятьподчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики).

**2.2 Содержание графической части работы**

* курсовую работа входит следующий графический материал: Чертеж заданной сварной конструкции (формат А1). Он должен

выполняться согласно ГОСТ 2.410. Условные изображения и обозначения сварных швов в соответствии с требованиями сборочного чертежа по ГОСТ 2.312. Пример см. в Приложении 3.

Технические требования на чертеже излагаются в следующей последовательности:

* + требования, предъявляемые к материалу заготовки,
	+ термической обработке, к качеству поверхностей, покрытию;
	+ размеры, предельные отклонения размеров, формы взаимного
	+ расположения поверхности и т. д.;
	+ условия и методы испытания;
* указания о маркировании;
* правила упаковки, транспортировки и хранения.

Чертеж сборочно-сварочного оборудования(кондуктора) или установки для сварки (формат А1). Выполняется в соответствии с требованиями чертежапо ГОСТ 2.109 или в форме схемы (Сх). Пример см. в Приложении 4.

Пункты технических требований (параметров) должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт требований записывается с красной строки. Заголовок “Технические требования” не пишется, если на чертеже нет технической характеристики установки. Для каждой составной части установки проставляются позиции (аналогично сборочному чертежу) и расшифровываются на свободном поле чертежа либо в форме таблицы.

Технологическая карта в форме таблицы (формат А1). Пример см. в Приложении 5.

Маршрутная карта в форме таблицы (формат А4). Пример см. в Приложении 6.

**2.2.1.Оформление чертежей**

***2.2.1.1. Форматы***

ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78) устанавливает основные и

дополнительные форматы листов чертежей и других документов.

За основные форматы принимают формат с размерами сторон 841 х 1189мм и другие форматы, полученные путём последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата

Таблица 10.Размеры форматов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение формата | А0 | А1 | А2 | А3 | А4 |
|  |  |  |  |  |  |

Размер сторон формата, мм 841х1189 594х841 420х594 297х420 210х297

***2.2.1.2. Масштабы***

Масштабы изображений и их обозначение на чертежах

установлены

ГОСТ 2.302-68 (СТ СЭВ 1180-78).

Масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующих рядов:

Натуральная величина 1: 1

Масштабы уменьшений 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

Масштабы увеличения 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1;

100:1.

Перед выполнением чертежа необходимо нанести на лист бумаги границы формата.

Затем оформляют рамку, наносимую внутри границ формата:

сверху, справа и снизу на расстоянии 5 мм, слева на расстоянии 20 мм.

Размеры и примеры выполнения основной надписи листов графической части даны в приложении внутри рамки в правом нижнем углу каждого листа располагают штампосновную надпись.

**3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ 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;
* перспективы развития данной отрасли промышленности;
* 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.

Введение должно подготовить студента к восприятию основного текста работы. Оно состоит из обязательных элементов, которые необходимо правильно сформулировать. В первом предложении называется тема курсовой работы.

Актуальность работырассматривается с позиций социальной и практической значимости.

Перечень рекомендуемых задач:

1. «На основе теоретического анализа источников и литературы разработать...» (ключевые понятия, основные концепции).
2. «Определить... » (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на объект исследования).
3. «Раскрыть... » (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на предмет исследования).
4. «Разработать... » (средства, условия, формы, программы, технологический процесс, конструкцию...).

Пример введения к курсовому проекту приведен в приложении 7.

**3.1** **ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

**3.1.1 Характеристика заданной сварной конструкции** Здесь необходимо осветить:

* + область применения и назначение сварной конструкции, описание её работы;
	+ условия работы, степень ответственности и требования к сварной конструкции;
	+ конструктивное оформление, основные размеры и типы применяемых сварных соединений;
	+ анализ технологичности конструкции. Возможность расчленения
* на отдельные узлы, подузлы, которые могут быть собраны и сварены на специальных рабочих местах с применением универсальной сборочно-

сварочной оснастки и механизированных способов сварки с учетом свариваемости стали.

**3.1.2 Обоснование выбора марки стали сварной конструкции** Давая обоснование выбора материалов для сварных конструкций,

рассматривают следующие вопросы:

 обеспечение надежности эксплуатации конструкции при заданных нагрузках, агрессивных средах и переменных температурах;

* область применения выбранной марки стали;
* обосновав выбор марки стали, необходимо указать химический состав и механические, технологические и физические свойства стали.

Пример обоснования заданной стали 12Х18Н10Т приведен табл. 1, 3 и 4.

Таблица 1. Химический состав, в % материала 12Х18Н10Т

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu | - |
|  |  |  |  |  |  |  |  | (5 С – 0,8) |
| до 0.12 | до 0.8 | до 2 | 9 - 11 | до 0.02 | до 0.035 | 17 - 19 | до 0.3 | Ti, осталь- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | ноеFe |

Таблица 2.Технологические свойства материала 12Х18Н10Т

|  |  |
| --- | --- |
| Свариваемость: | без ограничений. |
| Флокеночувствительность: | не чувствительна. |

Таблица 3. Механические свойства при Т=20oС материала 12Х18Н10Т

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортамент | Размер | sв | sT | d5 | y | KCU | Термообработка |  |
| - | мм | МПа | МПа | % | % | кДж / м2 | - |  |
| Лист тонкий, |  |  |  |  |  |  |  | Закалка 1050 |  |
|  |  | 530 | 205 | 40 |  |  | -1080oC, |  |
| ГОСТ 5582-75 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | Охлаждение вода, |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Твердость 12Х18Н10Т, |  | Поковки ГОСТ 25054-81 |  | HB 10 -1 = 179 МПа |  |

Таблица 4.Физические свойства материала 12Х18Н10Т

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T | E 10- 5 | a 10 6 | l | r | C | R 10 9 |
| Град | МПа | 1/Град | Вт/(м·град) | кг/м3 | Дж/(кг·град) | Ом·м |
| 20 | 1.98 |  | 15 | 7920 |  | 725 |
| 100 | 1.94 | 16.6 | 16 |  | 462 | 792 |
| 200 | 1.89 | 17 | 18 |  | 496 | 861 |
| 300 | 1.81 | 17.2 | 19 |  | 517 | 920 |
| 400 | 1.74 | 17.5 | 21 |  | 538 | 976 |
| 500 | 1.66 | 17.9 | 23 |  | 550 | 1028 |
| 600 | 1.57 | 18.2 | 25 |  | 563 | 1075 |
| 700 | 1.47 | 18.6 | 27 |  | 575 | 1115 |
| 800 |  | 18.9 | 26 |  | 596 |  |
| 900 |  | 19.3 |  |  |  |  |
| T | E 10- 5 | a 10 6 | l | r | C | R 10 9 |

Для правильного разработки технологического процесса необходимо дать оценку свариваемости выбранной марки стали. Оценка

свариваемости углеродистых сталей производится по содержанию углерода, а легированных сталей - по эквиваленту углерода (табл. 2).

**3.1.3 Технические условия на прокат, заготовки и детали**

Технические условия составляются в виде требований, которые

предъявляются к прокату и заготовкам.

Основными требованиями к прокату являются требования по качеству, по чистоте поверхности металла, допустимых дефектах, хранению и транспортировке материала.

Требования к заготовкам и деталям назначаются, исходя из степени ответственности заданной сварной конструкции, точности её изготовления, с учетом технических требований чертежа и марки стали.

**3.1.4 Технические условия на сборку**

Технические условия на сборку состоят из требований по проверке заготовок и деталей перед сборкой. Необходимо указать требования по состоянию их поверхностей по зачистке кромок под сварку и их обезжириванию, по припускам на усадку сварных швов, по предельным зазорам при сборке различных типов соединений, которые устанавливаются соответствующими ГОСТами или размерами, указанными на чертеже, в зависимости от способа сварки, требований на прихватку.

Необходимо также включать требования по обеспечению взаимной перпендикулярности, соосности собираемых деталей, допустимому смещению стыкуемых кромок, контролю качества сборки.

**3.1.5 Технические условия на сварку**

Технические условия на сварку должны включать требования по зачистке сварных швов и соединений после сварки, по соблюдению режимов сварки, указанных в картах технологического процесса, и допускаемым отклонениям по наружному виду сварных швов и их размерам, по качеству сварных швов. Необходимо указать требования по минимальной температуре окружающейсреды, требования к подготовке и аттестации сварщиков и минимального разряда сварщиков, допускаемых к сварке данного изделия.

**3.1.6 Технические условия на сварочные материалы**

Разработке технологического процесса предшествует подробное изучение заданной сварной конструкции, в результате чего намечаются способы сборки и методы сварки отдельных узлов и конструкции в целом. Руководствуясь этим, разрабатываются технические условия на сварочные материалы (сварочную проволоку, флюс, защитные газы, электроды). В технических условиях на сварочные материалы отражаются основные требования соответствующих ГОСТов:

* на электроды ГОСТ 9466-75;
* на сварочную проволоку стальную ГОСТ 2246-70;
* на сварочные флюсы ГОСТ 9087-81 и ТУ, ОСТы;
* на углекислый газ ГОСТ 8050-85;
* на аргон ГОСТ 10157-79 [30].

**3.1.7 Технические условия на контроль и приемку готовой сварной конструкции**

Технические условия на контроль и приемку, метод и объем контроля должны состоять из требований к форме и размерам сварных швов, к дефектам сварных соединений, которые уменьшают прочность и эксплуатационную надежность сварной конструкции, из требований по допустимости и недопустимости дефектов макроструктуры. Для емкостей необходимо оговорить, что швы должны быть прочными и плотными, а поэтому подвергаться испытанию на плотность и прочность. Необходимо оговорить методы устранения дефектов.

**3.2** **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**3.2.1 Выбор методов получения заготовки**

Выбор методов получения заготовки имеет целью установление рациональных способов и последовательности рабочих операций по изготовлению деталей, входящих в заданную сварную конструкцию. От степени совершенства методов получения заготовок и деталей в значительной степени зависит расход металла, количество операций и их трудоемкость, себестоимость процесса изготовления деталей и изделия в целом. На выбор способа получения заготовок и деталей 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.

Выбрать заготовительное оборудование, учитывая:

* тип производства;
* свойства обрабатываемой стали;
* размеры и сортамент обрабатываемого металла;
* удобство обслуживания и ремонта;
* технические характеристики оборудования;
* габаритные размеры и стоимость.

Дать обоснование выбора оборудования.

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

***3.2.1.1 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 листоправильных и сортоправильных вальцах и прессах, в зависимости от сортамента металла, подлежащего обработке. Для целей первичной обработки наиболее рентабельным способом резки всех сортаментов металла толщиной 5мм и более является газопламенная резка. Это объясняется портативностью аппаратуры и сравнительно высокой экономичностью и

универсальностью способа. Более перспективной и производительной является плазменная резка. Перед подачей материала в заготовительный цех целесообразно произвести очистку его от загрязнений и предварительную правку на складе металлов. Производительность различных способов очистки листового материала приведена ниже (см. табл. 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; резка; штамповка; зачистка; правка, подготовка кромок; очистка; образование отверстий, гибка.

