МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА
Кафедра «Технология машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
_____ Р.Ю. Некрасов
«_____»_____ 20___ г.

СБОРКА И СВАРКА КРОВЕЛЬНОЙ ФЕРМЫ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к бакалаврской работе
БР.15.03.01.03-3030/19а.223.2020.00.ПЗ

НОРМОКОНТРОЛЕР:
ассистент кафедры
«Технология машиностроения»
_____ Э.М. Юсупова

РУКОВОДИТЕЛЬ:
д.т.н., профессор
кафедры
«Технология
машиностроения»
_____С.Ю. Торопов

РАЗРАБОТЧИК:

обучающийся группы СПбз-15-1
_____ _____ Д.В. Голобоких

Бакалаврская работа
защищена с оценкой_____
Секретарь ГЭК_____И.Н. Кокорин

Тюмень 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
_____ Р.Ю. Некрасов
«___»_____ 20___ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу (бакалаврскую работу)

Ф.И.О. обучающегося Голобоких Денис Вячеславович
Ф.И.О. руководителя ВКР Торопов Сергей Юрьевич
Тема ВКР Сборка и сварка кровельной фермы
утверждена приказом по ИПТИ от 23.03.2020 № 03-3030/19а
Срок предоставления завершенной ВКР на кафедру « 16 » июня 2020 г.
Исходные данные к ВКР _____

Содержание пояснительной записки

Наименование раздела (главы)	Количество листов иллюстрированного материала	% от объема ВКР	Дата выполнения
Введение	1	0,6%	23.03.20-25.03.20
Общая часть	9	5,7%	25.03.20-08.04.20
Технологическая часть	26	16,6%	08.04.20-23.04.20
Организационно-экономическая часть	10	6,4%	23.04.20-11.05.20
Охрана труда на сварочном производстве	11	7%	11.05.20-22.05.20
Заключение	1	0,6%	22.05.20-25.05.20
Список используемых источников	2	1,2%	26.05.2020

Всего листов в графической части ВКР: 5
Консультанты:

_____
_____

Дата выдачи задания 23.03.2020 _____

Задание принял к исполнению 23.03.2020 _____

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 64 страниц, 15 рисунков, 16 таблиц, 2 приложения.

Ключевые слова: ферма, разработка, проектирование, сварка.

Обьектом исследования является сварная кровельная ферма.

Цель работы: проектирование оптимального и более целесообразного способа сборки и сварки кровельной фермы.

В ходе работы были проведены необходимые расчеты и спроектирован оптимальный способ сварки. Ручная дуговая сварка электродом с основным покрытием была заменена на механическую сварку в среде защитных газов, это позволило сократить время изготовления конструкции, и ее себестоимость.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……....5

1. Общая часть……..……..……..6

1.1 Общие сведения о конструкции……6

1.2 Характеристика основных материалов конструкции…….8

1.3 Разработка последовательности изготовления конструкции…..……....9

1.4 Анализ и выбор способов сварки……12

2. Технологическая часть…….……...…..15

2.1 Заготовительное производство……...…15

2.1.1. Выбор способа раскроя металлопроката…….15

2.1.2 Выбор оборудования для раскроя……..…15

2.1.3 Выбор оборудования для подготовки кромок сварных соединений.17

2.2 Базовая технология…….……17

2.2.1 Основные типы сварных соединений в конструкции…….17

2.2.2 Сварочные материалы базовой технологии…….18

2.2.3 Расчет режимов сварки…….……19

2.2.4 Выбор оборудования для сварочно-монтажных работ……..…….20

2.3 Проектная технология……...……..22

2.3.1 Основные типы сварных соединений в конструкции……22

2.3.2 Сварочные материалы базовой технологии…….……23

2.3.3 Расчет режимов сварки…….…….27

2.3.4 Выбор оборудования для сварочно-монтажных работ……...29

2.3.5 Технологические особенности сварки и порядок наложения швов..32

2.4 Сборочно-сварочные приспособления и технологическая оснастка….33

2.5 Контроль качества сварных соединений……...37

					БР.15.03.01.03-3030/19а.223.2020.00.ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Голобоких			**СОДЕРЖАНИЕ**	Лит. / Лист 1 / Листов 2
Провер.		Торопов				
Реценз.						ТИУ, ИПТИ
Н. Контр.						
Утверд.						

2.5.1 Методы и объем контроля качества сварных соединений…….37

2.5.2 Оборудование для контроля качества……..40

3. Организационно-экономическая часть…..……...…….…..41

3.1 Расчет технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла (Базовый вариант)…….……..41

3.2 Расчет технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла (Проектный вариант)…….……45

3.3 Компоновка сборочно-сварочного участка……..50

4. Охрана труда в сварочном производстве ……..……51

4.1 Охрана труда при производстве сварочных работ……..….51

4.2 Требования охраны труда к оборудованию и инструменту……54

4.3 Требования к персоналу…….……58

4.4 Расчет загрязнения воздуха рабочей зоны технологическими выбросами…….……60

ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….…..…62

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ……..….64

ПРИЛОЖЕНИЕ……...65

ВВЕДЕНИЕ

Сварная ферма является основным конструктивным элементом при сборке кровель цеховых зданий и павильонов. Поэтому разработка эффективных технологических процессов изготовления конструктивных элементов является актуальной задачей.

Поскольку сварные швы незначительной длины и расположены в разных положениях, необходимо выбрать наиболее эффективный способ сварки. Поэтому, исходя из конфигурации швов, для производства фермы целесообразно внедрить механизированную сварку в среде защитных газов. Данные швы экономически нецелесообразно сваривать автоматическими способами.

Одновременно с внедрением данного способа сварки, для большей эффективности новой технологии, необходимо применить сборочно-сварочные устройства оснащенные фиксаторами и быстродействующими прижимами.

Эффективность сборочно-сварочных работ может быть достигнута путем разбивки фермы на технологические узлы, которые изготовляются на разных участках. Это касается сборки и сварки профилей и косынок, после чего они связываются уже в готовые узлы.

Сварку узлов целесообразно проводить на установке, которая оборудована колонной для подвесного полуавтомата и соответствующим стендом. Для обеспечения стабильного качества продукции и уменьшения количества брака на выходе технологического процесса изготовления фермы необходимо разработать схему обеспечения качества.

1. Общая часть

1.2 Общие сведения о конструкции

Кровельная ферма - это сварная конструкция с габаритными размерами 12000x2000 (Рисунок 1) состоит из верхних, нижних, и поперечных поясов.

