**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**
**РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**«БУРЯТСКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

**Сварщик (ручной частично механизированной сварки (наплавки))**

**15.01.05**

**СОГЛАСОВАНО**
Председатель ПЦК
профессий направления металлообработки
Протокол № 4_____ Варфоломеева Н.И.
«08»02 2022г.

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**
Зам. директора по УР

_____ Жалсараева Е.А.
« »июня 2022г.

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(письменная экзаменационная работа и выпускная практическая квалификационная работа)

Тема: **«Технологический процесс изготовления сварного изделия «Распорка РС1-10»**

**Выполнил студент**
группы СВ-202
Шатков Виталий Сергеевич
подпись студента

Руководитель ВКР
Зарубин В.В.
_____
подпись руководителя

**Председатель комиссии**

Тугаринов С.Б. Главный сварщик ООО « Улан-УдэСтальмост»

_____
подпись председателя комиссии

Улан-Удэ 2023 г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ**
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**
**«БУРЯТСКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

**РАССМОТРЕНО**
Председатель ПЦК
профессий направления
металлообработки
_____ Варфоломеева Н.И.

**УТВЕРЖДАЮ**
Зам.директора по УР
_____ Жалсараева Е.А.

« »июня 2022г.

Протокол № 4
от «08 » 02 2022 г.

# ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

**Профессия, шифр Сварщик (ручной частично механизированной сварки (наплавки)) 15.01.05**

Тип работы: письменная экзаменационная работа и выпускная практическая квалификационная работа

Шатков Виталий Сергеевич

Тема ВКР: «Технологический процесс изготовления сварного изделия «Распорка РС1-10»

утверждена приказом по техникуму № 311 от «19» апреля 2023г.

Срок сдачи студентом законченной ВКР «20» июня 2023г.

Исходные данные по ВКР:

1. Теоретическая часть (ПЭР): «Разработка и обоснование технологического процесса изготовления сварного изделия «Распорка РС1-10».

2. Практическая часть (ВПКР): Изготовление изделия "Распорка РС1-10".

Руководитель ВКР_____/ Зарубин В.В./

Студент _____/_____/ Махутов Б.Е./

**Студент** Шатков Виталий Сергеевич

**15.01.05 « Сварщик( ручной и частично механизированной сварки( наплавки))»**

**Отделение Металлообработка** Форма обучения: очно

Тема ВКР: **«Технологический процесс изготовления сварной конструкции «**Распорка РС1-10**»**

1. ТемаВПКР: «**Технологический процесс изготовления сварной конструкции «**Распорка РС1-10**»**

Утверждена приказом по Техникуму № 311 от 19 Апреля 2023г.

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 20 июня 2023г.

**Руководитель:** Зарубин Валерий Владимирович, преподаватель спецдисциплин _____

подпись

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ:

Тема определена в соответствии с местом прохождения производственной практики и номенклатуры выполняемых работ на предприятии.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАБОТЫ

Содержание работы выдержано и соответствует заданию на выполнение ВКР по объему и уровню разработки основным разделам письменной экзаменационной работы.

СТЕПЕНЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ.

Цель работы: Выпускная практическая квалификационн6ая работа выполнена по месту прохождения производственной практики.

Тематика работы позволяет систематизировать и обобщить теоретические и практические знания в соответствии с профессиональными компетенциями.

ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТА К РАБОТЕ НАД ВКР

Отношение к выполнению работы – ответственное, работа выполнена самостоятельно.

ГРАМОТНОСТЬ СОСТАВЛЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ВКР

Уровень оформления текстовой и графической части работы в пределах нормы.

НЕДОСТАТКИ, ОТМЕЧЕННЫЕ РАНЕЕ И НЕ УСТРАНЕННЫЕ НА ДАННЫЙ МОМЕНТ.

Значительные отклонения от требований оформления ВКР практически отсутствуют. Работа выполнялась с учетом требований Положения о ВКР по техникуму.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ПРЕДСТАВЛЕННОЙ РАБОТЕ**

**Работа заслуживает оценки** _____*отлично*_____

**Представленная работа** __*рекомендуется*__ **к защите в ГАК**

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....….....….6

I. ПИСЬМЕННАЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ РАБОТА

1.4. Характеристика изделия…….....8

1.2 Технологический процесс изготовления.....10

1.3 Характеристика металлов.....……..10

1.4 Оборудование и материалы для изготовления изделия….....13

1.5 Выбор сварочных материалов и режимов сварки……..……...…..21

1.6 Виды возможных дефектов и способы их устранения….. .....19

1.7 Методы выполнения контроля…….....…….....23

1.8 Охрана труда и окружающей среды……..……...….30

II. ВЫПУСКНАЯ ПРАКТИЧЕСКАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

2.1 Характеристика предприятия……...….34

2.2 Техническое описание квалификационной работы……...…..35

ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….……...…..…38

Список использованных источников……...……...…..39

Приложение…….…….....40

# ВВЕДЕНИЕ

Сварка – процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого.

Первые способы сварки возникли у истоков цивилизации – с началом Использования и обработки металлов. Изготовление металлических изделий Было распространено в местах залегания железных руд и руд цветных металлов.

Первым сварочным процессом была сварка ковкой. Выпуска более совершенных изделий приводила к необходимости разработки и совершенствованию металлургических и сварочных процессов.

Сварка с использованием электричества для нагрева металла появилась с открытием электричества, электрической дуги.

В 1802 году русский учёный Василий Петров обнаружил явление электрической дуги и опубликовал сведения о проведённых с дугой экспериментах.

В 1881 – 1882 годах изобретатели Н.Н. Бенардос и Н.Г. Славянов, работая независимо друг от друга, разработали способ соединения металлических деталей с использованием сварки.

В 1905 году русский учёный В. Ф. Миткевич предложил использовать

Электрическую дугу, возбуждаемую трёхфазном током, для проведения Сварки. В 1919году сварка с использованием переменного тока была Изобретена C.J.Holslag.

В XIX веке сварочные процессы усовершенствовали учёные Элиу Томсон, Эдмнд Дэви и др. В СССР в XX веке проблемами сварки занимались Е.О. Патон, Б.Е. Патон, Г.А. Николаев. Советские ученые первыми изучили проблемы и особенности сварки в невесомости и применили сварку в космосе. Первую в мире сварку в условиях глубокого вакуума в космосе провели 16 октября 1969 года на корабле <<Союз – 6>> космонавты Георгий Степанович Шонин и Валерий Николаевич Кубасов.

Существуют множество типов сварки, которые разделяются по многим классификациям. Перед тем, как варить нужно разобраться, каким способом лучше всего это делать. Теоретически, каждый вид подходит для сварки может осуществляться плавлением и давлением. К методам плавления относятся электродуговая и газовая сварка, а к методам давления газопрессовая, холодная, контактная. Самыми распространенными способами для соединения коммуникаций является ручная электродуговая и механизированная.

# ПИСЬМЕННАЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ РАБОТА

## 1.1Характеристика изделия

Металлические распорки – горизонтальные части общей конструкции, связывающие несущие детали и перераспределяющие поперечную нагрузку между ними. В результате каркас сооружения приобретает необходимую пространственную жесткость и устойчивость.

Принцип действия

Распорки не обладают собственной устойчивостью. Эти детали не рассчитаны на действие основных нагрузок. Осуществляя сжатие других элементов, они удерживают их от смещения и одновременное уменьшают по высоте расчетные длины колонн. За счет этого перераспределяется давление с отдельных деталей на все сооружение в целом. Металлические распорки создают в конструкции поперечные, вертикальные и продольные связи, обеспечивающие устойчивость конструкции.



Рисунок 1- Распорки в строительстве

Применение

Распорки используют при строительстве практически всех видов сооружений от каркасных ангаров до крупных производственных цехов и жилых домов.

В зависимости от места установки металлические распорки выполняют ту или иную функцию:

- снижают нагрузку сжатия между рамами;
- предотвращают возможное опрокидывание колонн в пролетах;
- осуществляют дополнительную фиксацию ферм, укрепляя их устойчивость;
- придают дополнительную жесткость, устойчивость подкрановой части колонн из плоскости рамы.

Еще одной функцией, которую выполняют распорки - связи, является облегчение монтажа и повышение его качества.

Для изготовления распорок чаще всего используют сварные балки или гнутый прокатный металлический профиль квадратного сечения.

Проведение антикоррозийной обработки повышает устойчивость деталей к воздействию неблагоприятных условий и увеличивает срок эксплуатации всего сооружения в целом.

Размеры металлических распорок определяются размерами каркаса. Длина соответствует шагу колонн, форма и толщина профилей рассчитывается в зависимости от планируемых нагрузок.