***3.2.1.2 Разметка либо наметка***

Прежде, чем подступить 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 служит обеспечение точных, в соответствии с чертежами, размеров вырезаемых из металла деталей. В качестве оборудования используютсяразметочные 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, либо получение заготовок на портальных установках с программным управлением.

***3.2.1.3 Резка***

* 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 к-пирам.

Наиболее универсальным и широко распространенным способом резки не закаливающихся сталей является газопламенная резка. Рентабельность применения этого способа резки ограничивается минимальной толщиной подлежащего резке металла, равной 6 мм.

Кислородная резка более тонкого материала по чистоте поверхности реза уступает способам резки на механических станках. Криволинейные резы можно успешно выполнять данным способом только по дуге окружности при толщине металла более 8 мм. С увеличением толщины

разрезаемого металла экономические и технические преимущества кислородной резки по сравнению с механической резкой повышаются, и при толщине металла более 25 мм эти преимущества кислородной резки во всех случаях становятся бесспорными.

Газопламенная вырезка деталей, как по прямолинейному контуру, так и по криволинейным контурам, может выполняться вручную резаками, на газопламенных машинах или более современными способами.

Сравнение эксплуатационных характеристик автоматической, полуавтоматической и ручной кислородной резки, в основном, приводят к следующим данным:

* скорость полуавтоматической и автоматической резки выше, чем

ручной;

* при механизированных способах резки по копирам отпадает необходимость в предварительной разметке или наметке материала;
* чистота реза повышается с увеличением автоматизации процесса резки и за счет использования новейших технологий. В этом случае можно сразу производить чистую разделку кромок деталей под сварку.

Резка металла на механических станках отличается большой производительностью наряду с высоким качеством получаемого реза. Поэтому для массовых и крупносерийных работ по выполнению прямолинейных резов металла малой и средней толщины следует предпочесть холодную механическую резку газопламенной резке. Для прямолинейной механической резки листового металла наибольшее распространение получили гильотинные ножницы и ножницы для продольной и поперечной резки (пресс - ножницы), которые обрабатывают листовой, полосовой и широкополосный материал толщиной 13-23 мм.

Для прямолинейной поперечной резки различных сортаментов профильного металла обычно применяют станки двух типов: пресс - ножницы и ножницы с закрытым зевом.

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

**3*.2.1.4* *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 10 мм. 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 8-10 мм 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.

***3.2.1.5 Зачистка***

* 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.

***3.2.1.6 Правка деталей и заготовок***

Выпрямление деталей и заготовок из листового либо широкополосного материала, искривленных в процессе вырезки их газовым пламенем или на механических ножницах, производят на листоправильных вальцах, на прессах или вручную на плите с применением нагрева.

***3.2.1.7 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;
* строгание кромок на строгальных станках;
* фрезерование, если поверхность снимаемой фаскиограничивается непрямой, а кривой линией;
* отбортовка кромок на кромкогибочных прессах;
* абразивным инструментом (шлифовальной машинкой).

***3.2.1.8 Очистка***

Детали, соединяемые посредством сварки плавлением, а также контактной электросваркой в ряде случаев требуют очистки от окалины или окислов. Эта подготовительная операция может быть выполнена одним из способов:

* газопламенной обработкой;
* пескоструйными либо дробеструйными аппаратами;
* переносными наждачными кругами;

 травлением в слабом растворе кислоты, последующей нейтрализацией вщелочномрастворе, промывкой в горячей воде и просушкой на воздухе;

* иглофрезерованием.

***3.2.1.9 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;
* вырезание отверстий плазморезом или лазерным резаком;
* гидроабразивной резкой;
* прожиганием отверстий электрической дугой с последующим рассверливанием.

***3.2.1.10 Гибка заготовок и деталей***

Гибка листового, полосового и широкополосного металла производится на листогибочных вальцах. Гибка металла на трехвалковых вальцах всегда должна предшествовать предварительная подгибка кромок на кромкогибочном прессе. Помимо гибки листового материала в форму цилиндра, в ряде случаев встречается необходимость гибки по форме иного профиля. Такая гибка при листовом металле толщиной до 1 мм производится исключительно на прессах для отбортовки листов. Для гибки профильного материала используют прессы либо роликовые гибочные станки.

Составить технологический процесс на заготовительные операции по примеру в таблице 6 на каждую деталь или группу деталей, подлежащих одинаковой последовательности обработки на том же оборудовании с применением тех же приспособлений и инструмента.

**ПРИМЕР:** Технологический процесс на заготовительные операции.Таблица 6.Типовой технологический процесс на заготовительные

операции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер | Наименование | Оборудование | Приспособления, инструмент |
| операции | операции, краткое |  |  |
|  | содержание |  |  |
| 005 | Вырубить лист по | Гильотина. | Рулетка Р-10ГОСТ 750289; |
|  | размерам чертежа. |  | угольник УП-I-400; |
|  |  |  | штангенциркуль ШЦ-I-250-0 |
|  |  |  | ГОСТ 166-73; стол поворотный с |
|  |  |  | подвижными роликами. |
|  |  |  |  |
| 010 | Вырезать | Портальная | Защитные очки ЗН12-Г-З |
|  | плазморезом детали | плазменная | ГОСТ 12.4.013-85; |
|  | «Стенка». | установка с | наушники противошумные, |
|  |  | программным | тип А, ГОСТ 12.4.051-87. |
|  |  | управлением. |  |
|  |  |  |  |

**3.2.2 Выбор способа сборки**

* + зависимости от типа производства, особенностей конструкции и оснащенности сборочного цеха, сборка может производиться на одном неподвижном месте, к которому подаются все детали и узлы, инструмент
* приспособления, либо при перемещении изделия от одного рабочего места к другому; при этом на каждом рабочем месте устанавливается определенная деталь или узел. Кроме того, в зависимости от ранее указанных факторов,существуют два вида сборки:
* сборка конструкции из отдельных деталей – подетальная,методом наращивания;
* сборка из отдельных узлов – поузловая, на которые

расчленяютконструкцию.

Второй вариант более рационален, так как позволяет специализироватьрабочие места, более широко применять различные приспособления и тем самым получить большую производительность.

Сборку стальных конструкций можно производить одним из следующих методов:

* по разметке с применением простейших универсальных приспособлений;
* на универсальных плитах с пазами, снабженных упорами, фиксаторами и различными зажимами;
* при помощи шаблонов;
* на специальных стендах и сборочных приспособлениях;
* по отверстиям.

Сборка по разметке малопроизводительна и применяется только в индивидуальном производстве. На универсальных плитах сборку ведут в том случае, когда в работе заданы однотипные по габаритам сварные конструкции. При помощи шаблонов собираются простые по конструкции сварные узлы.

* + серийном и массовом производстве сборка ведется на специальных сборочных стендах или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях.

Они обеспечивают требуемое расположение входящих в узел деталей и точность сборки изготавливаемого узла 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

* помощью различного вида винтовых, рычажных, пневматических и других зажимов, также электродуговой сваркой прихватками.

**3.2.3 Выбор способа сварки и его техническо-экономическое обоснование**

***3.2.3.1 Области применения ручной дуговой сварки***

Дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остается одним из самых распространенных методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой, мобильностью применяемого оборудования, возможностью сваривать в различных пространственных положениях и в местах труднодоступных для механизированных способов сварки.

Существенный недостаток ручной дуговой сварки металлическим электродом, также, как и других способов ручной сварки, - малая

производительность процессов и зависимость качества сварного шва от навыков сварщика.

***3.2.3.2 Области применения сварки под флюсом***

Благодаря ряду преимуществ, дуговая сварка под флюсом в

настоящее время стала наиболее распространенным видом механизированной дуговой сварки металлов. Этот способ сварки позволяет не только заменить тяжелыйтруд сварщика - ручника, но,

вследствие более высокой производительности (возможности использования большого по величине сварочного тока), а также ряда технологических преимуществ, коренным образом изменить технологию производства в некоторых отраслях промышленности.

* настоящее время успешно сваривают под флюсом стали, сплавы, цветные металлы. Наряду с конструкциями из углеродистых сталей, сварку под флюсом применяют для конструкций и аппаратов из низкоуглеродистых сталей, нержавеющих, кислотостойких, жаропрочных, сплавов на никелевой основе. В последние годы освоена сварка под флюсом нового конструкционного металла – титана, а также сплавов на его основе. Под флюсом сваривают медь и ее сплавы. Широко применяются в промышленности сварка по слою флюса алюминия и алюминиевых сплавов.

Сварка под флюсом успешно применяется при изготовлении аппаратуры, конструкций и изделий самого ответственного назначения, которые должны надежно работать и в условиях глубокого холода, и под действием высоких температур, агрессивных жидких и газовых сред.

Наиболее выгодно автоматическую сварку под флюсом применять при массовом производстве однотипных металлических изделий, имеющих соединения протяженностью более одного метра правильной формы и удобных для удерживания слоя флюса и металлов толщиной более 8-10 мм. В некоторых случаях способ полуавтоматической сварки под флюсом может быть использован не только при массовом производстве однотипных изделий, но и при единичном производстве изделий с соединениями значительной протяженности и удобных для удержания флюса. Сборка, не обеспечивающая нужные зазоры для получения качественного шва, является основным фактором, сдерживающим внедрение большинства способов автоматической сварки. Нецелесообразно сваривать под флюсом решетчатые конструкции с большим количеством коротких соединений.

***3.2.3.3 Области применения дуговой сварки в защитных газах***

Дуговая сварка в защитных газах выполняется в среде как инертных, так и активных газов. В качестве инертных газов применяют аргон и гелий, которые практически почти не взаимодействуют с расплавленным металлом. А в качестве активных газов применяют: углекислый газ, азот, пары воды, смеси аргона с кислородом, аргона с азотом, аргона с углекислым газом, углекислого газа с кислородом и другие, взаимодействующие в большей или меньшей степени с расплавленным металлом.

* + некоторых случаях применяют газо-флюсовую сварку, при которой, наряду с газом, в зону сварки подается небольшое количество раскисляющих, шлакообразующих или легирующих веществ. Эти вещества вдуваются в зону сварки в виде пыли с защитным газом или вводятся с проволокой, в виде наносимой на нее пасты или порошковой проволоки, находящейся в сердечнике.

Защитная среда определяет название каждого из этих способов: аргонно-дуговая, гелио-дуговая, газо-флюсовая, сварка в углекислом газе

* т.д.