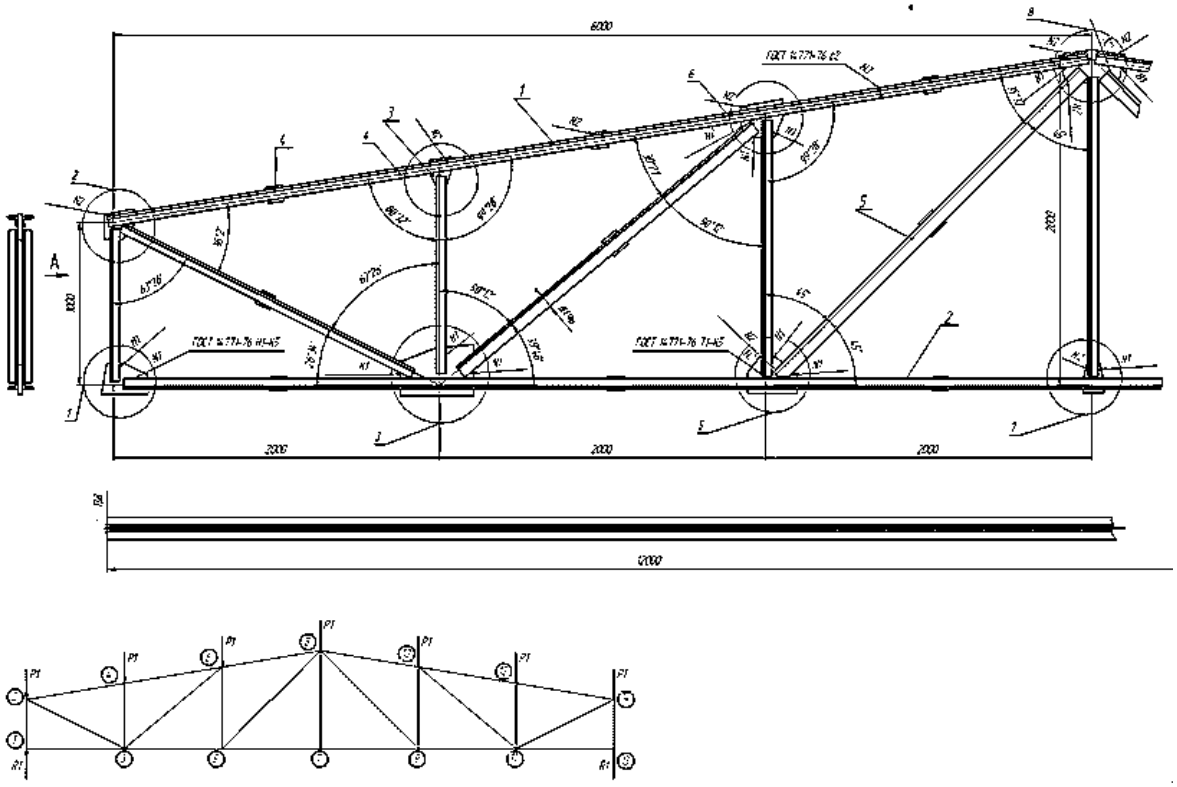


Рисунок 1 – Кровельная ферма

Для изготовления поясов данной фермы, в зависимости от нагрузки, используются стержни состоящие из двойных уголков.

Всего имеется три типа стержней:

1-3 - L56x56x6

2-3 - L63x63x6

3-5 - L80x80x6

Для крепления поясов между собой служат конструктивные элементы называемые фасонками, которые и являются узлами связывающими пояса фермы.

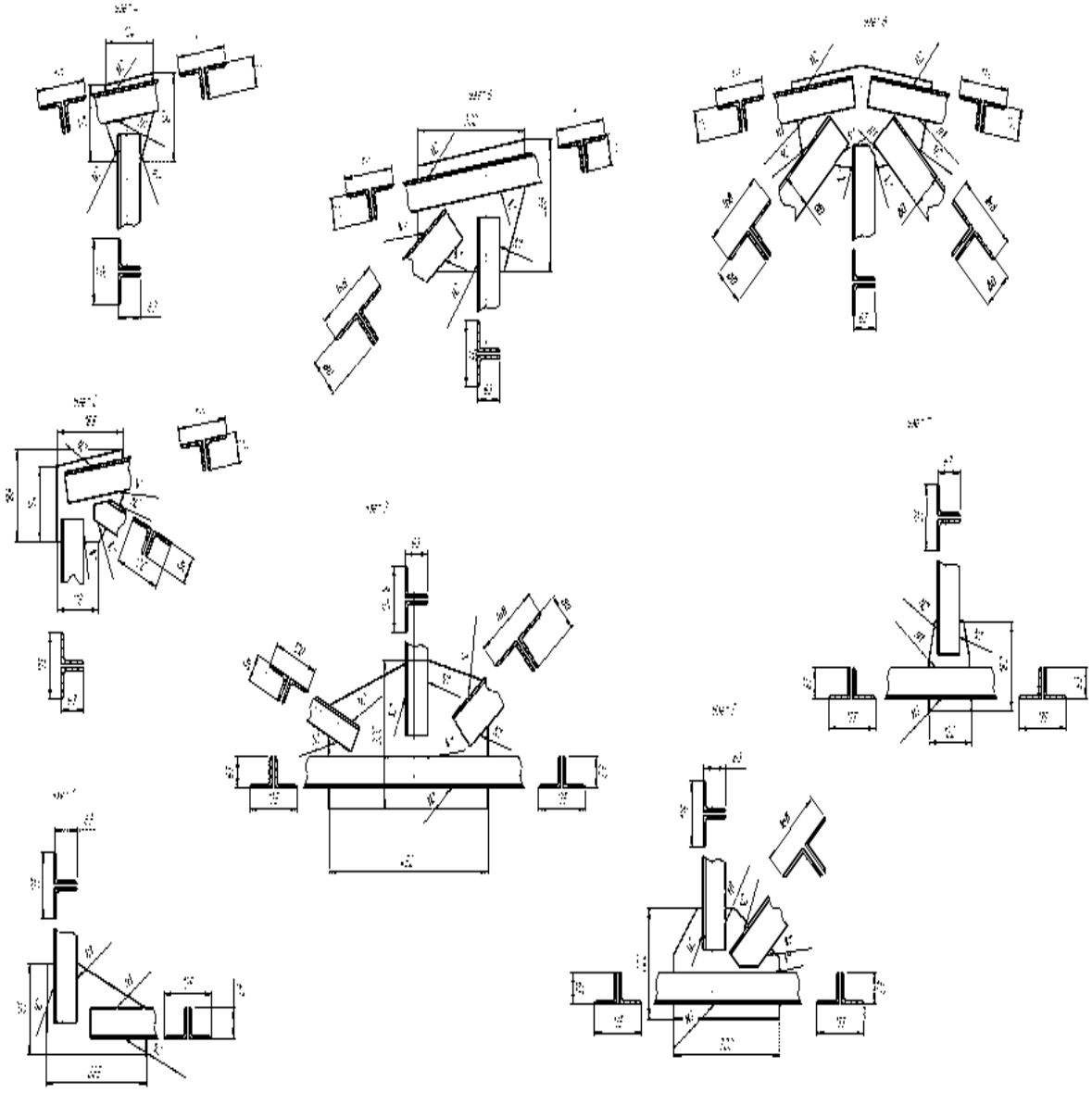


Рисунок 2 - Узлы фермы

1.3 Характеристика основных материалов конструкции

Материал для изготовления фермы – Сталь 09Г2С (ГОСТ 380-88).