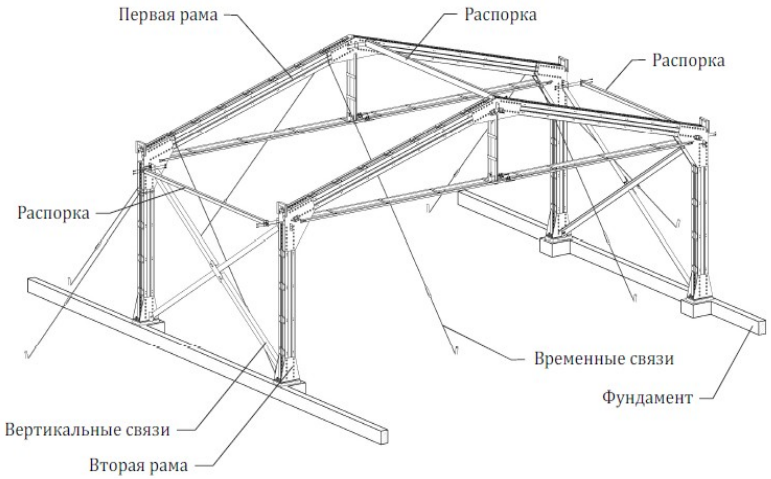


*Рисунок 11 Закрепление связевых рам распорками*

Рис 2

## 1.2 Технологический процесс изготовления сварного изделия

Определяющим параметром для распорки РС1-10 является способность выдерживать нагрузки.

На него влияет:

- Толщина металла и его качество;
- Достаточная пропускная способность;
- Надежность;
- Прочность свариваемой конструкции.

Данная конструкция является важным элементом конструкции здания и состоит из 4 элементов.

Она состоит из:

Позиция 379 в количестве 1 шт., сечением Гн□140х6, длиной 6128 мм, металл С255 и является основным элементом распорки РС-1-9. К позиции 379 приваривается детали позиции 419 в количестве 4 штук с 2хсторон длиной шва 140 мм с катетом швов 5 мм. Далее приваривается деталь позиция 432 в количестве двух штук с катетом 5мм, длиной 330 мм. Затем к деталям позиций 432 и 419 приваривается с катетом шва 5мм и длиной 172 мм деталь позиция 434 в количестве двух штук, с обоих сторон поперечной балки. При катете шва 5 мм и данной длине шва применяется вид сварки по ГОСТу 8713-79, и катете шва 5 мм по ГОСТу 14771-76 п/автомат.

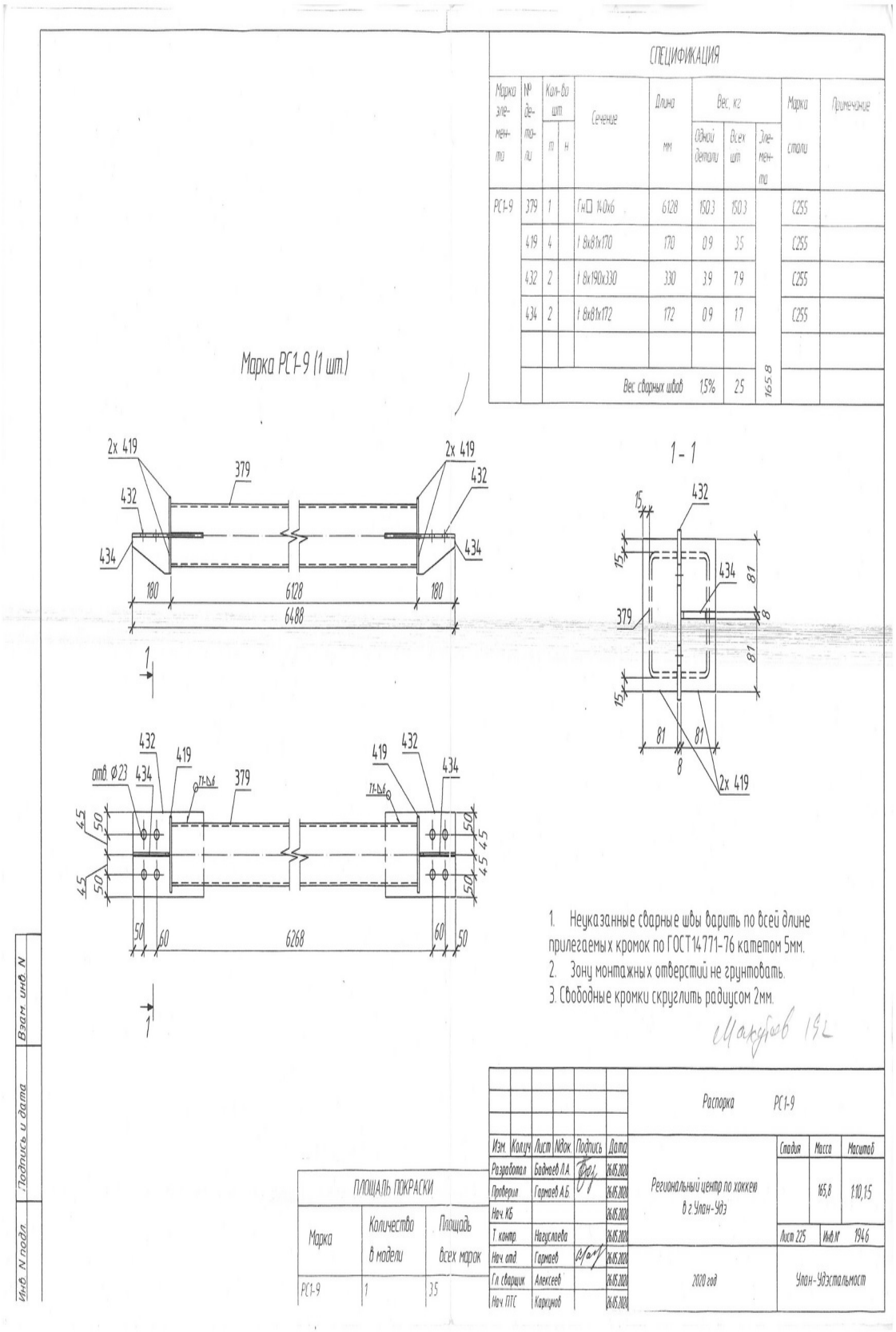
СПЕЦИФИКАЦИЯ
Марка элемента
№ детали
Кол-во шт
Сечение
Длина мм
Вес, кг
Одной детали
Всех шт
Элемента
Марка стали
Примечание
РС1-9
379
1
Гн□ 140х6
6128
150.3
150.3
С255
419
4
t 8х81х170
170
0.9
3.5
С255
432
2
t 8х190х330
330
3.9
7.9
С255
434
2
t 8х81х172
172
0.9
1.7
С255
Вес сварных швов
1,5%
2.5
165.8
Марка РС1-9 (1 шт.)
2х 419
379
432
434
180
6128
6488
1 - 1
15
81
8
2х 419
отв. Ø23
419
6268
50
60
45
1. Неуказанные сварные швы варить по всей длине прилегаемых кромок по ГОСТ14771-76 катетом 5мм.
2. Зону монтажных отверстий не грунтовать.
3. Свободные кромки скруглить радиусом 2мм.
Распорка РС1-9
Изм. Кол.уч Лист Nдок Подпись Дата
Разработал Бадмаев Л.А. 26.05.2020
Проверил Гармаев А.Б. 26.05.2020
Нач. КБ 26.05.2020
Т. контр. Нагуслаева 26.05.2020
Нач. отд. Гармаев 26.05.2020
Гл. сварщик Алексеев 26.05.2020
Нач. ПТС Каркунов 26.05.2020
Региональный центр по хоккею в г. Улан-Удэ
Стадия
Масса
Масштаб
165,8
1:10,1:5
Лист 225
Инв.№ 1946
2020 год
Улан-Удэстальмост
ПЛОЩАДЬ ПОКРАСКИ
Марка
Количество в модели
Площадь всех марок
РС1-9
1
3.5
Инв. N подл.
Подпись и дата
Взам. инв. N

Рис 3

## 1.3 Характеристика металла

Сталь С255 – это конструкционная строительная низколегированная сталь, предназначенная для сборки строительных металлоконструкций, каркасов, мостовых пролетов, лестниц, балок и опор. Сталь обладает прекрасными механическими свойствами, ее можно использовать в условиях высоких динамических нагрузок. Наиболее популярна сталь С255 в строительстве, но также ее активно используют в машиностроении при производстве каркасов. Химический состав стали сбалансирован таким образом, что делает ее универсальным материалом, способным выполнять разноплановые задачи. Одним из главных достоинств стали является простота ее обработки – сваривания, сверления, нарезки, закалки, отпуска. Сталь С255 требует ухода или защитного покрытия, т.к. чувствительна к коррозии. Она не применяется в условиях повышенной влажности или постоянного контакта с водой в незащищенном виде.