Сварка в защитных газах может выполняться плавящимся и неплавящимся электродами, вручную, полуавтоматом или автоматом. Сварка неплавящимся электродом выполняется с присадкой или без присадки электродного металла.

* + - целью экономии аргона при сварке сталей неплавящимся электродом может применяться комбинированная защита зоны сварки аргоном и углекислым газом. При этом используют специальную горелку
* двумя кольцевыми каналами для подачи защитных газов: внутренним – для подачи аргона и внешним – для углекислого газа. В результате удается в 4-6 раз уменьшить расход аргона без ущерба для качества металла шва.

Вместо аргона при газоэлектрической сварке может применяться гелий. При этом необходимы корректировка режима сварки и увеличение расходов газа на 30-40%.

Применение сварки в среде углекислого газа позволило механизировать сварочные работы при изготовлении ответственных сварных конструкций и заменить во многих случаях ручную дуговую

сварку полуавтоматической и автоматической сваркой. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа позволяет механизировать процесс сварки в монтажных условиях, когда применение других методов механизированной сварки исключается или затруднено.

Дуговая сварка в углекислом газе плавящимися электродами находит большое применение. Сравнительная дешевизна углекислого газа, высокое качество сварных швов при правильно выбранной технологии сварки, а также ряд технологических преимуществ открывает этому способу широкие перспективы в различных отраслях машиностроения и строительства. Дуговая сварка в углекислом газе оказывается особенно целесообразной при изготовлении изделий из тонкого металла и различных малогабаритных деталей. Этот способ также внедряют при сварке соединений из толстого металла со швами небольшой протяженности и различной формы, расположенными в разных плоскостях. Указанным способом удается механизировать сварку вертикальных соединений, обеспечить хороший провар корня стыковых соединений без прожогов на весу, без подкладных колец и т. д.

* + углекислом газе не следует сваривать изделия из толстого металла со швами большой протяженности и правильной формы (особенно в массовом производстве, где может быть применена дуговая сварка под флюсом).

Наиболее целесообразным в большинстве случаев оказывается метод полуавтоматической сварки в углекислом газе.

* + развитии этого способа сварки в настоящее время определилось два основных направления:
* сварка проволокой диаметром 1,6 - 2,0мм (это направление создано ЦНИИТМАШем);
* сварка тонкой проволокой диаметром 0,5 – 1,2мм (это направление создано институтом электросварки). Проволока диаметром 0,5 – 2,0 мм применяется для сварки в

различных пространственных положениях конструкций с толщиной свариваемых элементов от 0,8 до 4 мм.

На турбинном заводе, изготавливающем толстостенные сварные конструкции, наибольшее применение нашел способ сварки в углекислом газе проволокой диаметром 1,6 – 2,0 мм.

Автоматическую сварку в углекислом газе рекомендуется применять при массовом изготовлении малогабаритных деталей с угловыми соединениями, при выполнении кольцевых поворотных стыков без подкладок соединений толстого металла с тонким, а также при выполнении многослойных швов на соединениях с глубокой разделкой кромок и т.д. Для сварки толстого металла проволокой диаметром 1,6-2,5мм можно использовать любую сварочную автоматическую головку, но со специальным мундштуком.

Прогрессивный способ сварки в защитной среде углекислого газа имеет следующие технические и экономические преимущества перед другими способами сварки:

* + производительность сварки в углекислом газе при одинаковых режимах на 25% выше производительности сварки под флюсом и в 3 раза выше производительности ручной дуговой сварки. Количество расплавленного металла при полуавтоматической сварке на обратной полярности в углекислом газе составляют 6-8 кг/час;
	+ стоимость одного килограмма металла, наплавленного в углекислом газе, на 20% дешевле, чем при сварке под флюсом, в 2 раза дешевле, чем при ручной дуговой сварке качественными электродами;
	+ хорошая видимость открытой дуги обеспечивает точность наложения швов, что особенно важно при полуавтоматической сварке криволинейных, прерывистых и труднодоступных швов и различных монтажных швов, для которых затруднено применение сварки под флюсом.

Широкое распространение в настоящее время получил способ полуавтоматической сварки в смеси защитных газов плавящимся электродом. Применение защитных газовых смесей «АРГОМИКС-Т» и «АРГОМИКС-У» на основе аргона для полуавтоматической сварки углеродистых и низколегированных сталей обусловлено рядом преимуществ:

* увеличенной глубиной проплавления;
* высокой стабильностью дуги;
* минимальным разбрызгиванием;
* повышенной плотностью металла шва.

**ПРИМЕР:**

Схема полуавтоматической сварки (MIG/MAG):

1. Горелка.
2. Сопло.
3. Токоподводящий наконечник.
4. Электродная проволока.
5. Сварочная дуга.
6. Сварочный шов.
7. Сварочная ванна.
8. Основной металл.
9. Капли электродного металла.
10. Газовая защита.



Рис. 1. Схема полуавтоматической сварки (MIG/MAG)

Сварка в среде защитного газа получила широкую популярность благодаря высокой эффективности и низкому энергопотреблению. В соответствии с тенденциями рынка компания North разработала трехпроволочную сварочную горелку с двумя источниками питания, сварочную горелку для электродуговой сварки нагретой проволокой, сварочную горелку для однопроволочной наплавки и сварочную горелку для сварки в среде с низким содержанием СO2. Потребление энергии сокращается в значительной степени с удвоением эффективности осаждения и скорости сварки. Между тем, машина двухимпульсной сварки и машина для сварки в среде защитного газа характеризируются низким разбрызгиванием, низким потреблением энергии и высокой эффективностью работы. Также значительно продлен срок службы сопла и контактного наконечника.

***3.2.3.4 Экономическое обоснование способа сварки***

Выбор наиболее целесообразного способа сварки из числа возможных для заданной сварной конструкции или операции разрабатываемого технологического процесса производится на основе их сравнения с точки зрения экономики.

Для этого производят расчеты стоимости сварки одного погонного метра или килограмма наплавленного металла по тем статьям, которые зависят от способа сварки. Такими статьями являются: стоимость сварочных материалов, прямая заработная плата сварщика, стоимость расходуемой при сварке электроэнергии, амортизационные отчисления и

расходы на текущий ремонт сварочного оборудования. Сравнение стоимости погонного метра или килограмма наплавленного металла при различных способах сварки даст возможность сделать вывод о применении наиболее экономичного способа сварки.

Рассмотрим методику технико-экономического обоснования способа сварки. Произвести выбор наиболее целесообразного способа сварки, например, для продольного стыка обечайки диаметром 2000 мм, высотой 1000 мм и толщиной стенки 10 мм из стали 15ХМ.

Для сварки продольного стыка обечайки применимы два способа сварки:автоматическая сварка под флюсом и автоматическая сварка в среде углекислого газа. Определим стоимость одного погонного метра шва при этих двух способах по тем статьям, которые зависят от способов сварки, руб.

|  |  |
| --- | --- |
| Сп.м = См + Зс + Ам + Тр + Сэ, | (1) |

где,Сп.м – себестоимость 1 погонного метра шва,

руб.;

См – стоимость сварочных материалов, руб.;

Зс основная заработная плата, руб.;

Ам – амортизационные отчисления, руб.; Тр – отчисления на текущий ремонт, руб.; Сэ – стоимость электроэнергии, руб.

* соответствии с ГОСТ 14771-76, для металла толщиной 10 мм применимо стыковое соединение С7:

S = S1 = 10мм;

b = 1,5 ± 1,0мм; е = 12; q = 2 ± 1,5мм.



Рисунок 2 - Конструктивные элементы при стыковом соединении двумя швами.

* соответствии с ГОСТ 8713-79, конструктивные элементы выполненного автоматической сваркой под флюсом стыкового соединения С5 толщиной 10 мм имеют вид:
1. = S1 = 10мм;

е = 22 ± 4мм;

е1= 4 ± 2мм;

1. = 2,0 ± 1,5мм;
2. = 2 ± 1,5мм; q1 = 2 ±1мм.



а) б)

Рисунок 4 - Конструктивные элементы при стыковом соединении одним швом.

Находим площадь поперечного сечения шва продольного стыка обечайки при автоматической сварке в среде углекислого газа, мм²:

|  |  |
| --- | --- |
| Fн = Sb + 1,5еq, | (2) |

Fн = 10\*1,5 + 1,51\*2\*2 = 51 (мм²)

Находим площадь наплавки при автоматической сварке под флюсом, мм²:

|  |  |
| --- | --- |
| Fн = Sb + 0,75еq + 0,75е1, | (3) |

Fн = 10\*2 + 0,75\*22\*2 + 0,75\*4\*2 = 59 (мм²)

Определим стоимость сварочных материалов. Для этого находим расход сварочных материалов при двух способах сварки. При автоматической сварке в среде углекислого газа стали 15ХМ обычно применяется стандартная проволока СВ-08ГСМА и углекислота. При автоматической сварке под флюсом той же стали рекомендуется проволока Св-08ХМ и флюс АН-22.

Расход сварочной проволоки на 1 погонный метр определяется по формуле, кг/м:

mпр = m н \*kр, (4)

где,mн – масса наплавленного металла на 1 погонный метр, кг/м;

kр – коэффициент расхода проволоки, учитывающий неизбежные потери.

Масса наплавленного металла на 1 погонный метр находится по формуле,кг/м:

mн = Fн\*γ \* 10‾³, (5)

где, γ – плотность наплавленного металла (для стали 7,8 г/см³); m н = 51\* 7,8 \*0,001= 0,4 – при сварке в углекислом газе;

m н = 59\* 7,8 \* 0,001= 0,46 – при сварке под флюсом Коэффициент расхода проволоки:

* при автоматической сварке в углекислом газе kр = 1,12;
* при сварке под флюсом kр = 1,02.

Тогда расход сварочной проволоки составит при автоматической сварке в среде углекислого газа:

1. п р = 51 \* 7,8\*10‾³ \*1,12 = 0,45 при автоматической сварке под

флюсом:

m п р = 59 \* 7,8\*10‾³ \* 1,02 = 0,47

Расход флюса определяется по расходу проволоки mпри коэффициентурасхода флюса kф и на 1 погонный метр составит, кг/м:

mф = mпр\* kф , (6)

При сварке стыковых соединений без скоса кромок принимаем

kф=1,3 (таблица).

Тогда расход флюса на 1 погонный метр шва составит mф = 0,47 \*1,3 = 0,61

Расход углекислого газа Нг находится из соотношения, л

|  |  |
| --- | --- |
| Нг = qг\* То\* l ш\*1,2, | (7) |

где,qг - удельный расход газа, л/мин;

То – основное время сварки одного погонного метра шва; lш – длина шва, м;

1,2 – коэффициент, учитывающий расход газа при настройке и продувке шлангов.

Согласно режимов автоматической сварки в СО2 удельный расход газа 15 л/мин.