Химические свойства

Из справочника выясняем химический состав данной стали.

Таблица 1 - Химический состав стали 09Г2С

Сталь	содержание химических элементов, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
09Г2С	0,12	1,3-1,7	0, 5-0,8	0,3	0,3	0,3	0,04	0,035

Исходя из химического состава, сталь 09Г2С относится к низко легированным, поскольку суммарное количество легирующих элементов в ней менее 5% и по количеству углерода низкоуглеродистая, так как содержание углерода в ней – 0,2%. Класс стали перлитный. Химически активных элементов в ее составе нет.

Механические свойства.

В справочнике находим механические свойства этой стали.

Таблица 2 - Механические свойства стали 09Г2С

Сталь	Временное сопротивление разрыва σВ, кг/мм2	Граница текучести σТ, кг/мм2	Относительное удлинение δ, %
09Г2С	Не менее		
	50	35	21

Свариваемость

Проверяем склонность металла шва к возникновению горячих трещин при наиболее неблагоприятных условиях (содержание легирующих примесей).

$$HCS = C¿¿$$

$$HCS = \frac{0,12(0,04+0,035+0,04*0,8+0,01*0,30)}{3*1,4+0,30} = 0,0029$$

Так как HCS=0,0029<0,004, ниже допустимых границ, то металл не имеет склонности к образованию горячих трещин.

Проверяем возможность образования холодных трещин при наиболее плохих условиях (при максимальном количестве легирующих примесей)

$$C_{экв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Cu+\mathrm{Ni}}{13}$$

$$C_{экв} = 0,12 + \frac{1,8}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,52$$

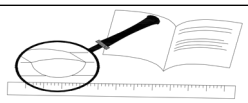
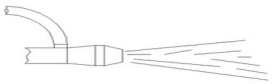
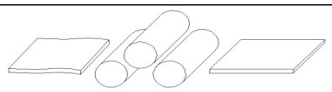
$C_{экв}$=0,52>от 0,4 до 045, - металл имеет склонность к образованию холодных трещин, когда содержимое легирующих элементов достигает максимальных значений. Однако в реальных условиях такое соотношение легирующих примесей маловероятно.

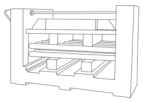
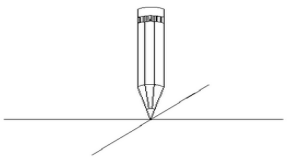
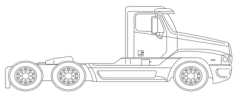
В целом сталь можно отнести к хорошо свариваемой, при среднем содержании легирующих элементов.

1.3 Разработка последовательности изготовления конструкции

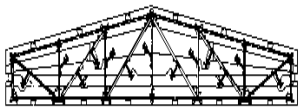
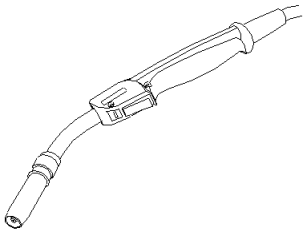
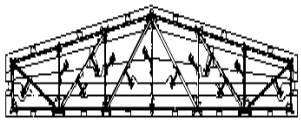
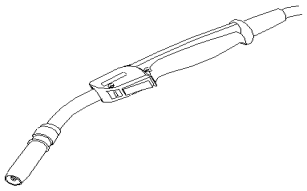
Для новой технологии и оборудования разрабатываем соответствующую технологию изготовления фермы.

Таблица 3 – Последовательность изготовления фермы

№ операции	Вид операции	Наименование
1		Доставить листовой прокат и уголки на участок заготовительного склада.
2		Провести входной контроль: проверить соответствие материалов на соответствие сертификатам качества
3		Доставить листовой прокат и уголки на участок дробеструйной очистки
4		Выполнить дробеструйную очистку проката
5		Доставить листовой прокат и уголки на участок правки

6		Выполнить правку проката
7		Доставить листовой прокат и трубу на слесарный участок
8		Выполнить разметку проката согласно чертежу
9		Выполнить рубку на станке
10		Доставить заготовки на устройство сборки

Продолжение таблицы 3

№ операции	Вид операции	Наименование
11		Установить заготовки в кондуктор и зафиксировать их
12		Сделать прихватки
13		Кантовать сварной узел и вложить уголки на другую сторону согласно шаблону и фиксировать
14		Выполнить сварку всех швов, в последовательности указанной, в технологии выполнения сварки данных швов
15		Зачистить сварные швы от брызг
16		Выполнить контроль размеров фермы
17		Проверить качество сварных швов
18		Контролировать катеты швов

Продолжение таблицы 3

№ операции	Вид операции	Наименование
19		Транспортировать ферму на участок отделки
20		Выполнить грунтовку фермы
21		Транспортировать раму на склад готовой продукции

1.4 Анализ и выбор способов сварки

Для правильного выбора способа сварки необходимо верно оценить все факторы, которые влияют на процесс сварки.

Это такие факторы, как: химический состав материала, толщина, транспортабельность сварного изделия, положение при сварке, доступность, конфигурация соединений и длина швов, точность конструкции, программа выпуска изделия, тип производства, стоимость и т.д.

Во-вторых, выясняем из каких способов целесообразно выбирать.

Это прежде всего типовые способы, которые нашли наибольшее распространение в производстве. К ним относятся: ручная дуговая сварка (Е), механизированная и автоматизированная в СО2 (УП), плавящимся электродом в инертных газах (ИП), автоматическая под флюсом (Ф),электрошлаковая (Ш), газовая (Г), аргонодуговая (ИН).

Также нужно верно оценить приоритетность учета факторов.

Первый один из важнейших факторов это сварочный материал - Сталь 09Г2С.

Выбор способа сварки по материалу.

Поскольку сталь 09Г2С имеет хорошую свариваемость, то для нее из предложенных способов подходят все кроме электроннолучевого (ЭЛ), и лазерного (Л), так как они нецелесообразны для данного материала (исходя из экономических соображений). Наибольшее преимущество в данном случае отдается таким способам: ручная дуговая сварка (Е), механизированная и автоматизированная в СО2 (УП), автоматическая под флюсом (Ф), электрошлаковая (Ш), газовая(Г). Они и остаются для дальнейшего анализа.

Таблица 4 – Преимущества вида сварки

Е	УП	ИП	Ф	Ш	Г	ИН	П	ЭЛ	Л
++	++	-	++	++	++	-	-	-	-

Выбор способа сварки по толщине метала

Следующий важный фактор - толщина свариваемого материала (S=6 мм). Для этих толщин целесообразно использовать такие способы сварки: механизированную и автоматизированную в CO_2 (УП) и сварку под флюсом.

Также используется ручная дуговая сварка. Эти способы обеспечивают хорошее качество шва, но ручная дуговая сварка покрытым электродом менее продуктивный способ по сравнению с вышеперечисленными.