Расшифровка

Маркировка стали содержит в себе обозначения, указывающие на химический состав, % содержания значимых элементов, степень раскисления (спокойная, полуспокойная или кипящая) и качество стали по содержанию вредных примесей – фосфора и серы. В некоторых случаях в маркировке прописывается назначение стали и ее технические характеристики.

- С – означает, что сталь предназначается для строительных целей. Строительные стали используются для производства несущих металлоконструкций или их элементов – арматуры, балок, швеллеров и т.д. Такие стали ценятся за твердость, жесткость, свариваемость. Если речь идет о строительстве сложных объектов, ценится возможность эксплуатации при тяжелых

нагрузках, устойчивость к агрессивной внешней среде, широкий диапазон допустимых температур и т.д.

- 255 – предел текучести в $Н/мм^2$.

Применение

Сталь С255 является строительной конструкционной сталью. Основным ее назначением является производство строительных металлоконструкций, каркасных металлоконструкций в машиностроении, соединительных элементов и т.д. Сталь С255 отличается неограниченной свариваемостью, простотой технологической, механической и термической обработки. Сталь легко сверлится и поддается нарезке, хорошо сваривается. Из стали С255 изготавливают металлоконструкции группы 1. Эта группа предназначена для эксплуатации в условиях высоких динамических нагрузок. Сюда относятся:

- опоры ЛЭП;
- мостовые пролеты;
- лестницы;
- несущие фермы;
- эстакады;
- подкрановые балки.

К динамическим относятся ударные и вибрационные нагрузки. Для сопротивления этому типу нагрузок, сталь должна обладать высокими показателями ударной вязкости и текучести, которые позволят изделию избежать разрушения структуры с последующим растрескиванием.

Характеристики

Сталь С255 не защищена от коррозии и требует специального ухода или нанесения защитного покрытия. Для предотвращения коррозии применяется оцинковка или двойное окрашивание водостойкой краской.

Сталь 255 относится к улучшаемым сплавам, ее характеристики могут быть повышены благодаря термической обработке – закалке и отпуску. С помощью закалки на поверхности изделия создается прочный слой, а отпуск снимает внутренние напряжения.

Сталь сваривается без ограничений. Механической обработке поддается легко, что существенно облегчает изготовление и монтаж металлоконструкций.

Химический состав

Основными элементами в составе стали С255 являются:

- Железо – 97% сплава. Основа любой стали. Образует сталь в результате взаимодействия с углеродом и легирующими добавками (если требуются).
- Углерод - 0.22%. Второй по значимости химический элемент в составе стали после железа. Оказывает на свойства стали огромное, часто – ключевое влияние. В зависимости от процентного содержания углерода сталь приобретает или теряет целый ряд востребованных эксплуатационных характеристик. Стали без легирующих добавок называются углеродистыми. Стали с высоким содержанием углерода отличаются твердостью, прочностью, пластичностью и применяются в основном в строительстве и машиностроении при возведении металлоконструкций. Чем выше содержание углерода в составе сплава, тем выше твердость, однако такая сталь становится ломкой, плохо приспособленной к динамическим нагрузкам, плохо поддается механической обработке и имеет ограниченную свариваемость. Некоторые из этих недостатков можно частично устранить с помощью введения в состав различных легирующих добавок, таких как хром, никель, кремний и другие. Стали с низким содержанием углерода используются, главным образом, для изготовления деталей механизмов, работающих при динамических нагрузках (удары и вибрации). Чем ниже содержание углерода, тем мягче сталь, тем выше ударная вязкость, простота механической обработки, свариваемость. Из таких сталей изготавливают детали методом холодной

штамповки и вытяжки любой сложности. Недостаток твердости можно компенсировать легирующими добавками или термической обработкой. После закаливания поверхность стали становится твердой и прочной, вязкость при этом не теряется, т.к. после закаленного слоя остается та же мягкая и вязкая сталь.

- Марганец – 0.65%. Марганец является популярной легирующей добавкой и одним из самых распространенных раскислителей. Раскислители вводят в состав сталей для нейтрализации газов – кислорода и азота. На последней стадии производства, при затвердевании сплава газы начинают активно выделяться, из-за чего сталь становится пористой, образуются газовые раковины. Пористая сталь сильно проигрывает в качестве однородной, она быстрее ломается и гораздо сложнее сваривается. Процесс раскисления не дает газам выделяться, благодаря чему структура стали становится однородной и цельной. Раскисленная сталь называется спокойной (сп), умеренно раскисленная – полуспокойной (пс), нераскисленная – кипящей (кп). Марганец, введенный в состав металла в качестве раскислителя, остается в составе в незначительном количестве и не оказывает на свойства металла заметного влияния. В больших количествах марганец повышает прочность и твердость материала. Также марганец нейтрализует вредное влияние серы, что значительно повышает качественные характеристики сплава.
- Кремний – до 0.3%. Как и марганец, кремний является распространенным раскислителем, связывающим газы – кислород и азот. Кремний повышает устойчивость сплава к влиянию кислотных сред, повышает прочность и твердость материала.

**Остальные элементы, включенные в состав стали С255 согласно ГОСТ 27772, приведены в таблице ниже.**

Химический состав стали С255 по анализу ковшевой пробы в соответствии с ГОСТ 27772, %

| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | N | Cu | Al | Ti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ≤0.17 | 0.15 - 0.30 | ≤ 1,00 | ≤0.30 | ≤0.025 | ≤0.035 | ≤0.30 | ≤0.012 | ≤0.30 | 0.02-0.05 | ≤ 0,030 |

Механические свойства

| Толщина, мм | Предел текучести, Н/мм$^2$ , не менее | Временное сопротивление, Н/мм2, не менее | Относительное удлинение δ5, % |
|---|---|---|---|
| 2 - 3.9 | 255 | 380 | 20 |
| 4 - 10 | 245 | 380 | 25 |
| 10 - 20 | 245 | 370 | 25 |
| 20 - 40 | 235 | 370 | 25 |

Таблица 1

| Толщина полки, мм | Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа | Временное сопротивление разрыву, $\sigma_в$, МПа | Относительное удлинение при разрыве, $\delta_5$, % | Изгиб до параллельности сторон (a - толщина образца, d - диаметр оправки) |
|---|---|---|---|---|
| **Фасонный прокат** | | | | |
| 4 - 10 | 255 | 380 | 25 | d = a |
| 10 - 20 | 245 | 370 | 25 | d = a |
| 20 - 40 | 235 | 370 | 24 | d = 2a |
| **Листовой, широкополосный и универсальный прокат** | | | | |
| 2 - 3,9 | 255 | 380 | 20 | d= 1,5a |
| 4 - 10 | 245 | 380 | 25 | d= 1,5a |
| 10 - 20 | 245 | 370 | 25 | d= 1,5a |
| 20 - 40 | 235 | 370 | 25 | d= 2a |

**Испытания на ударную вязкость**

| Толщина полки, мм | KCU при -20°C, Дж/см$^2$ | KCU при -40°C, Дж/см$^2$ | KCU при -70°C, Дж/см$^2$ | После механического старения |
|---|---|---|---|---|
| **Фасонный прокат** | | | | |
| 4 - 10 | 29 | - | - | 29 |
| 10 - 20 | 29 | - | - | 29 |
| 20 - 40 | 29 | - | - | 29 |
| **Листовой, широкополосный и универсальный прокат** | | | | |
| 2 - 3,9 | 29 | - | - | 29 |
| 4 - 10 | 29 | - | - | 29 |
| 10 - 20 | 29 | - | - | 29 |
| 20 - 40 | 29 | - | - | 29 |

| Прокат | Толщина, мм | Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа | Временное сопротивление разрыву, $\sigma_в$, МПа | Относительное удлинение при разрыве, $\delta_5$, % |
|---|---|---|---|---|
| Фасонный | < 10 | > 255 | > 380 | > 25 |
| Фасонный | 10 - 20 | > 245 | > 370 | > 25 |
| Фасонный | > 20 | > 235 | > 370 | > 24 |
| Листовой | < 2,8 | > 255 | > 380 | > 25 |
| Листовой | 2,8 - 3,9 | > 255 | > 380 | > 20 |
| Листовой | 4 - 10 | > 245 | > 380 | > 25 |
| Листовой | 10 - 20 | > 245 | > 370 | > 25 |
| Листовой | > 20 | > 235 | > 370 | > 25 |