Рассчитаем основное время автоматической сварки в СО2 одного погонного метра шва рассматриваемого продольного стыка обечайки по формуле, мин:

|  |  |
| --- | --- |
| То = 60 / Vсв, | (8) |

или определяем основное время (То) по нормативам.

Тогда расход углекислого газа на 1 погонный метр составит, л:

Нг = 15 \*6,5 \*1 \* 1,2 = 117 (л)

Один килограмм углекислоты дает 509 литров углекислого газа. Исходя из этого, расход углекислоты на сварку 1 погонного метра шва составит, кг:

Нг = 117 / 509 = 0,21 (кг).

**3.2.4 Последовательность сборочно-сварочных операций**

При изготовлении сварных конструкций сборочно-сварочные операции выполняют в различной последовательности. Возможны следующие схемы технологического процесса сборки и сварки:

* сборка конструкций в целом с последующей сваркой;
* последовательное чередование сборки и сварки;
* сборка и сварка технологических узлов, подузлов, а затем - сборка и сварка конструкции в целом. По первой схеме изготавливаются несложные сварные

конструкции, состоящие из 2-х или 3-х деталей.

По второй схеме последовательная сборка и сварка производится в том случае, когда сварка полностью собранной конструкции невозможна.

Сборка и сварка конструкции по третьей схеме применяется для сложных сварных конструкций, дает возможность выделить такие подузлы и узлы вконструкции, для которых применимы механизированные способы сборки и сварки.

Ознакомившись с различными схемами технологического процесса сборки и сварки, надо обосновать выбор одной из схем и указать последовательность сборочно-сварочных операций заданной сварной

конструкции, номеравыполняемых операций, применяемое оборудование, приспособления, средства индивидуальной защиты по технике безопасности.

Принципиальный техпроцесс сборки и сварки разрабатываемого изделия следует изложить в виде таблицы (см. табл.7).

**ПРИМЕР:**

Таблица7.Последовательность сборочно-сварочных операций

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | Наименование операции, | Оборудование | Приспособление, средства защиты |  |
| операции | ее краткое содержание |  | по технике безопасности |  |
|  |  |  |  |  |
|  | Сборочная. |  |  |  |
|  | Произвести сборку в |  | Угольник УП-I-400; |  |
|  | кондукторе. |  |  |
| 045 | Кондуктор | штангенциркуль ШЦ-I-250-0 |  |
| Прихватить стенки к |  |
|  |  | ГОСТ 166-73 |  |
|  | обечайке основания под |  |  |
|  |  |  |  |
|  | 900. |  |  |  |

**3.2.5 Выбор сварочных материалов**

Выбор сварочных материалов производится в соответствии с

принятыми способами сварки.

При ручной сварке конструкционных углеродистых и легированных сталей выбор электродов производится по ГОСТ 9467-75. Этот ГОСТ предусматривает два класса электродов. Первый класс - электроды для сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей, требования к которым установлены по механическим свойствам наплавленного металла и содержанию в нем серы.

Второй класс регламентирует требования к электродам для сварки легированных теплоустойчивых сталей, и электроды классифицируются по механическим свойствам и химическому составу металла шва.

ГОСТ 10052-75 устанавливает требования на электроды для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.

Выбор стальной сварочной проволоки для механизированных способов сварки производится по ГОСТ 2246–70. Он предусматривает выпуск стальной сварочной проволоки для сварки, наплавки диаметром от

0,3 до 12 мм. Сварочная проволока для сварки алюминия и его сплавов поставляется по ГОСТу 7871-75.

Проволоку выбирают с учетом:

* способа сварки;
* рассчитанных режимов сварки;
* применяемого сварочного оборудования;
* требуемых свойств сварных соединений;
* марки свариваемых сталей.

Выбор флюсов для сварки производится по ГОСТу 9087-81. Этот ГОСТ предусматривает 3 группы флюсов:

 для сварки углеродистых, низколегированных и среднелегированных сталей (АН-348А, АН-348АМ, ОС4-45,ОСЦ-45М, АН-60, АН-22, АН-64,ФЦ-9);

* + для сварки высоколегированных сталей (АН-26, АН-22,АН-30, АНФ-16, АНФ-17, ФЦК-С, К-8);
	+ для сварки цветных металлов и сплавов.

Флюсы выбирают в сочетании со сварочной проволокой и учитывают:

* + марку и толщину свариваемой стали;
	+ способ сварки;
	+ требования к свойствам сварных соединений.
		- качестве защитных газов при сварке применяют инертные газы и активные газы. Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется ГОСТом 10157-79, поставляется высшего, первого и второго сорта. Аргон второго сорта предназначен для сварки нержавеющих сталей.

Гелий поставляется по ГОСТ 20461-75. Для сварки применяется технический гелий с содержанием гелия 99,8%. Наиболее распространенным из активных газов является углекислый газ. Для сварочных целей обычно применяется углекислота, поставляемая по разработанным ЦНИИТМАШем техническим условиям. Защитные газовые смеси необходимо применять в соответствии с технологической инструкцией «ЭМК Атоммаш» 02859.25090.00201.

Инертные газы применяют для сварки корневых швов легированных сталей, а также для сварки высоколегированных сталей, цветных металлов

* сплавов.

Для сварки углеродистых и низколегированных сталей может быть использована углекислота пищевая по ГОСТ 8050-85. Общие принципы выбора сварочных материалов можно характеризовать следующими условиями:

* обеспечением требуемой эксплуатационной прочности сварного соединения, т. е. определенного 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 холодных и горячих трещин, т. е. получением металла шва с достаточной технологической прочностью;

 получением комплекса специальных свойств металла шва

(жаропрочности, жаростойкости, коррозийной стойкости).

При обосновании выбора сварочных материалов кратко описать

металлургические процессы, протекающие в сварочной ванне.

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

**ПРИМЕР:**

Область применения электродов НИАТ-1 [4, 19]:

для сварки конструкций из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т и им подобных, когда к металлу шва предъявляют требования стойкости к МКК. Сварка во всех пространственных положениях, кроме вертикального положения «сверху вниз», на постоянном токе обратной полярности.

Характеристики электродов:

1. Покрытие – рутилово-основное.
2. Коэффициент наплавки – 10г/А.ч
3. Расход электродов на 1 кг наплавленного металла -1,6.

**3.2.6 Выбор рода тока и полярности**

При сварке применяются как переменный, так и постоянный ток. Постоянный ток имеет то преимущество, что дуга горит устойчивее. Но переменный ток дешевле, поэтому его применение при сварке предпочтительнее. Однако есть способы сварки, при которых применяют только постоянный ток. Сварка в защитных газах и под флюсом выполняется на постоянном токе обратной полярности. Электроды с основным покрытием тоже требуют постоянного тока обратной полярности, как и сварочные флюсы для сварки высоколегированных сталей, основу которых составляет плавиковый шпат. В этих случаях происходит насыщение дуги кислородом или фтором, имеющим большое сродство к электрону. Поэтому необходимо раскрыть сущность процессов, происходящих в дуге при насыщении ее кислородом или фтором и обосновать применение рода тока и полярности. Полярность тока влияет на глубину проплавления, химический состав шва и качество сварного соединения.

**3.2.7 Выбор и расчет режимов сварки**

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

Параметры режима сварки влияют на форму шва, а, значит, и на его размеры: на ширину шва - *е;* усиление шва - *q*; глубину шва – *h.*

На форму и размеры влияют не только основные параметры сварки, но и такие технологические факторы, как род и полярность тока, наклон электрода и изделия, вылет электрода, конструктивная форма соединения и величина зазора.

***3.2.7.1 Методика расчета режима ручной дуговой сварки.***

Определяется площадь наплавки как сумма площадей элементарных геометрических фигур, составляющих сечение шва.



а) б) Рисунок 5 – Геометрия шва без кромки.

Площадь наплавки одностороннего сварного шва, выполненного с зазором, определяется по формуле, мм:



|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 6 – Геометрия шва с кромкой. |  |
| Fн = 2F1 + F2, | (9) |
| Fн = S b + 0,75 eq, | (10) |

где S – толщина деталей, мм;

1. – зазор, мм;

e – ширина, мм;

q – высота усиления, мм.

Площадь наплавки стыкового шва с разделкой двух кромок и подваркой корня шва определяется по формуле, мм:

|  |  |
| --- | --- |
| F = S b + (S - с)2tg  / 2 + 0,75eq+0,75е1q1, | (11) |

где, c – величина притупления, мм;

е1 – ширина подварки, мм;

q1 – высота подварки, мм;

* – угол разделки, мм.

При сварке многопроходных швов необходимо определить число проходов по формуле, шт.:

=  − + 1(12)

 1

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

большогодиаметра затрудняет провар корня шва. При определении числа проходов следует учитывать, что сечение первого прохода не должно

превышать 30-35 мм2 и может быть определено по формуле, мм2

|  |  |
| --- | --- |
| Fн1 = (6 - 8) dэ, | (13) |
| гдеdэ – диаметр электрода для сварки корневого шва, мм. |
| Площадь наплавки последующих проходов определяется по |
| формуле 14,мм2 |  |
| Fнс = (8 - 12) dэс, | (14) |
| 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 ниже.

Таблица 8. Выбор электродов

|  |  |
| --- | --- |
| Толщина свариваемогоизделия, 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 |

**ПРИМЕР:** Расход электрода.

Площадь Fнс используя ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка.

Соединения сварные». В нашем случае получилось:

Fн = 3,5 мм2

mн\*F\*103н

m 7,8г / см33,5мм2 0,001 0,0273кг / мин Gэ k рmн

k р1,15

Gэ1,150,0273кг / м

l 0,0314 2(2l1l2 )

l2  (2  228  266)  1444мм 1,444м Hэ G lшэ

H э 0,0314 1,444м 0,045кг

0,045 *кг* требуется на сварку одного кармана для ванной, а на годовую программу Nг=200 *шт* потребуется 9,068 *кг* электродов.

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

= ∙ э2 ∙ (15)

4

где, *i* – допускаемая плотность тока, А/мм.

Допускаемая плотность тока зависит от диаметра и вида покрытия электрода.

Величины допускаемой плотности тока в электроде при ручной дуговой сварке приведены в таблице 10.

Таблица 10. Плотность тока

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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: |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | (16) |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |



где, н – коэффициент наплавки, г/А ч;

|  |  |
| --- | --- |
|  - 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 , | (17) |

***3.2.7.2 Методика расчета режима автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом стыковых соединений односторонних без скосакромок***

Основными параметрами режима автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом является: сварочный ток, диаметр и скорость подачи сварочной проволоки, напряжение и скорость сварки.