Таблица 5 – Преимущества вида сварки

Е	УП	ИП	Ф	Ш	Г	ИН	П	ЭЛ	Л
+	++	-	+	-	-	-	-	-	-

Выбор способа сварки исходя из конфигурации соединений

Доступность сварных швов, их длина и конфигурация, а также программа выпуска, так же имеют большое влияние на выбор способа сварки.

Конфигурация швов сильно усложняет автоматизацию процесса, а также применение сварки под флюсом. Поэтому для дальнейшего рассмотрения остаются механизированная сварка в CO_2 и ручная дуговая.

Так как механизированная сварка имеет большую производительность по отношению к ручной дуговой, то для дальнейшего рассмотрения оставляем механизированную сварку в защитных газах. Но поскольку конструкция ответственная, будем использовать смесь CO2, ёAr и O2 для повышения качества сварных соединений.

2. Технологическая часть

2.1 Заготовительное производство

2.1.1 Выбор способа раскроя металлопроката

Раскрой металлопроката уголка осуществляется на плоском столе с роликами, с помощью рулетки и маркера, отрезным способом при помощи станка для рубки уголка. Раскрой листов осуществляется так же на плоском столе с роликами, отрезным способом при помощи гильотины.

2.1.2 Выбор оборудования для раскроя

Для нанесения разметки на листе или уголке, используется рулетка с маркером, а также линейка и угольник. Оборудование для рубки уголка представлено на рисунке 3.

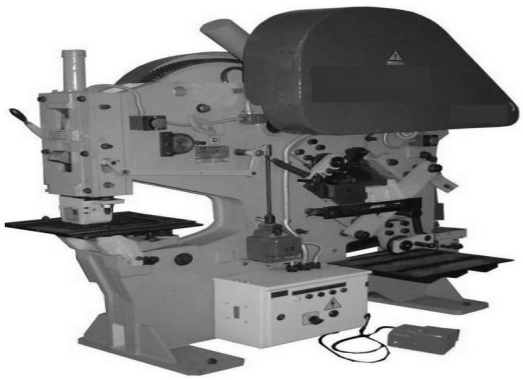


Рисунок 3 – Пресс-ножницы для рубки уголка НГ5222

Таблица 6 - Технические характеристики НГ5222

Наименование характеристики	Показатели
Наибольшая толщина листа	16мм
Мощность двигателя главного движения	4,8 кВт
Габариты станка	1900х1660х1960мм

Оборудование для рубки листов представлено на рисунке 4.



Рисунок 4 - Гильотинные ножницы для рубки металла, работающие с рольгангом ERMAKSAN. Серия HGD

Таблица 7 - Характеристики гильотины ERMAKSAN. Серия HGD

Наименование характеристики	Показатели
Толщина разрезаемого металла, мм	От 6 до 20
Длина реза	4100
Скорость рубки, рез/мин	30

2.1.3 Выбор оборудования для подготовки кромок сварных соединений

Разделка кромок не требуется.

2.2 Базовая технология

2.2.1 Основные типы сварных соединений в конструкции

В результате конструктивно - технологического анализа изделия установлено, основной металл 09Г2С, толщина свариваемого металла - 6 мм.

В конструкции имеется два основных вида соединений – тавровое и нахлесточное (рисунок 5).

Соединение сваривается в заводских условиях, в удобном нижнем положении.

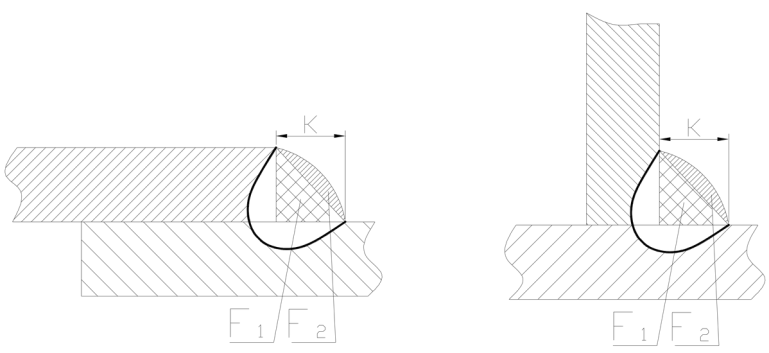


Рисунок 5 - Схематическое изображение сечения нахлесточного и таврового соединения.

В справочнике для этой толщины находим тип нахлесточного и таврового соединения: выбираем из односторонних, без скоса кромок.

Выбираем, соответственно, сварные соединения Н1 и Т1 которые отвечают нашим требованиям.

Также в конструкции фермы есть технологические стыковые соединения.

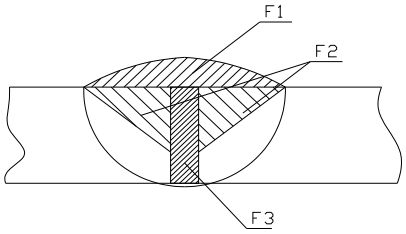


Рисунок 6 - Схематическое изображение сечения нахлесточного и таврового соединения.

Для данного соединения подбираем из ГОСТ 14771-76 тип - С2. Это одностороннее соединение без разделки кромок, выполняемое без подкладки.

2.2.2 Сварочные материалы базовой технологии

В базовой технологии используется ручная дуговая сварка, электродами с основным покрытием. Для сварки используются электроды с основным покрытием марки ОЗС-12.

C — Углерод, % - 0,12

Mn — Марганец (Г), % - 0,35 / 0,7

P — Фосфор (П), % - 0 / 0,045

S — Сера, % - 0 / 0,04

Si — Кремний (С), % - 0,09 / 0,25

Типичные механические свойства металла шва:

Предел прочности – 460 Мпа

Относительное удлинение - 20 %

2.2.3 Расчет режимов сварки

Расчет силы тока, А:

$$I_{св}=k_1*d_{эл}^{1,5}$$

где k – коэффициент (20-25);

d – диаметр электрода(3мм)

$I_{св}$=22*5,1=112А

Расчет напряжения, В:

$$U=20+\frac{0,05}{d_{эл}^{0,5}}*I_{св}\pm1$$

где d – диаметр электрода(3мм);

$I_{св}$ – сила тока.

U=20+0,02*112±1=45В

Расчет плотности тока, А,/мм^2:

$$J=\frac{4*I_{св}}{\pi*d_{эл}^2}$$

j=448/28,2=15,8

Таблица 8 - Допустимая плотность тока в электроде

Вид покрытия	Допустимая плотность тока (А/мм^2) при диаметре электрода (мм)			
	3	4	5	6
Рутиловое	14-20	11,5-16	10-13,5	9,5-12,5
Основное	13-18,5	10-14,5	9-12,5	8,5-12

Скорость сварки, см/сек:

$$V_{св}=\frac{\alpha_n * I}{3600 * *}$$

где $\alpha_н$ - коэффициент наплавки (9 г/А*ч),

$\gamma_{Ме}$ - плотность металла (7,8 г/см^3)

$A_н$ - площадь наплавки (см^2)

$V_{св}$=1,4см/сек

2.2.4 Выбор оборудования для сварочно-монтажных работ

Для ручной дуговой сварки электродами с основным покрытием используется сварочный аппарат ТДМ У2 401.