**Испытания на ударную вязкость, Дж/см2**

| Прокат | Толщина, мм | Категория | KCU при -40°C | KCU при -20°C | KCV при 0°C | KCU после механического старения |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Фасонный | > 4 | - | - | - | - | > 29 |
| Фасонный | > 4 | 1 | - | > 29 | - | - |
| Фасонный | > 4 | 2 | > 29 | - | - | - |
| Фасонный | > 4 | 4 | - | - | > 34 | - |
| Фасонный | > 4 | 5 | - | > 34 | - | - |
| Листовой | > 4 | - | - | - | - | > 29 |
| Листовой | > 4 | 1 | - | > 29 | - | - |
| Листовой | > 4 | 2 | > 29 | - | - | - |
| Листовой | > 4 | 4 | - | - | > 34 | - |
| Листовой | > 4 | 5 | - | - | - | - |

**Свойства по стандарту ГОСТ Р 54864-2016**

| Вид поставки | Толщина стенки, мм | Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа | Временное сопротивление разрыву, $\sigma_в$, МПа | Относительное удлинение при разрыве, $\delta_5$, % | Ударная вязкость KCV при -20°C, Дж/см$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Труба | < 10 | > 255 | > 380 | > 25 | > 34 |
| Труба | 10 - 20 | > 245 | > 370 | > 25 | > 34 |
| Труба | > 20 | > 235 | > 370 | > 24 | > 34 |

Технологические свойства марки С255

**Расчетные сопротивления проката, МПа (кгс/см2)**

| Толщина проката, мм | Листового, широкополосного, универсального | | Фасонного | |
|---|---|---|---|---|
| | $R_y$ | $R_u$ | $R_y$ | $R_u$ |
| 2 - 3,9 | 250 (2550) | 370 (3800) | - | - |
| 4 - 10 | 240 (2450) | 370 (3800) | 250 (2550) | 370 (3800) |
| 10 - 20 | 240 (2450) | 360 (3700) | 240 (2450) | 360 (3800) |
| 20 - 40 | 230 (2350) | 360 (3700) | 230 (2350) | 360 (3800) |

Таблицы 2

**Свойства по стандарту ГОСТ 27772-2015**

| | |
|---|---|
| Свариваемость | Без ограничений |
| Температура применения | > -51 °C |

Аналоги и заменители стали С255

Аналогами называются марки, полностью повторяющие состав, но отличающиеся по маркировке в соответствии с нормами страны производителя. Заменители – это металлы, максимально близкие по свойствам, которые можно использовать вместо целевой марки без потери свойств и качеств. Решение о замене принимается в случае недостатка требуемого материала.

| | |
|---|---|
| **Россия** | Ст3Гпс, Ст3Гсп |
| **Евросоюз** | S275JR, S275J0, S275J2 |

Таблица 3

Расшифровка обозначений, сокращений, параметров

| Механические свойства : | |
|---|---|
| sв | — Предел кратковременной прочности , |
| sT | — Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), |
| d5 | — Относительное удлинение при разрыве , |
| y | — Относительное сужение , |
| KCU | — Ударная вязкость , |
| HB | — Твердость по Бринеллю , |

| Свариваемость : | |
|---|---|
| без ограничений | — сварка производится без подогрева и без последующей термообработки |
| ограниченно свариваемая | — сварка возможна при подогреве до 100-120 град. и последующей термообработке |
| трудносвариваемая | — для получения качественных сварных соединений требуются дополнительные операции: подогрев до 200-300 град. при сварке, термообработка после сварки — отжиг |

Таблица 4

## 1.5. Оборудование и материалы для изготовления конструкции

Все применяемые материалы изготовлены из низколигированной стали и свариваются без ограничений, дают качественные сварные швы.

Выполнение сварных швов можно выполнить при помощи:

- ручной дуговой сварки покрытым металлическим электродом;

- газовой сварки;
- механизированной сваркой в углекислом газе ($CO_2$).

Из всех предложенных видов сварки, больше преимуществ имеет механизированная сварка в углекислом газе. Механизированная сварка в углекислом газе позволяет осуществлять сварочные работы под любым углом в пространстве и на весу, эффективнее ручной сварки в 2-3 раза. Сам сварочный шов более устойчив к деформации и внутреннему давлению. Механическая сварка, в отличие от автоматической, намного маневреннее и легче, что дает сварщику свободу при перемещении между узлами конструкций. Так же стоит отметить, что у рабочего есть возможность визуально контролировать направление дуги по сварочному шву.

В пост для этого вида сварки входит следующее оборудование:

- источник питания сварочной дуги;
- полуавтомат с подающим механизмом;
- сварочная горелка;
- баллон с углекислотой;
- газосварочная аппаратура.

При выборе полуавтомата учитываются следующие параметры:

- величина сварочного тока для сварки данной толщины материала;
- возможность переключать полярность сварочного тока;
- возможность сварки вдалеке от источника полуавтомата;
- вид подающего механизма.

Предлагаю использовать инверторный сварочный полуавтомат Origo Mig 4004i

Полуавтомат  Origo Mig 4004i позволяют производить сварку в полуавтоматическом режиме (MIG), так и сварку штучным электродом (MMA).  В панели управления MA24 установлена функция автоматической настройки параметров в режиме сварки короткой дугой . Система из четырех роликов и

каретки обеспечивает одинаковое прижимное усилие и позволяет регулировать давление одной ручкой .

Комплектация сварочный полуавтомата:

- источник питания;
- механизм подачи проволоки;
- ролики 1.0-1.2 мм;
- комплект соединительных кабелей 5м
- сварочная горелка PSF™-405 4.5 м;
- сетевой кабель длиной 5 м;
- тележка;
- обратный кабель с клеммой;
- подставка для газового баллона;
- установочный штырь для механизма подачи проволоки



Рисунок 4 Инверторный сварочный полуавтомат Origo Mig 4004i

Технические характеристики сварочного полуавтомата Origo Mig 4004i указаны в таблице 1.

Таблица 1- Технические характеристики сварочного полуавтомата Origo Mig 4004i

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Питающее напряжение, В | 380 |
| Период нагрузки при номинальном сварочном токе | 60% |
| Диапазон сварочного тока, А | 60-400 |
| Потребляемая мощность, кВА | 24 |

| | |
|---|---|
| Диаметр сварочной проволоки, мм: | 0,6-1,6 |
| Габариты, мм | 610х335х640 |

Таблица 5

Автоматическая сварка под слоем флюса это высокопроизводительный способ сварки, который применяется для быстрой и качественной сварки за один проход продолжительных швов, длиной от нескольких метров и толщиной свариваемых кромок до 30 мм.

При автоматической сварке под флюсом автоматизированы все операции:.

возбуждение и поддержание горения дуги;. подача сварочной проволоки;. перемещение проволоки вдоль свариваемых кромок с заданной скоростью;.защита дуги и сварочной ванны от действия воздуха (дуга горит под слоем флюса);. прекращение сварки и заварка кратера в конце шва.

Данный способ сварки обеспечивает высочайшее качество сварного шва при правильно настроенном режиме. Шов получается идеально гладкий и ровный, это обеспечивает автоматическая равномерная подача проволоки и непрерывная скорость сварки. Использование больших сварочных токов до 1250 А обеспечивает сплошной и глубокий провар. Зона сварки надежно защищена от воздействия воздуха слоем расплавленного флюса, что гарантирует отсутствие пор, включений и других внутренних дефектов.

Производительность автоматической сварки в 5 - 10 раз выше по сравнению с ручной. Коэффициент полезного использования тепла дуги для плавления электродного и основного металла при сварке под флюсом составляет 90 - 95%, а при ручной сварке не превышает 80%.

Технико-экономические показатели способа

Максимальная скорость сварки однофазной дугой под флюсом при удовлетворительном формировании шва - 75 м/ч. Производительность механизированной сварки под флюсом 6.50-21 кг/ч. Коэффициент наплавки 15-19

г./(А.ч). Потери на угар и разбрызгивание составляют 1-2%. При точном соблюдении технологического процесса сварки на выбранном оборудовании мы изготавливаем конструкции, отвечающие всем нормам и требованиям чертежа на данное изделие. Применение механизированных сборочно-сварочных приспособлений облегчает труд сварщика, повышает производительность. Для изготовления колонны коробчатого сечения я выбрал сварочный трактор АДФ-1002

Автомат АДФ-1002 типа 2ТС-17С предназначен для автоматической дуговой сварки под флюсом тавровых соединений конструкций из углеродистых и легированных сталей двумя наклонными электродами. Автомат осуществляет приварку к ортотропным плитам рёбер жёсткости типа полосы или рёбер жёсткости трапециевидного профиля высотой от 160 мм до 360 мм.




Рисунок 5 - Сварочный трактор АДФ-1002

Автомат в процессе работы передвигается по изделию. Сварка осуществляется на постоянном токе плавящимися электродами под слоем флюса прямолинейными швами.