Расчет режимов сварки производится всегда для конкретного случая, когда известен тип соединения и толщина свариваемого металла, марка проволоки, флюса, способа защиты сварочной ванны от воздуха и другие данные по шву. Поэтому до начала расчетов следует установить по ГОСТ8713-79 или по чертежу конструктивные элементы заданного сварного соединения и по известной методике определить площадь многопроходного шва.

При этом необходимо учитывать, что максимальное сечение однопроходного шва, выполненное автоматом, не должно превышать 100

мм2. Сечение первого прохода многопроходного шва не должно

превышать 40-50 мм2

При двухсторонней сварке под флюсом стыкового бесскосного

соединения (рисунок 7) сила сварочного тока определяется по глубине

проплавления – h основного металла;h - за один проход составляет 8 – 10мм, на форсированных режимах  12мм, А

|  |  |
| --- | --- |
| Iсв = h1,2 / k, | (18) |

где, h1,2 – глубина проплавления основного металла при двухсторонней сварке, без скоса кромок свариваемых деталей, мм;

k– коэффициент пропорциональности, мм/100А, зависящий от рода тока, полярности, диаметра электрода, марки флюса, колеблется от 1-2.



Рисунок 6 - Односторонняя сварка/Рисунок 7 - Двусторонняя сварка.

Таблица 11.Значение коэффициента К, в зависимости от условий проведения сварки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка флюсаилизащитныйгаз |  | К, мм/100 А |  |  | Диаметр электрод-нойпроволоки,мм |  | К, мм/100 А |  |  |
| Диаметр электрод-нойпроволоки,мм | Переменный ток | Постоянный ток | Марка флюсаилизащитныйгаз | Переменный ток |  | Постоянныйток |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Прямаяполяр-ность | Обратнаяполяр-ность |  | Прямаяполяр-ность |  | Обратнаяполяр-ность |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2 | 1,30 | 1,15 | 1,45 |  | 5 | 0,95 |  | 0,85 |  | 1,05 |  |
|  | 3 | 1,15 | 0,95 | 1,30 |  | 6 | 0,90 |  |  |  |  |  |
| ОЦС-45 | 4 | 1,05 | 0,85 | 1,15 | АН-348 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 5 | 0,95 | 0,75 | 1,10 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 6 | 0,90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2 | 1,25 | 1,15 | 1,40 | Углекислыйгаз | 1,2 |  |  |  |  | 2,10 |  |
|  | 3 | 1,10 | 0,95 | 1,25 | 1,6 |  |  |  |  | 1,75 |  |
| АН-348А | 4 | 1,00 | 0,90 | 1,10 | 2,0 |  |  |  |  | 1,55 |  |
|  |  |  |  | 3,0 |  |  |  |  | 1,45 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | 4,0 |  |  |  |  | 1,35 |  |
|  |  |  |  |  | 5,0 |  |  |  |  | 1,20 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Металл толщиной свыше 20 мм сваривают за несколько проходов. Чтобы избежать непровара при сварке под флюсом и добиться нормального формирования шва, прибегают к скосу кромок. Для однопроходного стыкового шва толщиной не более 10-12 мм глубина проплавления равна толщине свариваемых деталей, при двухсторонней сварке толщиной не более 20 мм глубина проплавления составляет, мм:

|  |  |
| --- | --- |
| h1,2 = S/2 + (2 - 3), | (19) |

Диаметр сварочной проволоки dэ принимается, в зависимости от толщины свариваемого металла в пределах 2-6 мм, а затем уточняется расчетом по формуле, мм:

э = 2 √ **(20)

где, i - плотность тока, А/мм².

Полученное значение dэ принимается из ближайшего стандартного значения.

Плотность тока, в зависимости от диаметра проволоки, указана в таблице 12.

Таблица 12. Плотность тока, в зависимости от диаметра проволоки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр проволоки, мм | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |
| Плотность тока, А/мм² | 65-200 | 45-90 | 35-60 | 30-50 | 25-45 |
|  |  |  |  |  |  |

Напряжение на дуге принимается в пределах 32-40 В.

Скорость сварки определяется по формуле, м/ч:

Vсв = А / Iсв , (21)

где, А следует принимать в пределах, приведенных ниже.

Таблица 13. Сила тока.

|  |  |
| --- | --- |
| dэ, мм | А, м/ч |
| 1,2 | (2 –5) | 103 |
| 1,6 | (5 –8) | 103 |
| 2,0 | (8 – 12) |  | 103 |
| 3,0 | (12 –16) 103 |
| 4,0 | (16 –20) | 103 |
| 5,0 | (20 –25) | 103 |
| 6,0 | (25 –30) | 103 |



Скорость сварки также можно рассчитать по формуле, м/ч:

= нд ∙ (22)

∙

где, αнд - коэффициент наплавки при сварке под флюсом, г/Ач. Коэффициент наплавки при сварке под флюсом определяется по формуле, г/Ач:

|  |  |
| --- | --- |
| αнд = αн + Δαн , | (23) |

где, αн - коэффициент наплавки, не учитывающий увеличение скорости плавления электродной проволоки за счет предварительного подогрева вылета электрода сварочным током, г/Ач;

Δαн - увеличение коэффициента наплавки за счет предварительного подогрева вылета электрода, г/Ач, определяется по рисунку 9.



Рисунок 9 - Диаграмма подогрева вылета электрода.

При сварке на постоянном токе обратной полярности коэффициент наплавки определяется по формуле, г/Ач:

|  |  |
| --- | --- |
| αн = 11,6 ± 0,4 | (24) |

При сварке на постоянном токе прямой полярности или переменном токе определяется по формуле, г/А\*ч:

|  |  |
| --- | --- |
| αн = А + В (Iсв / dэ), | (25) |

где,А и В – коэффициенты, значения которых для флюса приведены ниже (см. табл. 14).

Таблица 14. Значения коэффициентов А. и В для флюса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты | А |  |  | В |
| Прямая полярность | 2,3 |  |  |  | 0,65 |
| Переменный ток | 7 |  |  |  | 0,04 |
|  |  |  |  |  |  |

Скорость подачи проволоки V*п.п* определяется по формуле, м/ч:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | = |  | ∙ | (26) |  |
|  |  |
|  .  |  | Э |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

где,Fэ – площадь поперечного сечения электродной проволоки, мм².

Скорость подачи проволоки может определяться по формуле, м/ч:

= 4  Д(27)

 .  Э

Режим сварки последующих проходов выбирают из условий заполнения разделки и получения поверхности шва, имеющей плавное сопряжение с основным металлом.

***3.2.7.3 Двухсторонняя сварка стыковых швов под флюсом***

При двухсторонней сварке стыковых швов под флюсом со скосом кромок определяют режим сварки первого прохода с одной и другой стороны шва и последующих проходов отдельно.



|  |
| --- |
| S |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| c | 1 |  |
| h |  |

Рисунок 10 – Первый проход при односторонней сварке.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | h |  |
| h |  |
|  | 2 |  |



|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 11 – Первый проход при односторонней сварке. |  |
| h1 = h2 = [c + (2 - 3)], | (28) |

где,h1,2– глубина проплавления первого прохода с одной и другой

стороны шва, мм;

с - величина притупления, мм.

Сила сварочного тока определяется по глубине проплавления, А.

|  |  |
| --- | --- |
| Iсв = h1,2 / k, | (29) |

где, k – коэффициент пропорциональности (мм/100А), зависящий от рода тока, полярности, диаметра электрода, марки флюса, колеблется 1-2А.

Расчёт остальных параметров режима сварки производится в том же порядке, что и при сварке под флюсом двухстороннего стыкового без скоса соединения.

***Примечание:*** Расчёт параметров режима сварки под флюсомугловых итавровых соединений с разделкой кромок следует производить по методике расчёта режимов сварки стыковых соединений с разделкой кромок.

***3.2.7.4*** ***Методика*** ***расчёта*** ***режима*** ***автоматической*** ***и***

***полуавтоматической сварки под флюсом угловых швов без разделки***

***кромок***

Зная катет шва, определяем площадь наплавки, мм²:

|  |  |
| --- | --- |
| Fн = k² / 2 + 1,05 kq, | (30) |

где, k – катет шва, мм.



Рисунок 12 – Геометрия площади наплавки.

Устанавливаем количество проходов на основании того, что за первый проход при сварке в “лодочку” максимальный катет шва можно заварить 14 мм, а при сварке в нижнем положении наклонным электродом

– 8 мм, где Fнс - принимаем в пределах 60-80 мм².

Выбираем диаметр электрода, имея в виду, что угловые швы с катетом 3-4 мм можно получить лишь при использовании электродной проволоки диаметром 2 мм, при сварке электродной проволокой диаметром 4-5 мм минимальный катет составляет 5-6 мм. Сварочную проволоку диаметром больше 5 мм применять не следует, так как она не обеспечит провар корня шва.

Для принятого диаметра проволоки подбираем плотность тока по данным, приведенным ниже, и определяем силу сварочного тока Iсв, А

Определяем коэффициент наплавки из ранее приведенных формул, в зависимости от рода тока и полярности.

Зная площадь наплавки за один проход, сварочный ток и коэффициент наплавки, определяем скорость сварки, м/час

= Д ∙  (32)

 ∙

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле,

м/ч:

= ∙  (33)

 .  Э

где,Fэ – площадь поперечного сечения электродной проволоки, мм². Скорость подачи электродной проволоки можно определить по

формуле,м/ч:

= 4  Д ∙  (34)

 .  ∙ эл2

Определяем напряжение на дуге – Uд ,оно изменяется от 28 до 36 В.

Определяем погонную энергию сварки – q п по формуле, Дж/см:

|  |  |
| --- | --- |
| qп1,н = 650 Fн1,с, | (35) |

где, Fн1,с – площадь поперечного сечения первого или последующего прохода, мм².

Определяем коэффициент формы провара.

Коэффициент формы провара должен быть не больше 2 мм, иначе появляются подрезы, но в тоже время он не должен быть чрезмерно мал, так как швы получаются слишком глубокие и узкие, склонные к образованию кристаллизационных трещин, то есть горячих трещин. Определяем глубину провара – h по формуле, мм

ℎ1.  = 0.0076 ∙ √ пр(36)

**ПРИМЕР:**

Находим площадь наплавки при полуавтоматической сварке под флюсом,мм²

Fн = Sb + 0,75еq + 0,75е1,

Fн = 102 + 0,75222 + 0,7542 = 59 мм²

Масса наплавленного металла на 1 погонный метр находится по формуле,кг/м:

mн = Fнγ10‾³,

где. γ – плотность наплавленного металла (для нержавеющей стали 7,9г/см³);

1. н = 59 7,90,001 = 0,47 – при сварке под флюсом.