Рисунок 7 – Сварочный аппарат ТДМ У2 401

Таблица 9 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Показатели
Номинальный сварочный ток при ПН-60%	400А
диапазон малых токов (ДМТ)	70-200А
диапазон больших токов (ДБТ)	200-460А
Напряжение ДМТ	73-78В
Напряжение ДБТ	60-64В
Напряжение питающей сети	380 (220) В

2.3 Проектная технология

2.3.1 Основные типы сварных соединений в конструкции

В результате конструктивно - технологического анализа изделия установлено, основной металл 09Г2С, толщина свариваемого металла - 6 мм.

В конструкции имеется два основных вида соединений – тавровое и нахлесточное (рисунок 8).

Соединение сваривается в заводских условиях, в удобном нижнем положении.

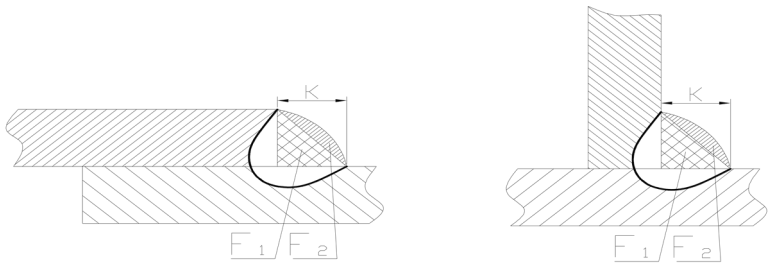


Рисунок 8 - Схематическое изображение сечения нахлесточного и таврового соединения.

В справочнике для этой толщины находим тип нахлесточного и таврового соединения: выбираем из односторонних, без скоса кромок.

Выбираем, соответственно, сварные соединения Н1 и Т1 которые отвечают нашим требованиям.

Также в конструкции фермы есть технологические стыковые соединения (рисунок 9)

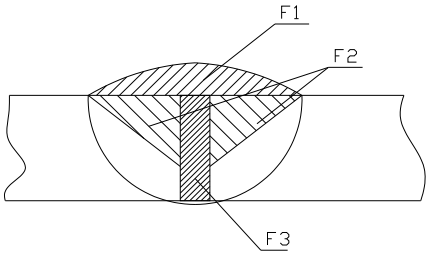


Рисунок 9 - Схематическое изображение сечения нахлесточного и таврового соединения.

Для данного соединения подбираем из ГОСТ 14771-76 тип - С2. Это одностороннее соединение без разделки кромок, выполняемое без подкладки.

2.3.2 Сварочные материалы проектной технологии

Для правильного выбора способа сварки и сварочных материалов необходимо верно оценить все факторы, которые влияют на процесс сварки.

Это такие факторы, как: химический состав материала, толщина, транспортабельность сварного изделия, положение при сварке, доступность, конфигурация соединений и длина швов, точность конструкции, программа выпуска изделия, тип производства, стоимость и т.д.

Во-вторых, выясняем из каких способов целесообразно выбирать. Это прежде всего типовые способы, которые нашли наибольшее распространение в производстве. К ним относятся: ручная дуговая сварка (Е), механизированная и автоматизированная в СО2 (УП), плавящимся электродом в инертных газах (ИП), автоматическая под флюсом

(Ф),электрошлаковая (Ш), газовая (Г), аргонодуговая (ИН), плазменной дугой (П), электроннолучевая (ЭЛ), и лазерная (Л).

Также нужно верно оценить приоритетность учета факторов.

Первый один из важнейших факторов это сварочный материал - Сталь 09Г2С.

Выбор способа сварки по материалу.

Поскольку сталь 09Г2С имеет хорошую свариваемость, то для нее из предложенных способов подходят все кроме электроннолучевого (ЭЛ), и лазерного (Л), так как они нецелесообразны для данного материала (исходя из экономических соображений). Наибольшее преимущество в данном случае отдается таким способам: механизированная и автоматизированная в СО2 (УП), автоматическая под флюсом (Ф), электрошлаковая (Ш), газовая(Г). Они и остаются для дальнейшего анализа.

Таблица 10 – Целесообразный вид сварки

Е	УП	ИП	Ф	Ш	Г	ИН	П	ЭЛ	Л
-	++	-	++	++	++	-	-	-	-

Выбор способа сварки по толщине метала.

Следующий важный фактор - толщина свариваемого материала (S=6 мм). Для этих толщин целесообразно использовать такие способы сварки: механизированную и автоматизированную в CO_2 (УП) и сварку под флюсом. Также используется ручная дуговая сварка. Эти способы обеспечивают хорошее качество шва, но ручная дуговая сварка покрытым электродом менее продуктивный способ по сравнению с вышеперечисленными.

Таблица 11 – Целесообразный вид сварки

Е	УП	ИП	Ф	Ш	Г	ИН	П	ЭЛ	Л
+	++	-	+	-	-	-	-	-	-

Выбор способа сварки исходя из конфигурации соединений.

Доступность сварных швов, их длина и конфигурация, а также программа выпуска, так же имеют большое влияние на выбор способа сварки.

Конфигурация швов сильно усложняет автоматизацию процесса, а также применение сварки под флюсом. Поэтому для дальнейшего рассмотрения остаются механизированная сварка в CO_2 и ручная дуговая.

Так как механизированная сварка имеет большую производительность по отношению к ручной дуговой, то для дальнейшего рассмотрения оставляем механизированную сварку в защитных газах. Но поскольку конструкция ответственная, будем использовать смесь CO2 ,Ar и O2 для повышения качества сварных соединений.

Из вышеперечисленного следует, что целесообразней использовать механизированную сварку в защитных газах.

Выбор защитного газа

Основной металл - Сталь 09Г2С относится к материалу с низкой химической активностью. Поэтому допускается применение активного защитного газа – CO_2. Но в нашем случае применяем смесь газов, которые обеспечивают мелкокапельный перенос металла электрода и высшее качество поверхности сварного шва.

Кроме внешнего вида шва эта смесь обеспечивает лучшие свойства металла шва по сравнению с CO_2, поскольку при сварке в данной смеси имеем меньшее окисление элементов чем при сварке в чистом CO_2.

Поэтому, для повышения качества соединений нами предложено использовать смесь 25%Ar+75%CO_2.

Выбор сварочной проволоки.

Выбираем сварочную проволоку для дуговой сварки в в смеси газов 25%Ar+75%CO_2. Для сварки материала О9Г2С выбираем проволоку из аналогичной группы сталей.

Сварка проходит в смеси газов 25%Ar+75%CO_2.

В заводских условиях практически исключается влияние таких факторов, как ветер, который ухудшает защиту, также уменьшено влияние атмосферной коррозии, поэтому можно ограничиться сплошной проволокой с медным покрытием. По каталогу сварочных материалов выбир. проволоку марки Св - 08Г2С (ГОСТ 2246- 70).