Автомат комплектуется блоком управления и двумя источниками питания - сварочными выпрямителями. Изменение скорости подачи проволоки и скорости сварки производится ступенчато - при помощи сменных шестерён в редукторных приводах. Трактор может поставляться как с полным комплектом сменных шестерён, так и с шестернями, сопрягаемые пары которых рассчитаны на скорости подачи проволоки и скорости перемещения трактора, необходимые конкретному потребителю.

Поставляется с блоком управления для источника питания типа ВДУ-1202 или ТДФЖ-1002 Сварочный трактор состоит из следующих основных частей:

1. тележки, включающей в себя: электродвигатель, подающий механизм с распределительным валом, ходовой механизм с цепными передачами и ведущими колёсами;
2. двух сварочных головок, каждая из которых включает в себя: правильное и подающее устройства, изогнутый мундштук-токоподвод; механизм корректировки положения электрода, обеспечивающий наклон и смещение токоподвода относительно шва;
3. набора копирующих устройств;
4. двух бункеров для флюса с флюсоподводами;
5. двух устройств для размещения электродной проволоки;
6. пульта управления.

В тракторе изменены элементы конструкции, которые реализуют следующие его преимущества по сравнению с существующими аналогами:

7. усовершенствована электрическая схема, позволяющая оператору оптимально управлять подачей электродных проволок и работой трактора в целом;
8. модернизирована мотор-редукторная часть, в частности усилены места соединений вала электродвигателя с входными элементами редуктора заднего моста и редуктора подающего механизма;

9. увеличена твёрдость червяков;

10. прошлифованы витки их зубьев для уменьшения потерь, связанных с трением;

11. улучшена регулировка зацепления червячных пар;

12. усилена выходная часть редуктора подающего механизма;

13. в редукторе заднего моста применена торцевая муфта, не допускающая проскальзывания.

Краткие технические характеристики указаны в таблице 11

Таблица 11 - Краткие технические характеристики:

| Наименование параметра | Норма |
|---|---|
| Номинальный ток | 1000 |
| Номинальное напряжение питающей трехфазной сети (В) | 380 |
| Номинальная частота питающей сети (Гц) | 50 |
| Номинальный режим работы ПВ, не менее | 100 |
| Диаметр сплошной электродной проволоки (мм) | 2-5 |
| Диапазон регулирования скорости подачи электродной проволоки (м/ч) | 60-362 |
| Диапазон регулирования скорости сварки (м/ч) | 12-120 |
| Предельный угол наклона сварочной головки к плоскости перпендикулярной шву | 45 |
| Масса электронной проволоки в кассете (кг) | 15 |
| Масса ленточного электрода в кассете (кг) | 10 |
| Емкость бункера для флюса (дм) | 6 |
| Средний срок службы (лет) | 5 |
| Установленный ресурс до капитального ремонта (ч) | 7500 |
| Габаритные размеры (мм): -Длина -Ширина -Высота | - 716 346 526 |
| Габаритные размеры АДФ-1002-1 УЗ для сварки ленточным электродом (мм): -Длина -Ширина -Высота | - 950 370 730 |
| Габаритные размеры блока управления (мм): -Длина -Ширина -Высота | - 460 375 322 |
| Масса автомата без электродной проволоки, флюса и источника питания (кг) | 45 |
| Масса блока управления (кг) | 30 |
| Суммарная масса серебра (г) | 25,0114 |

Таблица 6

Для вырезки заготовок и подготовки их для сварки, шлифования швов у готового изделия использую угловую шлифовальную машину- Bosch GWS 850. Данная машина потребляет малое количество электроэнергии, имеет малый

вес, что облегчает обработку металла. Внешний вид угловой шлифмашины Bosch GWS 850 CE смотри рис.9.




Рисунок 6- Угловая шлифмашина Bosch **GWS 850 CE**

Технические характеристики Bosch GWS 850 указаны в таблице 2.

Таблица 2- Техническая характеристика Bosch GWS 850

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Потребляемая мощность, Вт | 850 |
| Число оборотов в минуту | 2800-11000 |
| Номинальная частота тока, Гц | 50 |
| Тип рукоятки | съёмная |
| серия | профессиональная |
| Масса, кг.без рабочего инструмента, | 1,6 |

| | |
|---|---|
| принадлежностей и токоподводящего кабеля | |
| Максимальный размер диска, мм | 125 |

Таблица 7

Благодаря интегрированному электрическому двигателю угловая шлифмашина Bosch **GWS 850 CE** является не только высокопроизводительной, но и максимально комфортной. Благодаря интегрированному электрическому двигателю угловая шлифмашина Bosch **GWS 850 CE** является не только высокопроизводительной, но и максимально комфортной. Кроме мощного двигателя аппарат **Bosch GWS 850 CE** оснащен защитным корпусом, который устойчив к проворачиванию, что гарантирует полную безопасность.

**Плазмотрон.**

Плазмотрон – это плазменный резак, с помощью которого разрезается заготовка. Он является основным узлом плазмореза.

Конструкция плазмотрона состоит из следующих составляющих:

- электрод;
- сопло;
- охладитель;
- колпачок.

**Компрессор**

Компрессор в плазморезе требуется для подачи воздуха. Он должен обеспечивать тангенциальную (или вихревую) подачу сжатого воздуха, которая обеспечит расположение катодного пятна плазменной дуги строго по центру электрода. Если этого не будет обеспечено, то возможны неприятные последствия:

- плазменная дуга будет гореть нестабильно;
- могут образоваться одновременно две дуги;
- плазмотрон может выйти из строя.

**Принцип работы.** Результат работы плазмотрона

Принцип действия плазмотрона заключается в следующем. Создаётся поток высокотемпературного ионизированного воздуха, электропроводность которого равна электропроводности разрезаемой заготовки (т.е. воздух перестаёт быть изолятором и становится проводником электрического тока).




Рис 8

Техническая характеристика плазматрона F4

| | |
|---|---|
| Плазмообразующие газы Ar/H2, Ar/He, Ar/N2 | |
| Максимальная мощность | 55 кВт |
| Стандартный диаметр сопла | Ø 6 мм |
| Давление воды (мин/ рекомендованный/ макс.) | 10/ 12 /15 бар |
| Расход воды | 15 л/мин |
| Вес | 2’900 г. |

Таблица 7

## 1.6. Выбор сварочных материалов и режимов сварки и резки

Сварочные работы откатных ворот выполняются при помощи механизированной сварки в углекислом газе ($CO_{2)}$.

Основными материалами для этого вида сварки являются:

- сварочная проволока;
- углекислый газ.

Марка и диаметр электродной проволоки выбираются в зависимости от свариваемого металла, конструктивных и технологических особенностей сварной конструкции. Для сварки углеродистых и низколегированных сталей применяются электродные проволоки марки СВ-08ГА, СВ-08А диаметром 0,8-1,6 мм.

Проволока сварочная СВ-08А применяется для автоматической сварки углеродистых сталей под флюсом с пределом текучести 235-285 МПа и для производства электродов с повышенной вязкостью и пластичностью шва, предназначенных для сваривания низколегированной и низкоуглеродистой стали.

Влияние содержания углерода, фосфора, марганца и серы в сварочной проволоке на механические характеристики шва

Содержание углерода – с уменьшением содержания углерода (С) в сварочной проволоке наплавленный сварочный шов становится пластичнее.

Содержание серы и фосфора — с уменьшением содержания фосфора (Р) и серы (S) увеличивается надежность сварного шва соединения.

Содержание марганца – марганец (Mn) упрочняет сварной шов соединения.

Химический состав проволоки марки СВ-08А указан в таблице 5.

Таблица 5 - Химический состав проволоки марки СВ-08А, ГОСТ 2246-70

| Химические элементы | Содержание в % |
|---|---|
| C (углерод) | менее 0,10 |
| Mn (марганец) | 0,35 - 0,60 |
| Si (кремний) | менее 0,30 |
| S (сера) | < 0,03 |
| P (фосфор) | < 0,03 |
| Cr (хром) | < 0,12 |
| Ni (никель) | менее 0,25 |

Таблица 9

Требования, предъявляемые к сварочной проволоке

Основным требованием, предъявляемым к сварочной проволоке, является соответствие состава проволоки составу металла, из которого изготовлены свариваемые детали и конструкции. Температура плавления сварочной проволоки должна практически равняться температуре свариваемого металла, сам процесс плавления должен происходить равномерно, а проволока должна быть чистой и не окисленной.

Для сварки применяется углекислый газ с концентрацией выше 98%, а при выполнении наиболее ответственных работ - свыше 99%. Углекислота жидкая - это, сжиженный углекислый газ, поставляется в баллонах в сжиженном состоянии под очень высоким давлением, которое обычно равняется 70 атмосферам. Жидкость, как и газ, абсолютно бесцветна, имеет слегка кислый привкус.