Расход сварочной проволоки составит при полуавтоматической сварке под флюсом

m п р = 597,910‾³1,02 = 0,47

расход флюса на 1 погонный метр шва составит

mф = 0,471,3= 0,61

Диаметр сварочной проволоки dэ принимается, в зависимости от толщины свариваемого металла в пределах 2-6 мм, а затем уточняется расчетом по формуле, мм:

Э = 2√ = 2 ∗ 1,65 = 3,3 мм.

Скорость сварки определяется по формуле, м/ч:

Vсв = А / Iсв 14\*103/650=21,5 м/ч.

Скорость сварки также можно рассчитать по формуле, м/ч:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| = | Д ∙ | = | 16 ∙ 650 |  | = 21,65 |  |
|  | 59 ∙ 7,9 |  |
|  | ∙ |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Коэффициент наплавки при сварке под флюсом определяется по формуле, г/Ач:

αнд = αн + Δαн=15,5+ 0,5=16 г/Ач,

При сварке на постоянном токе обратной полярности коэффициент

наплавки определяется по формуле, г/Ач

αн = 15,5 ± 0,5

Скорость подачи проволоки V*п.п* определяется по формуле, м/ч

 . = ∙ = 9,25 ∙ 21,5 = 25,3

Э 12,56

Или скорость подачи провол~~оки может~~ определяться по формуле, м/ч

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | = | 4  Д ∙  | = | 4∙16∙650 |  | = 25,7 |  |
|  | 3,14∙9∙7,9 |  |
|  .  |  | ∙ э2∙  |  |  |

Площадь наплавки одностороннего сварного шва, выполненного с зазором, определяется по формуле, мм:

Fн = S b + 0,75\*eq=4\*1+ 0,75\*10\*0,7=9,25 мм².

Fэ=3,14\*1,52=12,56 мм².

При расчете на прочность стыковых швов утолщение (наплыв металла)не учитывают. B зависимости от работы стыкового шва, его рассчитывают:

* на растяжение: [σ]р = 0,7 \* σT;
* на сжатие:[τ ']ср = 0,6 \* [σ ']=0,6\*0,7 \* σT=0,42\*450=235 МПа.

***3.2.7.5 Расчет режимов сварки в углекислом газе, в аргоне***

Известно, что ***основные параметры режимовмеханизированных***

***процессов дуговой сварки,***

следующие:

* диаметр электродной проволоки – dэ,
* вылет ее lэ,
* скорость подачи электродной проволоки - Vп.п,
* сила тока – Iсв,
* напряжение дуги – Uд,
* скорость сварки – Vсв,
* удельный расход СО2.

Полуавтоматическую сварку в углекислом газе выполняют короткой дугой на постоянном токе обратной полярности.

Расстояние от сопла горелки до изделия не должно превышать 22 мм. Стыковые швы в нижнем положении сваривают с наклоном электрода от поверхностной оси на 5-20º. Угловые соединения сваривают с таким же наклоном в направлении сварки и наклоном поперек шва под углом 40-50º

к горизонтали, смещая электрод на 1 - 1,15 мм от угла на горизонтальную полку.

Тонкий металл сваривают без колебательных движений, за исключением мест с повышенным зазором. Швы катетом 4-8 мм накладывают за один проход, перемещая электрод по вытянутой спирали. Корень стыкового шва заваривают возвратно – поступательно, следующей вытянутой спиралью, а последующие швы - серповидными движениями.

Проволокой толщиной 0,8-1,2 мм сваривают металл во всех положениях, причем при вертикальных, горизонтальных и потолочных положениях напряжение уменьшают до 17-18,5 В, а силу тока - на 10-20%.

Стыковые швы металла толщиной до 2 мм, а угловые катетом – 5 мм, и корень стыковых швов большого сечения лучше сваривать сверху вниз. При сварке необходимо обеспечить защиту от сдувания газа и подсоса воздуха через зазор. Для уменьшения разбрызгивания в сварочную цепь можно последовательно включить дроссель.

Расчет параметров режимов производят в следующем порядке:

* + определяют толщину свариваемого металла по чертежам;
* в зависимости от толщины свариваемого металла, выбирают диаметр электродной проволоки.

Таблица 15. Зависимость диаметра электродной проволокиот толщинысвариваемого металла.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Толщина свариваемого металла, мм |  |  |  |
| Показатель | 0,6-1,0 | 1,2-2,0 | 3,0-4,0 | 5,0-8,0 | 9,0-12,0 | 13,0-18,0 |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Диаметрэлектро | 0,5-0,8 | 0,8-1,0 | 1,0-1,2 | 1,4-1,6 | 2,0-2,0 | 2,5-3,0 |  |
| днойпроволоки, |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Диаметр электродной проволоки для автоматической сварки может быть в интервале 0,7-3,0 мм и выше, а для полуавтоматической – в интервале от 0,8-2,0 мм.

Вылет электрода определяется по формуле, мм:

|  |  |
| --- | --- |
| lэ = 10 \* dэ , | (37) |
| Рассчитывают силу сварочного тока по формуле, А: |  |
| Iсв = I\*Fэ, | (38) |

где, i – плотность тока, А/мм² (диапазон плотностей сварочного тока от 100 до 200А/мм²), оптимальное значение 100-140А/мм²;

Fэ – площадь поперечного сечения электродной проволоки, мм².

Большое значение плотности тока соответствует меньшим диаметрам электродной проволоки.

Устойчивое горение дуги при сварке плавящимся электродом в углекислом газе достигается при плотности тока свыше 100А/мм². Так как определение основного параметра режима сварки основывается на интерполировании широкого диапазона рекомендованных плотностей тока, то Iсв необходимо уточнять по таблице 16.

Таблица 16. Диапазоны сварочных токов основных процессов сваркив СО2 проволокой Св-08Г2С

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Процесссварки | 0,5 | Диаметр электродной проволоки, мм |  |
| 0,8 |  |  |  | 1,0 |  | 1,2 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| ИДС к.з. | 30-120 | 50-120 |  |  |  | 71-240 |  | 85-260 |  |
| КР без к.з. | 100-250 | 150-300 |  |  | 160-450 |  | 190-550 |  |
| КР с к.з. | 30-150 | 50-180 |  |  |  | 75-260 |  | 65-290 |  |
| Процесс сварки |  | Диаметр электродной проволоки, мм |  |  |
| 1,4 | 1,6 |  | 2,0 |  | 3 |  | 4 |  |
|  |  |  |  |  |
| ИДС к.з. | 90-280 | 110-290 |  | 120-300 |  |  |  |  |
| КР без к.з. | 90-320 | 110-380 |  | 150-400 | 220-500 |  | 250-600 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| КР с к.з. | 200-650 | 210-800 |  | 220-1200 | 250-2000 |  | 270-2500 |  |

***Примечание:*** ИДСк.з. –импульсный ток,с частыми

принудительнымикороткими замыканиями; КР без к.з. – крупнокапельный, без коротких замыканий; КР с к.з.  крупнокапельный, с короткими замыканиями.

При сварке в СО2 проволокой Св-08Г2С в основном используют процесс с частыми принудительным коротким замыканиями и процесс с крупнокапельным переносом. При сварке порошковыми проволоками используют процесс с непрерывным горением дуги, а при сварке актированной проволокой – струйный процесс. Процесс с частыми

короткими принудительными замыканиями получают при сварке в СО2 проволоками диаметрами 0,5-1,4мм путем программирования сварочного тока, обеспечивающего изменение скорости плавления электрода и давления дуги.

Процесс с крупнокапельными переносом наблюдается при сварке проволоками диаметрами 0,5-1,5 мм на повышенных напряжениях, а диаметрами более 1,6 – во всем диапазоне режимов сварки

кремнемарганцевыми проволоками. При низких напряжениях процесс протекает с короткими замыканиями, а при высоких - без них.

При проверке расчетных режимов и внедрении их в производство необходимо помнить, что стабильный процесс сварки с хорошими техническимихарактеристиками можно получить только в определенном диапазоне сил тока, который зависит от диаметра и состава электрода и рода защитного газа.

Регулируют силу тока изменением скорости подачи электродной проволоки. Сила тока определяет глубину провара и производительность процесса. Поэтому весь расчет режимов является ориентировочным и на практике требует уточнения.

Определяют скорость подачи электродной проволоки по формуле, м/ч:

= 4 р ∙  (39)

 .  ∙ э2∙

где,Vп.п– скорость подачи проволоки, м/ч;

αр – коэффициент расплавления электродной проволоки, г/Ач; Iсв – сварочный ток, А;

Dэ – диаметр электродной проволоки, мм;

* – плотность металла электродной проволоки г/см³ (γ=0,0078г/мм³). Коэффициент расплавления определяется по формуле, г/Ач:

αр = [8,3 + 0,22 Icв / dэ] 3,6·10-1,(40)

Определяется скорость сварки по формуле, м/ч:

св = ∙  (41)

Н ∙

или

∙ 2∙

св = 0,9 ∙ э  . (42)

4∙ Н

где,Vсв – скорость сварки, м/ч;

* н – коэффициент наплавки, г/Ач; Iсв – сварочный ток, А;

Fн – площадь поперечного сечения, мм²;

Vn.n- плотность наплавленного металла, г/см³;

0,9 – коэффициент, учитывающий потери на угар и разбрызгивание.

Коэффициент наплавки, г/Ач определяется по формуле, г/Ач:

|  |  |
| --- | --- |
| αн = αр (1 – ψ / 100), | (43) |

где, ψ – потеря электродного металла вследствие окисления, испарения и разбрызгивания, % (ψ = 7-15%, принимают обычно ψ = 10%). Потери электродного металла возрастают с увеличением напряжения на дуге.

Напряжение на дуге принимают в интервале 16-34В. Большие значения соответствуют большей величине тока. Напряжение можно определить по графику (см. рисунок 13).



Рисунок 12 - График напряжения на дуге.

Напряжение на дуге предварительно подбирается и может быть установлено при настройке, например, по напряжению, холостого хода источника тока. К параметрам режима сварки в среде углекислого газа

относится удельный расход газа – qг, который зависит от положения шва в пространстве, скорости сварки, типа соединения и толщины свариваемого металла. Параметры режима сварки необходимо свести в таблицу 17.

Таблица 17. Параметры режима сварки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Диаметр | Вылет | Сила | Напряжение | Скорость | Скорость | Удельный |
| сварного | электрода, | электрода, | сварочного | на дуге Uд, | подачи | сварки | расход |
| соединения | Dэ, мм | Iэ, мм | тока, Iсв, | В | проволоки | Vсв, м/ч | газа qr, |
| S, мм |  |  | А |  | Vп.п, м/ч |  | л/мин |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**3.2.8 Выбор сборочно-сварочного оборудования**

Выбор сборочно-сварочных приспособлений производится в соответствии с предварительно избранными способами сборки и сварки узлов и в целом заданной конструкции. Этот этап разработки технологического процесса является одним из основных. Поэтому при разработке техпроцесса сборочно-сварочных работ на заданную конструкцию необходимо установить рациональный качественный и количественный состав требуемой оснастки и технологического оборудования.