Таблица 12 - Химический состав сварочной проволоки Св-08Г2С

марка проволоки	Содержание химических элементов, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P

Св–08Г2С	0, 05-0,11	1, 8-2,1	0, 7-0,95	≤0,20	≤0,25	0,025	0,030

2.3.3 Расчет режимов сварки

Для данных типов сварных соединений и шва подходит методика расчета по площади наплавленного металла. Так как данное соединение не имеет сквозного проплавления, и имеет сравнительно большое сечение наплавленного металла.

Площадь наплавленного металла для катета 5 мм будет равняться,мм^2:

$$F_н = F_{н1} + F_{н2}$$

$$F_н = \frac{5*5}{2} + 0,7*7*1,0 = 17,4 \ мм^2$$

Диаметр электродной проволоки, мм:

$$d_{э.п.} = K_d * F_{Hi}^{0.625}$$

$$d_{эп} = (от \ 0,149 \ldots до \ 0,264) * 17,4^{0.625} = от \ 0,89 \ldots до \ 1,57 \ мм^2$$

Коэффициент Kd выбираем в зависимости от положения шва и уровня автоматизации, для механизированной сварки в нижнем положении Kd = от 0,149...до 0,264.

Принимаем значение d э.п.=1,2 мм.

Вылет электродной проволоки:

$$L_{выл} = 10 * d_{э.п.}$$

$$L_{выл} = 10 * 1,2 = 12\,мм$$

Сила тока, А:

$$I_{св} = \frac{h_1}{k_h} * 100$$

где k_h - коэффициент пропорциональности (2,1)

$I_{св}$=2,38*100=238А

Скорость сварки, см/сек:

$$V_{св} = \frac{A}{36 * I\,св}$$

где A - коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки

Таблица 13 - коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки

$d_{эл}$, мм	1	2	3	4	5	6
А*10^{-3}, А*м/ч	5-8	8-12	12-16	16-20	20-25	25-30

$v_{св}$=60466176/8568=0,7см=7мм

Расчет напряжения, В:

$$U_д=20\left(\frac{0,05}{d_{эл}^{0,5}}\right)* I_{св}+1$$

$U_д$=47В

Расход защитного газа:

$$q=0.0033*I_{св}^{0,75}$$

q =0.19 л/с

29

2.3.4 Выбор оборудования для сварочно-монтажных работ

Для сварки на данных режимах выбираем выпрямитель ВДУ-506

Исходя из полученных данных выбираем источник тока, который отвечает предъявленным к нему требованиям: выбираем источник питания постоянного тока, с жесткой ВАХ, так как это есть необходимыми условиями сварки в CO_2.

Для рассчитанных параметров режимов сварки выбираем выпрямитель ВДУ-506.



30

Преимущества выпрямителей серии ВДУ:

- Надежное зажигание и стойкое горение дуги.

- Наличие термозащиты от перегрузки.

- Возможность как местного, так и дистанционного регулирования сварочных параметров.

- Высокая надежность обмоточных узлов

- Класс изоляции “Н” за ГОСТ 8865-70

Таблица 14- Технические характеристики

Параметр	ВДУ-506
Напряжение питательной сети, В	3х380
Частота сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток,А (ПВ %)	500(ПН=60%); 390(ПН=100%)
Границы регулирования сварочного тока, А Для жестких характеристик: Для падающих характеристик:	 60-500 50-500
Потребляемая мощность, ква, не более	40
Напряжение холостого хода, В не более	85
Габаритные размеры, мм	820х620х1100
Масса, кг	300
Принудительное охлаждение (вентилятор)	+

Сварочный полуавтомат ПДГ0-510.

Полуавтомат предназначен для сварки изделий на постоянном токе стальной и порошковой проволокой в среде защитных газов.



Рисунок 11 - Сварочный полуавтомат ПДГ0-510.

Таблица 15 - Технические характеристики

Параметр	ПДГО-510
Напряжение сети, В	~27
Частота сети, Гц	50
- Диаметр электрода (стальная проволока)	1,2-2,0
- Диаметр электрода (порошковая проволока)	1,6-2,0
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	70-1000
Мощность привода, Вт	120
Масса, кг, не более	15
Габаритные размеры, мм, не более	650x215x410

2.3.5 Технологические особенности сварки и порядок наложения швов

Технологический процесс сварки металлической фермы начинается с изготовления ее элементов: уголков, швеллеров, косынок по заданным чертежам. Изготовленные элементы фермы собирают на стеллаже или в стапелях и скрепляют короткими сварными швами. Если сборка велась на стеллаже, то затем по всей длине фермы устанавливают фиксирующие винтовые прижимы - фиксаторы, которые определяют геометрические размеры собранной фермы.

Собранную ферму снимают со стеллажа для сварки, а стеллаж с установленными на нем фиксаторами используют для сборки следующей фермы.

Последовательность наложения сварных швов при сварке фермы, собранной на прихватках, должна соответствовать технологии, предусматривающей получение минимальных короблений, допустимых без последующей рихтовки фермы.

Узлы фермы (рисунок 12) сваривают последовательно- от середины фермы к опорным узлам. Сначала выполняют стыковые, а затем угловые швы. Если швы - разного сечения, то вначале накладывают швы с большим сечением, а затем - с меньшим. Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40 мм. Близко расположенные швы нельзя выполнять сразу. Вначале дают остыть тому участку основного металла, где будет накладываться близко расположенный шов. Это снизит перегрев металла и пластические деформации.