Повышенное содержание влаги в углекислоте ведет к большому разбрызгиванию металла в процессе сварочных работ. Использование специального осушителя, на основе силикагеля, медного купороса или алюминия, способствует удалению избытка влаги.

Объем углекислого газа, который содержится в стандартных баллонах, обеспечивает производство работ в течение 15-20 часов, расход газа зависит от интенсивности работ.

Для получения качественных швов нужно правильно выбрать режим сварки.

Режим дуговой сварки в углекислом газе определяется силой сварочного тока, полярностью и напряжением дуги, маркой, диаметром и скоростью подачи электродной проволоки, составом и расходом $C0_2$, вылетом и наклоном электрода. Режим выбирается в зависимости от толщины и марки свариваемого металла, типа соединения, положения шва в пространстве.

Сила тока и полярность дуги определяют скорость расплавления электродной проволоки, глубину проплавления свариваемого металла. Сила сварочного тока устанавливается в зависимости от выбранного диаметра электродной проволоки. С увеличением тока увеличивается глубина проплавления и повышается производительность сварки. При дуговой сварке в углекислом газе на постоянном токе обратной полярности увеличивается нагрев электрода, уменьшается глубина проплавления основного металла, увеличивается доля электродного металла в сварном шве. При прямой полярности скорость расплавления металла заготовок в 1,4-1,6 раза выше, чем при ручной сварке покрытыми электродами, но дуга горит менее стабильно и интенсивнее разбрызгивается электродный металл.

Напряжение дуги является основным параметром режима сварки, и его величина автоматически устанавливается в зависимости от выбранного сварочного тока при заданной длине дуги. С увеличением напряжения дуги увеличивается ширина шва и уменьшается глубина проплавления основного металла.

Скорость подачи электродной проволоки выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить устойчивое горение дуги. Скорость полуавтоматической

сварки устанавливаемся сварщиком в зависимости от толщины свариваемого металла и площади поперечного сечения шва.

Расход углекислого газа выбирается в зависимости от положения шва в пространстве, движения окружающего воздуха и составляет 5-20 $дм^3$/мин. Вылет электрода это - длина электрода между его концом и выходом из мундштука. Он оказывает значительное влияние на устойчивость процесса сварки и качество сварного шва. С увеличением вылета ухудшается устойчивость горения дуги и формирование шва и увеличивается разбрызгивание.

В основном режимы полуавтоматической сварки в углекислом газе выбирается по табличным данным. Ориентировочный режим полуавтоматической сварки в углекислом газе стыковых швов без разделки кромок в нижнем положении проволокой СВ-08А приведен в таблице 6.

Таблица 10 - Ориентировочный режим сварки

| ДИАМЕТР ПРОВОЛОКИ (ММ) | ТОЛЩИНА МЕТАЛЛА (ММ) | СВАРОЧНЫЙ ТОК (А) | НАПРЯЖЕНИЕ ДУГИ (В) |
|---|---|---|---|
| 0,6 — 0,8 | 0,5 — 1,0 | 40 — 120 | 16 — 20 |
| 0,8 — 10 | 1,0 — 2,0 | 60 — 160 | 17 — 22 |
| 1,0 — 1,2 | 2,0 — 4,0 | 100 — 200 | 19 — 24 |
| 1,6 — 2,0 | 5,0 — 8,0 | 140 — 400 | 21 — 34 |
| 2 | 8,0 — 12 | 200 — 500 | 24 — 39 |

| ДИАМЕТР ПРОВОЛОКИ (ММ) | ДИАПАЗОН СИЛЫ ТОКА (А) | РАСХОД ГАЗА | |
|---|---|---|---|
| | | $м^3/с * 10^4$ | Л/МИН |
| 0,8 | 60 — 120 | 1,33 — 1,50 | 8 — 9 |
| 1,0 | 60 — 160 | 1,33 — 1,50 | 8 — 9 |
| 1,2 | 100 — 250 | 1,50 — 2,00 | 9 — 12 |
| 1,4 | 120 — 320 | 2,00 — 2,50 | 12 — 15 |
| 1,6 | 240 — 260 | 2,30 — 2,50 | 14 — 15 |
| 1,6 | 260 — 380 | 2,50 — 3,00 | 15 — 18 |
| 2,0 | 240 — 280 | 2,50 — 3,00 | 15 — 18 |
| 2,0 | 280 — 450 | 3,00 — 3,33 | 18 — 20 |

Таблица 11 - Вылет электрода от диаметра проволки

**Вылет и выпуск зависят от диаметра электродной проволоки:**

| **Диаметр проволоки, мм** | 0,5-0,8 | 1-1,4 | 1,6-2 | 2,5-3 |
|---|---|---|---|---|
| **Вылет электрода, мм** | 7-10 | 8-15 | 15-25 | 18-30 |
| **Выпуск электрода, мм** | 7-10 | 7-14 | 14-20 | 16-20 |
| **Расход газа, л/мин** | 5-8 | 8-16 | 15-20 | 20-30 |

Учитывая толщину стенки трубы (6 мм), по табличным данным предлагаются следующие показатели режима сварки:

- Диаметр проволоки 1,6 мм;
- Сила тока 240 - 260 А;

- Напряжение дуги 21-34 В;
- Скорость сварки 35-40 м/ч;
- Вылет электрода 15-25 мм;
- Расход газа 14 - 15 л\мин;
- Число проходов-1.

Скорость сварки определена условно, так как сварщик ее может регулировать по ходу, ориентируясь на формирование шва. В результате проведения сварки под флюсом исключается разбрызгивание металла, сокращается расход сварочной проволоки и повышается производительность процесса. Это происходит потому, что наличие флюса позволяет использовать более высокие значения рабочего тока без опасности получения прерывистого сварочного шва. Для сравнения – токи 450…500 А при открытой сварке применять невозможно, т. к. дуга выплескивает металл из сварочной ванны. В условиях автоматической или полуавтоматической сварки сварочные флюсы используются так. Флюс подается из бункера по специальной трубке. Чуть позже включается подача электродной проволоки с катушки, которая расположена после емкости с флюсом. По мере выполнения сварки часть флюса, которая не была использована и связана шлаками, пневматически отсасывается в специальную емкость.

### 1.6 Виды возможных дефектов и способы их устранения

Сварные конструкции контролируют на всех этапах их изготовления. Кроме того, систематически проверяют приспособления и оборудование. При предварительном контроле подвергаются проверке основные и вспомогательные материалы, устанавливается их соответствие чертежу и техническим условиям.

После заготовительных работ детали подвергают чаще всего наружному осмотру, то есть проверяют внешний вид детали, качество поверхности, наличие заусенцев, трещин, забоин, а также измеряют универсальными и специальными инструментами, шаблонами, с помощью контрольных приспособлений. Особенно тщательно контролируют участки, подвергающиеся сварке. Профиль кромок, подготовленных под сварку плавлением, проверяют специальными шаблонами, а качество подготовки поверхности - с помощью оптических приборов или специальными микрометрами.

Во время сборки и выполнения прихваток проверяют расположение деталей друг относительно друга, величину зазоров, расположение и размер прихваток, отсутствие трещин, прожогов и других дефектов в местах прихваток. Качество сборки и прихватки определяют главным образом наружным осмотром и обмером.

Наиболее ответственным моментом является текущий контроль выполнения сварки. Организация контроля сварочных работ может производиться в двух направлениях: контролируют сами процессы сварки либо полученные изделия.

Контроль процессов сварки позволяет предотвратить появление дефектов. Причинами появления дефектов могут быть неисправности сборочных приспособлений, недоброкачественность материалов, ошибки в чертежах и низкая квалификация сборщика - сварщика.

Дефекты сварных соединений - это отклонения от предусмотренного техническими условиями качества металла и состояния поверхности соединений. Основными дефектами сварных швов являются надрезы, прожоги, непровары, трещины, газовые поры, шлаковые включения, отклонения от заданных размеров и формы шва.

Все дефекты подразделяются на наружные, внутренние и сквозные.

К наружным дефектам относятся занижение размеров и превышение усиления сварных швов, смещение шва от оси, подрезы, наплывы, усадочные раковины, не заплавлеуные кратеры, наружная пористость, трещины, выходящие на поверхность шва или околошовные зоны.

К наружным дефектам относятся также неравномерность ширины и катета шва и крупная чешуйчатость валика.

К внутренним дефектам относятся газовые поры, шлаковые и неметаллические включения, непровары, трещины в металле шва и в зоне термического влияния.