Необходимо выбрать и обосновать выбор сборочно-сварочного механического оборудования с учетом его грузоподъемности, габаритных размеров изготавливаемых сварных конструкций, надежности и удобства в работе, безопасности и других технических параметров.

Следует описать кратко устройство и назначение узлов оборудования, принцип его работы, привести технические характеристики оборудования в виде таблиц в пояснительной записке, или на втором чертеже курсовойработы.

Обучающийся может предложить модернизацию выбранного оборудования. Не следует применять морально-устаревшее оборудование. При проектировании нужно выполнить на втором чертеже курсовойработы приспособление для сборки и сварки заданного изделия, а в пояснительной записке выполнить компоновочный эскиз оборудования в двух проекциях одного из рабочих мест проектируемого техпроцесса, или наоборот.

**3.2.9 Выбор сварочного оборудования (электрического)**

Выбор сварочного оборудования производится в соответствии с принятыми способами сварки и с учетом обеспечения заданных режимов сварки.

Основными критериями для выбора рациональных типов оборудования служат:

* техническая характеристика, наиболее отвечающая принятым в разрабатываемом техпроцессе режимам сварки;
	+ наибольшая эксплуатационная надежность и простота обслуживания;
* наибольший коэффициент полезного действия и наименьшее потребление энергии при работе;
* наименьшие габариты оборудования, требующие минимальную площадь для его размещения;
	+ наименьшая масса и минимальная стоимость.

Для подбора рациональных современных типов оборудования, соответствующих перечисленным признакам, следует пользоваться новейшими данными справочной и информационной литературы, проспектами и каталогами, справочниками, в которых приводятся описание, технические характеристики и стоимость электрического оборудования.

Для каждой технологической операции сварки необходимо указать применяемое сварочное оборудование. В описании принятого сварочного оборудования должны быть приведены его назначение, модель, основные узлы, принцип работы и настройка на заданный режим, технические данные в форме таблицы в пояснительной записке, или на втором чертеже курсовой работы.

**3.2.10 Выбор методов контроля заданной 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, с 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
* 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 и инструменты для его осуществления.

**3.3 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ**

**3.3.1.Определение расхода сварочных материалов**

 ***Определение расхода электродной проволоки.***

Потребность в электродах и сварочной проволоке на изделие определяется, исходя из длины швов lш и удельной нормы расхода

электродов или проволоки на 1м шва типового размера, определяется по формуле, кг:

|  |  |
| --- | --- |
| Мэ = mэ\*lш, | (52) |
| Мпр = mпр\*lш, | (53) |
| где,Мэ – расход электродов на изделие, кг; |  |
| Мпр – расход сварочной проволоки, кг; |  |
| mэ, mпр – удельный расход электродов, проволоки на 1 погонный |
| метршва, кг/м. |  |
| Удельная норма расхода рассчитывается по формулам, кг/м: |  |
| mэ = mн\*Кр, | (54) |
| mпр = Fн\*γ\* 10ˉ³, | (55) |

где,mн – масса наплавленного металла шва на 1 погонный метр шва, кг/м;

Fн – площадь поперечного сечения шва, мм²;

* – плотность наплавленного металла, г/см³;

Кр – коэффициент расхода, который учитывает массу обмазки и потери на угар, разбрызгивание и огарки.

***Примечания:***

* + *если сварные соединения выполняют разными диаметрами электродов или проволокой разных марок, то при определении общего расхода на изделие полученные результаты суммируют для одного и того же диаметра, и марки с учетом расхода на прихватки;*
	+ *если прихватки при сборке выполняют ручной дуговой сваркой или полуавтоматической в среде углекислого газа, расход электродов и проволоки*

*определяется по формулам. Предварительно принимают Fн прихватки, которая должна быть не более 1/3 Fн шва при сварке в разделку или катета 3 – 4 мм при сварке угловых соединений без разделки,*

* *также длину прихваток – суммарную длину всех прихваток на изделие.*

Ниже в таблице 20 приводятся коэффициенты расхода электродов и

сварочной проволоки.

Таблица 20. Коэффициент расхода электродной проволоки Крпри различных способах сварки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Способы сварки** | **Кр** |  |
| 1. Ручная дуговая сварка электродами марок: |  |  |
| ВЦС-3, ОЗЛ-4, НЖ-2, | 1,4 |  |
| АН-1, ОМА-2, СМ-11, АНО-1, | 1,5 |  |
| УОНИ 13\45, ВСП-1, МР-2, АМО-5, ОЗС-3, АНО-3, УП1\55 | 1,6 |  |
| МР-3, ЗИО-7, АНО-4, ОЗС-4, УОНИ 13\55, | 1,7 |  |
| ОМН-5, СМ-5, ВЦС-5, ЦЛ-11, | 1,8 |  |
| ЦТ-15, ЦТ-17, | 1,9 |  |
| ОЗА-1, ОЗА-2. | 2,3 |  |
| 2. | Автоматическая сварка под флюсом и электрошлаковая. | 1,02 |  |
| 3. | Полуавтоматическая сварка под флюсом. | 1,03 |  |
| 4. | Сварка неплавящимся электродом в среде инертных газов | 1,1 |  |
| с присадкой, ручная. |  |
|  |  |
| 5. | Автоматическая сварка. | 1,02 |  |
| 6 | Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде инертных газов и в смесиинертных и активных газо | 1,05 |  |

в.

7. Автоматическая и полуавтоматическая сварка в среде 1,15–1,12 углекислого газа и в смеси газов 50%.

**ПРИМЕР:**

Определение расхода электродной проволоки. Потребность в электродах и сварочной проволоке на изделие определяется, исходя из длины швов lш и удельной нормы расхода электродов или проволоки на 1 м шва типового размера и определяется по формуле, кг:

Мпр = mпр\*lш;

где Мпр – расход сварочной проволоки, кг;

mпр – удельный расход проволоки, на 1 погонный метр шва, кг/м. Мпр=0,47\*4,8=2,3 кг

Удельная норма расхода рассчитывается по формуле, кг/м:

mпр = Fн\*γ \*10ˉ³;

где,Fн – площадь поперечного сечения шва, мм²;

* – плотность наплавленного металла, г/см³;

mпр =59\*7,9\*10ˉ³=0,47 кг/м.

***3.3.3.2 Определение расхода флюса***

Расход сварочных флюсов на изделие определяется по расходу

сварочной проволоки на изделие, кг:

|  |  |
| --- | --- |
| Мф = mпр\*Кф, | (56) |

где,Кф – коэффициент расхода флюса, зависящий от типа сварного соединения и способа сварки.

Значения Кф приведены в таблице 21.

**ПРИМЕР:**

Определение расхода флюса.

Расход сварочных флюсов на изделие определяется по расходу

сварочной проволоки на изделие, кг:

Мф = mпр\*Кф

Мф =0,47\*1,3=0,61 кг

Таблица 21. Коэффициент расхода флюса Кф

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Швы стыковых и угловых соединений | Швы тавровых |  |
| Способ сварки |  |  |  |
| Без скоса кромок | Со скосом кромок | соединений |  |
|  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Автоматическая | 1,3 | 1,2 | 1,1 |  |
| Полуавтоматическая | 1,4 | 1,3 | 1,2 |  |

Значение Кф для электрозаклепочных соединений: 2,7 - 3; при электрошлаковой сварке 0,05 - 0,1.

***3.3.3.3 Определение расхода защитного газа***

Расход защитного газа на каждое сварное соединение Нг

определяется по формуле 7.

Основное время рассчитывалось ранее при определении норм времени на сварочные работы, но может быть взято из нормативов времени на сварку в защитных газах (см. п. 3.3.1.1).

Необходимо определить общий расход защитного газа на изделие. Расход газа на прихватку составляет примерно 20% общего расхода газана изделие.

**3.3.4 Техника безопасности, противопожарные мероприятия и промышленная санитария**

* + этой части организационного раздела необходимо изложить материал с точки зрения мастера производственного участка и отразить следующее:
* общие требования для допуска к сборке и сварке работающего;
* производственные опасности при сборке и сварке;
* мероприятия по борьбе с загрязнениями воздуха, шумом, вибрацией, нормы освещения, вентиляция, места расположения оборудования для вентиляции;
* меры предохранения от поражения электрическим током;
* меры предохранения от излучения дуги и ожога;
* меры безопасности при работе с защитными газами;
* противопожарные мероприятия на участке.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Образец оформления пояснительной записки**

1. **ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

**1.1 Характеристика заданной сварной конструкции**

Рама вибрационного катка является составной частью вибрационного катка и связующим элементом между

вибровальцем и тяговым устройством (трактор гусеничный Т-130К). Она служит для выполнения следующих основных задач:

* передаёт тяговое усилие от трактора Т-130К к вибровальцу;
* является устройством, предотвращающим движение вибровальца с

отклонением от прямой.

Определяем технологическую прочность стали 45 по химическому составу, путём определения эквивалента углерода по формуле, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 | 15 | 10 | 24 | 5 | 13 |  |  |  |

где *C* содержание углерода в стали, %; *Mn*содержание марганца в стали, %; *Ni*содержание никеля в стали, %;

*Cr*содержание хрома в стали, %;

*Si*содержание кремния в стали, %;

1. содержание фосфора в стали, %;

*Cu*содержание меди в ста~~ли~~, %.

Сэ = 0,42 + 0,520 + 0,315 + 0,2510 + 0,1724 + 0.0355 + 0,313= 0,54(1)

Несмотря на то, что эквивалент углерода составил 0,54, и свариваемость стали удовлетворительная, толщина свариваемых кромок составляет 6 мм, поэтому необходимо производить предварительный, сопутствующий подогрев.

**2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**2.1 Выбор методов получения заготовки**

Выбор методов получения заготовки имеет целью установление рациональных способов и последовательности рабочих операций по изготовлению деталей, входящих в заданную сварную конструкцию. От

степени совершенства методов получения заготовок и деталей в значительной степени зависит расход металла, количество операций и их трудоемкость, себестоимость процесса изготовления деталей и изделия в целом. На выбор способа получения заготовок и деталей 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.

Основываясь на наиболее рациональных методах получения заготовок и деталей, входящих в раму вибрационного катка, составляю принципиальный технологический процесс (см. табл. 1).