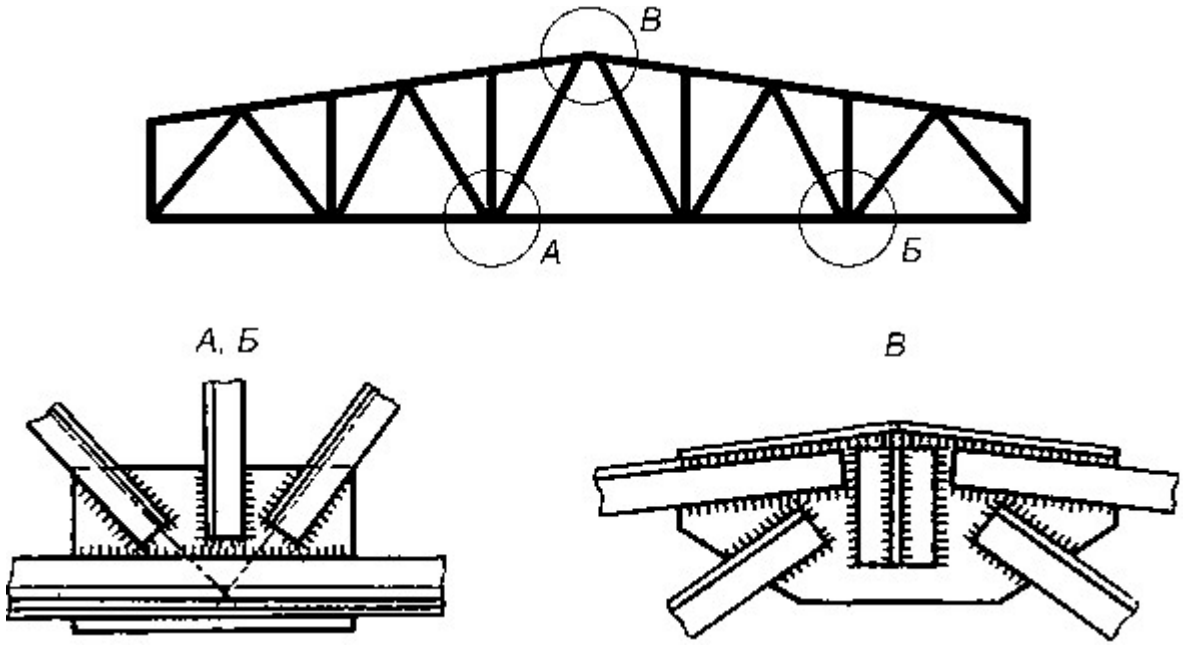


Рисунок 12 – Узлы фермы

2.4 Сборочно-сварочные приспособления и технологическая оснастка

Конструирование установки выполняется на основе:

Изучения чертежей данной конструкции;

Анализа производственной программы выпуска изделий;

Технико-экономического обоснования наилучшего варианта приспособления из числа возможных.

Конструкция установки должна обеспечивать беспрепятственную и быструю установку и снятие изделия, доступность к месту сварки.

Производственная программа выпуска определяет сложность приспособлений, необходимость и целесообразность их оснащения механизмами для комплексной механизации и автоматизации.

В серийном производстве целесообразно использование быстродействующих механизированных устройств сварочной оснастки. Долю ручного труда надо по возможности уменьшить. Человек должен лишь руководить механизированными устройствами, загрузкой и разгрузкой изделия, пуском сварочных автоматов.

Установка с помощью которой происходит сборка и сварка мостовой фермы (схема представлена на рис 4.1.) представляет собой сборочно-сварочный стол 1, к которому приварены упоры (4) и пальцы (3) с помощью которых мы устанавливаем фасонки к которым прижимаем уголки пневматическими прижимами (2) и проводим процесс сборки и сварки с одной стороны.

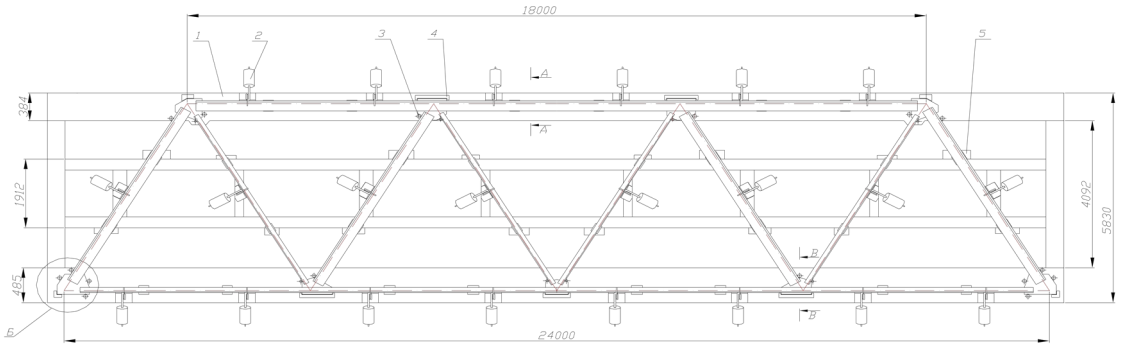


Рисунок 13 - Устройство для сборки стенок с втулками

После обварки одной стороны, мы кантуем изделие с помощью кантователя с поворотной рамой, который представлено на рисунок 14.

Кантователь состоит из направляющей колонны 1, наружной рамы 3, шарнирного козырька 4 с пневмодамкратами 5, горизонтальных направляющих 10, внутренней рамы 11 и лебедки. Внешняя рама имеет ролики 9 для перемещения в направляющих колоны 1 и ролики 8,

которые опираются на горизонтальную направляющую 10. Внутренняя рама оборудованная электромагнитами 12 и клиновыми захватами и может оборачиваться относительно внешней рамы на осях 7. На рамах , которые имеют канатные блоки 2.

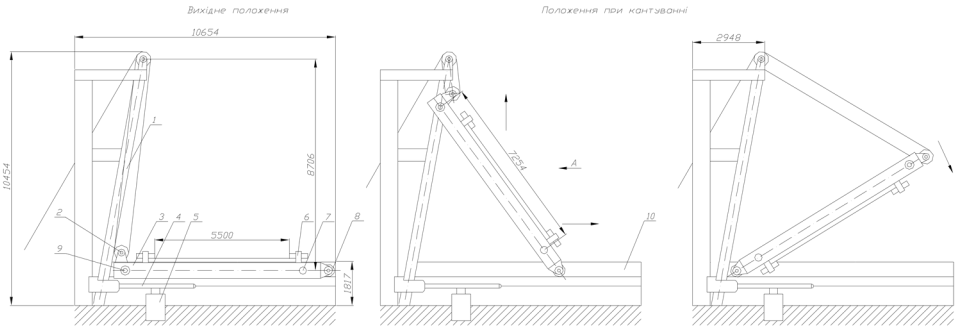


Рисунок 14 - Кантователь с поворотной рамой

Полотнище подается в кантователь по рольгангам и закрепляется на внутренней раме электромагнитами 12 и дополнительно клиновыми захватами 6. После этого лебедкой поднимают обе рамы, в это время ролики 9 поднимаются по направляющим колоны1, а ролики 8 двигаются по горизонтальным направляющим 10. При достижении рамами вертикального положения козырек с помощью пневмодомкрата 5 опускается и рамы занимают наклонное положение, в котором они удерживаются роликами 9, которые опираются на колону 1. После чего Внутренняя рама 11 с помощью лебедки опускается вместе с полотнищем на рольганг, вращаясь на осях 7.

После освобождения захватов и отключения электромагнитов внутренняя рама поднимается вместе с наружной рамой с помощью лебедки и пневмодомкрата 5, поднимающего козырек 4 выше горизонтального уровня, возвращаясь в исходное положение. С целью улучшения процесса механизированной сварки используем вспомогательное оборудование, которое способствует уменьшению трудозатрат сварщика.

Данное оборудование (рисунок 15) представляет собой раму- тележку на которой установлен источник питания (1), баллон с CO_2 (2) и катушка со сварочной проволокой (3). Также на раме установлена вращающаяся консольная штанга(6), с подающим механизмом (5), которая поддерживает шланг с горелкой полуавтомата (7). Таким образом достигается уменьшение нагрузки на руку сварщика в радиусе, который обслуживает штанга.