Причин дефектов сварных швов много, основные из них:

- низкое качество сварочных материалов;
- неправильная сборка;
- неисправность оборудования;
- отклонения от технологии;
- низкая квалификация сварщика.

К внутренним дефектам относятся газовые поры, шлаковые и неметаллические включения, непровары, трещины в металле шва и в зоне термического влияния.

## 1.7 Методика выполнения контроля

Контроль качества сварочных работ и сварных соединений проводят в два этапа: в процессе монтажа и сварки законченных сварных соединений. В процессе монтажа и сварки проверяют: качество сварочных материалов; правильность сборки (зазоры и контрольные размеры конструкции); чистоту свариваемых кромок; соблюдение очередности наложения швов, предусмотренной технологической картой; качество шва в процессе его наложения. Работы по контролю качества сварочных работ проводят в три этапа:

- Предварительный контроль, проводимый до начала работ:
- Контроль в процессе сборки и сварки (пооперационный).
- Контроль качества готовых сварных соединений.

Контроль наружных дефектов в сварных швах и околошовной зоны осуществляют путем внешнего осмотра (визуального или с применением лупы) и измерения их геометрических размеров. Визуальному осмотру с проведением необходимых измерений подлежат 100% сварных швов.

Классификация методов контроля (ГОСТ 3242-79). Методы контроля сварных соединений разделяют на две основные группы: неразрушающий контроль (НК) и разрушающий контроль (РК).

Неразрушающий контроль (НК) (ГОСТ 18353-79):

1. Визуально-оптический метод (ГОСТ 23479-79),
2. Дефектоскопия течеисканием (ГОСТ 3285-77).

Разрушающий контроль (РК) (ГОСТ 6996-66):

1. Механические испытания.
2. Коррозионные испытания.

Визуально-оптический метод контроля. Визуальный метод контроля является старейшим и продолжает играть важнейшую роль. Контроль сварного соединения начинается с внешнего осмотра шва – суть визуального

контроля. Визуальный контроль предельно прост и доступен; позволяет получить до 50% информации о качестве соединения и о ходе технологического процесса, но зависит от квалификации и ответственности проверяющего. Внешний осмотр производился невооруженным глазом, и при помощи технического приспособления (обзорная лупа).

Внешнему осмотру подлежит все изделие и его сварные соединения для выявления в них всевозможных дефектов. При формировании швов на поверхности могут выявляться неравномерности высоты и ширины швов, чрезмерная чешуйчатость, наплывы, подрезы, чрезмерное усиление или ослабление швов, незаваренные кратеры, прожоги, шлаковые включения, осевые смещения.

Прочность сварных швов определяют механическими испытаниями на растяжение и изгиб (ГОСТ 6996—66).

Для контроля качества сварной конструкции необходимо:

- Проверить качество сварки внешним осмотром;
- Проверить размеры измерительной линейкой, угольником;
- Замерить катеты швов штангенциркулем.

## 1.8. Охрана труда и окружающей среды

К сварочным работам допускаются работники старше 18 лет и владеющие удостоверением с допуском к производству работ. Для его получения работнику необходимо пройти обучение правилам безопасности при сварке. Также следует изучить инструкцию по охране труда сварщика и сдать по ней экзамен.

При выполнении сборочных и сварочных работ существуют следующие основные опасности для здоровья рабочих:

- поражение электрическим током;
- поражение лучами дуги глаз и открытых поверхностей кожи;
- отравлении вредными газами и пылью;
- ушибы и порезы во время подготовки изделия к сварке и во время сварки ожоги от разбрызгивания электродного расплавленного металла и шлака.

Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварного аппарата через тело человека. Перед началом сварочных работ следует внимательно осмотреть и проверить надежность контакта и крепление заземляющих проводников с корпусами сварочных трансформаторов сварочных машин, сварочных столов, металлических каркасов токораспределительных щитов и другого подсобного оборудования, которое может оказаться под напряжением. Проверяется также исправность пусковых и отключающих устройств - рубильников, магнитных пускателей, выключателей, а также изоляция токоведущих проводников.

Сварочная дуга является весьма мощным источником лучистой энергии. Она излучает видимые (световые) и невидимые (ультрафиолетовые и инфракрасные) лучи . Интенсивность излучения возрастает с повышением тока дуги. Для защиты от вредного действия лучистой энергии сварочной дуги сварщики и их подручные должны надевать на руки брезентовые рукавицы, а

глаза, лицо и шею закрывать специальным шлемом или щитком. В лицевой части щитка и шлема делается прямоугольный вырез, в который вставляется защитное стекло-светофильтр. Выбор светофильтра зависит от вида сварки, силы сварочного тока. Существует 13 классов светофильтров типа С.Тип пишется на самом светофильтре в виде С-1,С-2,С-3 и так далее. Светофильтр типа С-1 самый светлый, а С-13 соответственно самый тёмный. В основном используются светофильтры С-4, С-5, С-6, С-7 (по европейской классификации 9-12 DIN.)

Помимо ожогов ультрафиолетовыми лучами, при ручной дуговой сварке могут иметь место также ожоги брызгами расплавленного металла и нагретыми до высокой температуры основным и присадочным металлом. Брызги металла могут вызвать ожоги, попадая на незащищенную поверхность тела. Перед началом сварочных работ электросварщик обязан надеть:

- спецодежду - брезентовый костюм с огнестойкой пропиткой,
- ботинки,
- головной убор,
- рукавицы.

В процессе работы костюм должен быть застегнут, подвязаны или застегнуты обшлага рукавов, ботинки плотно зашнурованы. Спецодежду, спецобувь и рукавицы надо содержать сухими, без следов масла. В порядке должны быть защитные приспособления - шлем, маска и резиновый диэлектрический коврик.

При сварке в защитных газах, кроме соблюдений мер, общих для всех способов сварки, необходимо учитывать, что углекислый газ в 1,5-2 раза тяжелее воздуха. Этот газ может скапливаться в нижней части отсека, помещения, в связи с чем устройства вытяжной вентиляции нужно устанавливать не только в зоне дыхания сварщика, но и в нижней части помещения. Выбрасывать воздух нужно за пределы рабочих зон. Мощность вытяжной вентиляции на 1 кг наплавленного металла не менее 150 $м^3$/ч. В горелке следует

предусмотреть наличие дополнительного вентиля для перекрытия газа после прекращения сварки.

Вырезка заготовок производится с помощью угловой шлифовальной машины. Углошлифовальная машина представляет собой ручной электроинструмент с рабочим напряжением 220 В от однофазного источника питания переменного тока. В соответствии с Европейским стандартом имеется двойная изоляция, возможно использование с розетками без провода заземления. Инструмент предназначен для шлифовки, зачистки резки металла и камня без использования воды. К работе с углошлифовальной машиной допускаются лица, прошедшие обучение работе на машине и получившие инструктаж по технике безопасности. При работе с машиной необходимо пользоваться средствами защиты зрения и органов слуха, перед проведением каких-либо работ с инструментом, нужно убедиться, что инструмент выключен и отсоединен от розетки электропитания. Используйте только диски надлежащего размера и диски с максимальной рабочей скоростью, по крайней мере, равной наивысшей скорости без нагрузки, указанной на шильдике инструмента. При использовании дисков с вогнутым центром обязательно используйте только диски, усиленные стекловолокном.  Перед использованием инструмента на фактической обрабатываемой детали, проверяется инструмент при наивысшей скорости без нагрузки, в течение 30 секунд в безопасном положении. Немедленно отключить инструмент при наличии какой-либо вибрации или качания, которые могут указывать на плохую установку или диск с плохой балансировкой.

Мероприятия по защите окружающей среды.

При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем,  в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса находятся вредные для здоровья оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, и др.), а также газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода и азота, и др.).

Эти вещества оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду этому сварочные работы ведутся с использованием местной и общеобменной вентиляции, а при сварке внутри изделий следует предусматривать принудительную подачу под маску сварщика чистого воздуха в количестве 6-8 $м^3$/ч, в холодный период года подогретого до температуры не ниже +18 $^oC$. Такая подача воздуха целесообразна также при сварке изделий с антикоррозионными покрытиями, а также при работе в помещении при высоких концентрациях сварочного аэрозоля, когда нет возможности организовать эффективную местную вентиляцию, например, при электросварке цветных металлов, чугуна. Металлические отходы после изготовления сварных конструкций должны собираться внутри цеха в специальных контейнерах, с последующей их вывозкой

Защита окружающей среды – это комплексная проблема, требующая усилий специалистов многих специальностей. Наиболее эффективной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям.

# II ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

ООО «Улан-УдэСтальмост» зарегистрировано по адресу: Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, пос.Матросова, д.1.

Генеральный директор: Лукашенок Вера Павловна.