Таблица 1.Технологический процесс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер** | **Наименование** | **Оборудование** | **Приспособление, инструмент,** |
| **операции** | **и краткое со-** |  | **средства по технике** |
|  | **держание** |  | **безопасности** |
|  | **операции** |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  | Пластина, позиция 3 |  |  |
| 005 | Входной | Настил плитный | Рулетка Р-10 |
|  | контроль |  | ГОСТ 7502-89; |
|  |  |  | угольник УП-I-400; штангенцир- |
|  |  |  | куль ШЦ-I-250-0, 10-I ГОСТ 166- |
|  |  |  | 73 |  |
| 010 | Перемещение | Кран КС-500 | Стропы 943-06 |
| 015 | Правка | Машина |  |  |
|  |  | листоправильная |  |  |
|  |  | многовалковая |  |  |
| 020 | Разметка | Настил плитный | Рулетка Р-10 |  |
|  |  |  | ГОСТ7502-89; |  |
|  |  |  | циркуль разметочный 7841- |  |
|  |  |  | 0083х9 |  |
|  |  |  | ГОСТ 24472-80; |  |
|  |  |  | кернер 7843-0095; |  |
|  |  |  | штангенциркуль ШЦ-I-250-0, 10-I |  |
|  |  |  | ГОСТ 166- |  |
|  |  |  | 73; |  |
|  |  |  | молоток 7850-0103 |  |
| 035 | Термическая | Резак РВДУ-500-1 | Очки ЗН12-Г-З |  |
|  | резка | ГОСТ 10796-74; | ГОСТ 12.4.013-85; |  |
|  |  | Настил плитный | наушники противошумные тип А |  |
|  |  |  | ГОСТ 12.4.051-87 |  |
| 040 | Контроль резки | Настил плитный | Рулетка Р-10 ГОСТ 7502-89; |  |
|  |  |  | угольник УП-I-400; |  |
|  |  |  | штангенциркуль ШЦ-I-250-0, 10-I |  |
|  |  |  | ГОСТ 166-73 |  |
| 045 | Перемещение | Кран КС-500 | Стропы 943-06 |  |
|  |  |  | Кран КС-500 |  |



Рисунок 1 - Схема ручной дуговой сварки штучным электродом:

1 – основной металл;2 – сварочная ванна;3 – электрическая дуга;4 – проплавленный металл;5 – наплавленный металл;6 – шлаковая корка; 7-жидкий шлак; 8– электродное покрытие;9– металлический стержень электрода.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ**

**Нормативные акты**

1. ГОСТ 26001-84 Свариваемость материалов.
2. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
3. ГОСТ 14771-76 Полуавтоматическая сварка в среде защитных газов.
4. ГОСТ 15543-70 Полуавтоматы для сварки в защитных газах.
5. ГОСТ19903-74 Сталь прокатная толстолистовая. Сортамент.
6. ГОСТ 8732-78 Трубы Сортамент.
7. ГОСТ 9467-75 Электроды.
8. ГОСТ 22456-80 Сварочная проволока омеднённая.
9. Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 04.05.1999 г.

**Научно-техническая литература**

1. Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: учебник длянач. проф. образования/ В.С. Виноградов. -3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. -320 с.
2. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой ,автоматической
	* механизированной сварки: Учеб. для проф. учеб. заведений. – 4-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк.; Изд. Центр«Академия», 2001. – 319 с.: ил.
3. Герасименко А.И. Основы электрогазосварки: учебное пособие /А.И. Герасименко. – Изд. 6-е. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 380 с.: ил. – (НПО).
4. Гуськова Л.Н. Газосварка: рабочая тетрадь: учебное пособие для образо-

вательных учреждений начального проф. образования / Л.Н. Гуськова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.– 96 с.

1. МасловБ.Г. Производство сварных конструкций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Б.Г. Маслов, А.П. Выборнов. - 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр,«Академия» , 2008. – 256 с.
2. Маслов В.И. Сварочные работы: Учеб. для нач. проф. образования / Валентин Иванович Маслов. – 2-е изд., стер. – М.: Изд. Центр «Академия»,2002. – 240с.: ил.
3. Овчинников В.В. Газосварщик: учеб. пособие / В.В.Овчинников. М.:

Издательский центр «Академия», 2007. – 64 с. - (Сварщик).

1. ОвчинниковВ.В. Дефекты сварных соединений: учеб. Пособие /

В.В.Овчинников. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 64 с. - (Сварщик).

1. Овчинников В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: практикум: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. -

128 с.

1. Овчинников В.В. Сварщик на лазерных и электронно-лучевых сварочных установках: учеб. пособие / В.В.Овчинников. – М.: Издательский центр

«Академия», 2008. – 64 с. - (Сварщик).

1. Овчинников В.В. Охрана труда при производстве сварочных работ:

учеб.Пособие / В.В.. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.– 64 с. -

(Сварщик).

1. Полякова Р.Г. Газосварщик: Учебное пособие для ПТУ \

Подред.В.В.Шапкина. - СПб.: Политехника, 2003.- 354 с.: ил.

1. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом М.: Машиностроение, 2004. - 273 с.
2. Прох Л.Ц. и др. Справочник по сварочному оборудованию– 2-е издание, переработанное и дополненное. – К.: Техника, 2007. - 207 с.
3. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка. М.: Высшая школа, 2008.
4. Сварка в машиностроении. Справочник в 4-х т./ Ред.- с 24

кол.:Г.А.Николаев (пред.) и др.- М.: Машиностроение, 2005. – Т.2 (Под ред. А.И. Акулова), 2005. - 462 с.

1. Сварка и резка материалов: Учеб. Пособие для нач. проф. образования /

М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; Под ред. Ю.В. Казакова. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 400 с.

1. Сварочные работы. ООО «Аделант». 2008. – 320 с. (Серия

«Советыпрофессионалов»)

1. Справочник электрогазосварщика и газорезчика: Учеб. пособие для нач.

проф. образования / Г.Г.Чернышов, Г.В.Полевой, А.П.Выборнов и др.; Под ред. Г.Г.Чернышова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. –с.

29. Феофанов А.Н. Чтение рабочих чертежей: учеб.

Пособие/А.Н.Феофанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 80 с.

1. Шебеко Л.П. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учеб. Для сред. ПТУ. – М.: Высшая школа,

2007. - 279 с.

1. Юрьев В.П. Справочное пособие по нормированию материалови

электроэнергии для сварочной техники. М.: Машиностроение, 2005. – с.

1. Юхин Н.А. Газосварщик: Учеб. Пособие для нач. проф. образования

/Николай Александрович Юхин; Под ред. О.И.Стеклова. – М.:

Издательский центр «Академия», 2005. –160 с.

1. Юхин Н.А. Выбор сварочного электрода. Учебно – справочное пособие под ред. О.И. Стеклова изд. «СОУЭЛО» - М.: 2003. - 69 с.
2. Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG) под ред. О.И. Стеклова изд. «СОУЭЛО» -

М.: 2002. -73 с.

1. Юхин Н.А. Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитных газах (TIG/WIG) под ред. О.И. Стеклова изд. «СОУЭЛО» - М.: 2001. - 49

с.

1. Чернышов Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов: Учебник для нач. проф. образования / Георгий Георгиевич Чернышов. – 2-е изд., стер. –

М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.

**Интернет-ресурсы**

1. Промышленная группа (http://www.DUKON/RU)- вход свободный;
2. ТЕХНОТЕРРА.: Каталог оборудования (WWW.TECHNOTERRA.RU)-

вход свободный;

1. Сварочное оборудованиеhttp://www.vashdom.ru/snip/print/P\_20903-85/index-2.htm-вход свободный;

40. Информационный вестник по сварке

http://www.svarkainfo.ru/rus/naks/nakslib/-вход свободный;

1. Каталог. Оборудование для металлообработки. Выпуск 1, 2011

(www.kron.spb.ru)- вход свободный;

1. Каталог продукции фирмы **ESAB.** 5-е издание. Стандартное оборудова-

ние – 2011 **(**http://www.esab.ru) - вход свободный;

1. Blue Weld (Италия) http://www.blueweld.ru
* вход свободный;

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Изображение швов сварных соединений**



*КП 22.02.06.001.000*

*ОРСТ ГР№ 3.5*

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Чертеж изделия «…»**



 КП 22.02.06.001.000 СБ

*ОРСТ ГР№ 3.5 С*

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Карта технологического процесса**



**ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Маршрутная карта**



**ПРИЛОЖЕНИЕ Форма титульного листа курсовойработы**

КОГПОАУ

Вятский электромашиностроительный техникум

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по МДК 02.02Основы проектирования технологических процессов на тему: «Технология изготовления корпуса» Специальность 22.02.06 Сварочное производство

Разработал:

обучающийся группы № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | (подпись) | (фамилия, имя, отчество) |
| Проверил: |  |
| преподаватель |  |
|  | (подпись) | (фамилия, имя, отчество) |

Работа допущена к защите «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г.:

Работа защищена с оценкой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Протокол №\_\_\_\_\_от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г.

Киров,2017 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ .Образец задания на выполнение курсовойработы**

КОГПОАУ

Вятский электромашиностроительный техникум

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙРАБОТЫ**

**по ПМ.02. ОСНОВЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**МДК 02.02. Основы проектирования технологических процессов**

для специальности 22.02.06. *«Сварочное производство»*

Обучающийся \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_курс \_\_\_\_\_ группа № \_\_\_\_\_\_\_

И.О.Фамилия

**ТЕМА КУРСОВОЙРАБОТЫ:**

*Проектирование технологического процесса изготовления конструкции типа*

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:** *чертеж конструкции,**конструкции, годовой объем выпускаNг = шт.*

*материал*

**Структура и содержание пояснительной записки** (перечень вопросов,

подлежащих разработке):

 титульный лист;

 задание;

 содержание;

 введение;

* + характеристика объекта проектирования:
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика заданной сварной конструкции.

1.2 Обоснование выбора марки стали сварной конструкции.

1.3 Технические условия на прокат, заготовки и детали.

1.4 Технические условия на сборку.

1.5 Технические условия на сварку.

1.6 Технические условия на сварочные материалы.

1.7 Технические условия на контроль и приемку готовой сварной конструкции.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор методов получения заготовки.

2.2 Выбор способа сборки.

2.3 Выбор способа сварки и его техническо-экономическое обоснование.

2.4 Последовательность сборочно-сварочных операций.

2.5 Выбор сварочных материалов.

2.6 Выбор рода тока и полярности.

2.7 Выбор и расчет режимов сварки.

2.8 Выбор сборочно-сварочного оборудования.

2.9 Выбор сварочного оборудования (электрического).

2.10 Выбор методов контроля заданной сварной конструкции.

3.ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

3.1 Определение расхода сварочных материалов.

3.4 Техника безопасности, противопожарные мероприятия и промышленная

санитария.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

* Чертеж конструкции.
	+ Технологический процесс изготовления конструкции.
* Маршрутная карта и карта эскиза с указанием выбранного оборудования, сварочного материала, приспособления.

Дата выдачи задания \_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*подпись* *И.О. Фамилия*

Задание к исполнению принял \_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Обучающийся \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*подпись* *И.О. Фамилия*