Сегодня ООО «Улан-Удэстальмост» - крупнейшее предприятие регионов Сибири и Дальнего Востока, которое может изготавливать металлические пролетные строения всех типов мостов. Площадь, производственной зоны, занимаемая заводом, составляет 33,8 гектаров, в т.ч. производственная площадь главного корпуса составляет 8 гектаров.

Завод построен и сдан в эксплуатацию в 1973 году. Выполняет полный цикл изготовления металлоконструкций мостов, предусмотренный проектом:

- разработка конструкторской документации (чертежи КМД);
- входной контроль металлопроката силами собственной лаборатории;
- предварительная подготовка поверхности (дробеструйная очистка, правка);
- раскрой металлопроката на современном высокопроизводительном оборудовании;
- производится высокоточная механическая обработка полуфабриката, что обеспечивает хорошую «собираемость» как в сборочном цехе завода, так и на монтаже;
- антикоррозионная защита — комплекс современного оборудования позволяет использовать любые материалы, включая нанесение гидроизоляции;
- участок по производству опорных частей в сварном варианте и деформационных швов.

Самые широкие пролеты цехов, мостовые краны грузоподъемностью до 100 тонн позволяют изготавливать самые большие цельноперевозимые конструкции.

## 2.2 Техническое описание квалификационной работы

В данном случае для сварки изделия выбрана труба 140х6 квадратная по ГОСТ 30245-2003 марки С255. Сварочные материалы для сварки стали С255 указаны в таблице 8.

Таблица 8 - Материалы для сварки

**Материалы для сварки, соответствующие стали**

| Группы конструкций в климатических районах | Стали | Материалы для сварки | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | под флюсом | в углекислом газе (по ГОСТ 8050-85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79*) | | покрытыми электродам и типов по ГОСТ 9467-75* |
| | | Марки | | | |
| | | флюсов (по ГОСТ 9087-81*) | сварочной проволоки (по ГОСТ 2246-70*) | | |
| 2, 3 и 4 - во всех районах, кроме $I_1$, $I_2$, $II_2$ и $II_3$ | С235, С245, С255, С275, С285, 20, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп | АН-348-А, АН-60 | Св-08А, Св-08ГА | Св-08Г2С | Э42, Э46 |
| | С345, С345Т, С375, С375Т, С390, С390Т, С390К, С440, 16Г2АФ, 09Г2С | АН-47, АН-43, АН-17-М, АН-348-А[1] | Св-10НМА | | Э50 |
| | С345К | АН-348-А | Св-08Х1ДЮ | Св-08ХГ2СДЮ | Э50А[3] |
| 1 - во всех районах; 2, 3 и 4 - в районах $I_1$, $I_2$, $II_2$ и $II_3$ | С235, С245, С255, С275, С285, 20, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп | АН-348-А | Св-08А Св-08ГА | Св-08Г2С | Э42А, Э46А |
| | С345, С345Т, С375 С375Т, 09Г2С | АН-47, АН-43, АН-348-А[1] | Св-10НМА, Св-10Г2[2], Св-08ГА[2], Св-10ГА[2] | | Э50А |
| | С390, С390Т, С390К С440, 16Г2АФ | АН-47, АН-17-М, АН-348-А[1] | Св-10НМА, Св-10Г2[2], Св-08ГА[2], Св-10ГА[2] | | Э50А |
| | С345К | АН-348-А | Св-08Х1ДЮ | Св-08ХГ2СДЮ | Э50А[3] |
| | С590, С590К, С590КШ | АН-17-М | Св-08ХН2ГМЮ Св-10НМА | Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГСМА, Св-08Г2С | Э60, Э70 |

Таблица 12 - Технологические свойства С255

**Свойства по стандарту ГОСТ Р 54864-2016**

| Вид поставки | Толщина стенки, мм | Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа | Временное сопротивление разрыву, $\sigma_в$, МПа | Относительное удлинение при разрыве, $\delta_5$, % | Ударная вязкость KCV при -20°C, Дж/см$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Труба | < 10 | > 255 | > 380 | > 25 | > 34 |
| Труба | 10 - 20 | > 245 | > 370 | > 25 | > 34 |
| Труба | > 20 | > 235 | > 370 | > 24 | > 34 |

Технологические свойства марки С255

**Расчетные сопротивления проката, МПа (кгс/см2)**

| Толщина проката, мм | Листового, широкополосного, универсального | | Фасонного | |
|---|---|---|---|---|
| | $R_y$ | $R_u$ | $R_y$ | $R_u$ |
| 2 - 3,9 | 250 (2550) | 370 (3800) | - | - |
| 4 - 10 | 240 (2450) | 370 (3800) | 250 (2550) | 370 (3800) |
| 10 - 20 | 240 (2450) | 360 (3700) | 240 (2450) | 360 (3800) |
| 20 - 40 | 230 (2350) | 360 (3700) | 230 (2350) | 360 (3800) |

**Свойства по стандарту ГОСТ 27772-2015**

| | |
|---|---|
| Свариваемость | Без ограничений |
| Температура применения | > -51 °C |

Таблица 13

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Листы по ГОСТ 19281 должны поставляться с обязательным выполнением пп. 2.2.1,2.2.2, 2.2.3, 2.2.7, 2.2.9, 2.2.12 ГОСТ, а также должен проводиться контроль макроструктуры по ГОСТ 5520 от партии листов.

2. Испытания проводятся полистно при температуре эксплуатации ниже -30 °С, выше 200 °С или при давлении более 5 МПа (50 кгс/см$^2$) при толщине листа 12 мм и более.

3. ГОСТ 19281 распространяется на прокат из сталей повышенной прочности, применяемых для сосудов, не подвергаемых термической обработке. Возможность применения проката из сталей по ГОСТ 19281 для сосудов, подвергаемых термической обработке, должна согласовываться со специализированной научно-исследовательской организацией.

В результате прохождения производственной практики по профессии «Сварщик частично механизированной сварки (наплавки)» я освоил основные приемы ручной дуговой сварки, научился выполнять сварку изделий

различной сложности, приобрел опыт командной работы в бригаде, также мною в соответствии с федеральным государственном образовательным стандартом освоены следующие профессиональные компетенции:

Выполнять сборку изделий под сварку.

Проверять точность сборки.

Выполнять ручную дуговую сварку простых и средней сложности деталей аппаратов, полуавтоматическую и сварку автоматом углов конструкций из конструкционных и углеродистых сталей.

Обеспечивать безопасное выполнение сварочных работ на рабочем месте в соответствии санитарно – техническими требованиями и требованиями охраны труда.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа выполнена по теме «Распорка РС1-10» в организационной части работы мной указан и аргументирован выбор сварки, оборудования, сварочных материалов, предназначенных для сварки конструкции, произведен расчет основных параметров сварки, предложены методы и способы контроля качества сварного соединения. Особое внимание уделено вопросам, касающихся техники безопасности, гигиены труда и производственной санитарии.

Выполняя выпускную квалификационную работу, закрепил теоретические и практические знания.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулов А.И. Сварка в машиностроении. – Москва: Машиностроение, 2002.

2. Блинов А.Н., Лялин К.В. «Сварка конструкции», Москва, 2003.

3. Винокурова В.А. «Сварка в машиностроении», Москва, 2001.

4. Горбатовский И.В. Сварка металлов. Справочник мастера и рабочего, Новосибирское книжное издательство, 1990.

5. Колчанов Л.А. Сварочное производство. Учебное пособие – Ростов н/Д: «Феникс», 2002.

6. Клыков Н.А., М.В. Шахматов, В.Н.Голиков, А.В. Пуйко Производство сварных конструкций: Учебное пособие – Челябинск, ЧГТУ, 1992.

7. Милютин В.С., Коротков В.А. Источники питания для сварки: Учебное пособие. – Челябинск: Металлургия Урала, 1999.

8. Николаев Г.А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. – М.: Машиностроение, 1978 – Т.1/ Под ред. Н.А. Ольшанского, 1978.

9. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. – М.: Машиностроение, 1998.

10. Чебан В.А. Сварочные работы/Серия «Учебники, учебные пособия», - Ростов н/Д: Феникс, 2003.

11. Чернышов Г.Г. «Сварочное дело, сварка и резка металлов», Москва, 2007

12. Государственный стандарт. Ручная дуговая сварка ГОСТ 5264-80 «Основные типы конструктивных элементов».

13. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ. - М.: Академия, 2015г.

14. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. - М.: Академия, 2015г.

15. Чернышов Г.Г. Сварочное дело. Сварка и резка металлов.- М.: Академия, 2015г.

16. Овчинников В.В. Современные материалы для сварочных конструкций. - М.: Академия, 2015г.

# Приложения

## Приложение А — Чертеж распорки РС 1-10