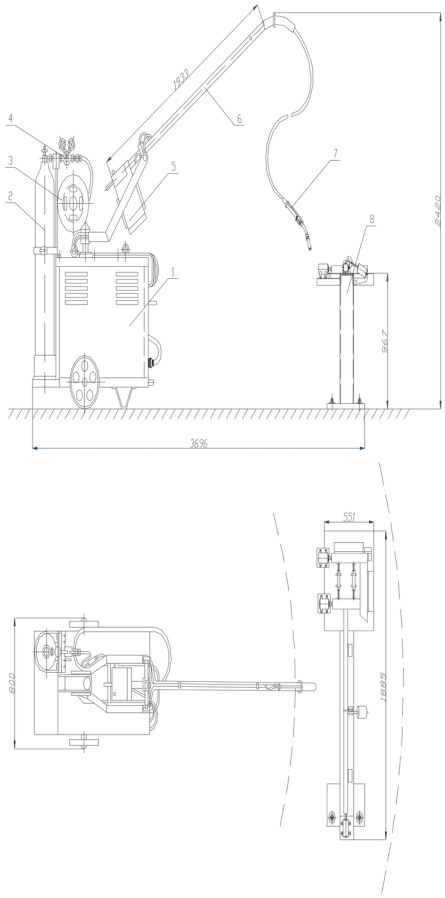


Рисунок 15 - Сварочная консоль с полуавтоматом

2.5 Контроль качества сварных соединений

2.5.1 Методы и объем контроля качества сварных соединений

Объем контроля сварных соединений:

а Внешний(визуальный) осмотр - 100%

б Неразрушительный контроль - 100%

в Радиография - 20% в т.ч. 100% в местах пересечения

г Ультразвуковой контроль - 80%

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения с целью выявления в ней таких дефектов:

А трещин всех видов и направлений;

Б подрезов;

В наплывов, прожогов, наличия кратеров;

Г смещений и общего отвода кромок сварочных элементов свыше норм непрямолинейностей соединенных элементов;

Д несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

Перед визуальным контролем поверхность сварного шва и близлежащие участки основного металла шириной не меньше 10 мм в обе стороны от шва зачищаются от шлаков и других загрязнений.

Неразрушающий контроль:

К неразрушающему контролю относится радиография и ультразвуковой контроль. В основе данного метода выявления дефектов лежат законы ослабления ионизирующего излучения веществом и способы регистрации интенсивности излучения за объектом, который просвечивается.

В качестве регистраторов излучения в радиографическом методе неразрушающего контроля используют рентгеновские пленки. При просвечивании контролирующих объектов на рентгеновскую пленку расположение, форма и размеры внутренних дефектов оказываются на фотографическом изображении теневой проекции изделия.

Марка пленок данного неразрушающего контроля выбирается специалистом, который осуществляет данный процесс. В качестве источника излучения используются рентгеновские аппараты, напряжение на рентгеновской трубке в которых не должно превышать 150 кв (согласно справочной литературы „неразрушающие методы контроля” С.В. Румянцев).

Радиографический контроль проводится с целью выявления в сварных соединениях внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений и др.). Контроль сварных соединений сосуда осуществляет лишь специалист, который прошел специальную теоретическую подготовку и практическое обучение и прошел аттестацию в установленном порядке. Метод контроля (Радиографический контроль и ультразвуковая дефектоскопия - оба метода в объединении) выбирается исходя из возможности обеспечения более полного и точного выявления недопустимых дефектов с учетом особенностей физических свойств металла, а также применения данного метода контроля для конкретного вида сварных соединений.

Перед контролем соответствующего участка сварные соединения обязательно маркируются таким образом, чтобы их можно было легко выявить на картах контроля и радиографических снимках.

При ультразвуковом контроле используются: ультразвуковой импульсный дефектоскоп по ГОСТ 230949-89 не ниже второй группы с пьезоэлектрическими преобразователями, образцы для настройки дефектоскопа, вспомогательные приборы и аппараты для соблюдения параметров сканирования и измерение характеристик выявленных дефектов.

Дефектоскопы должны быть аттестованы и поверенны в установленном порядке. Сварное соединение подготавливают к ультразвуковому контролю при отсутствии в соединении внешних дефектов. В данной конструкции форме и размеры вокруг шовной зоны разрешают перемещать преобразователь в пределах, который обеспечивает прозвучивание акустической осью преобразователя сварного соединения или его части, подлежащей контролю. Поверхность соединения, по которой перемещают преобразователь, не должна иметь вмятин и неровностей, с поверхности очищаются загрязнения.

Сварное соединение маркируют и разделяют на участки таким образом, чтобы одновременно устанавливать местоположение дефекта по длине шва. Угол ввода луча и границы перемещения преобразователя следует выбирать такими, чтобы обеспечивалось прозвучивание сечения шва прямым и отраженным лучами или только прямым лучом.

Продолжительность развертки следует устанавливать так, чтобы наибольшая часть развертки на экране электронно-лучевой трубки отвечала пути ультразвукового импульса в металле контролируемой части сварного соединения.

Основные параметры контроля:

А длина волны или частота ультразвуковых колебаний (дефектоскопа);

Б чувствительность;

В положение точки выхода луча (стрела преобразователя);

Г угол ввода ультразвукового луча в металл;

Д погрешность глубиномера;

Е мертвая зона;

Ж разрешающая способность по дальности и фронту;

З характеристики электроакустического преобразователя;

И минимальный условный размер дефекта, фиксируемого при заданной скорости сканирования;

К продолжительность импульса дефектоскопа.

2.5.2 Оборудование для контроля качества

Все дефекты, которые могут возникнуть при сварке данной конструкции можно обнаружить визуально с использованием 10-20 кратной лупы. Используя лупу, можно обнаружить волосяные трещины. Форму шва проверить используя шаблоны, линейки, угольники. Если в ходе визуального осмотра возникнет предположение о наличии трещин (в нутрии шва), то участок зачищают личным напильником, наждачной бумагой, промывают спиртом и травят 10% раствором азотной кислоты до появления матовой поверхности и осматривают. После осмотра снова зачищают наждачной бумагой, протирают спиртом, для удаления кислоты. Ультразвуковой дефектоскоп – это прибор, который используется для обнаружения неоднородностей и внутренних дефектов изделий. Ультразвуковая волна подается в проверяемый шов, если повреждение присутствует, то волна отклоняется от своего нормально направления. Такое явление будет отражено на приборе и специалист по обследования зафиксирует этот момент и сможет дать характеристику обнаруженному дефекту.

3.1 Расчет технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла (Базовый вариант)

Стоимость сварочных материалов, см:

$$C_M = C'_M \cdot \alpha_{рм} ,$$

где C'_M - цена 1 кг сварочного материала (164руб);

$\alpha_{рм}$ - коэффициент расхода сварочного материала на 1 кг наплавленного металла(1,7).

$C_м$=164*1,7=278,8 руб

Основное время сварки при наплавке 1 кг металла рассчитывается по формуле:

$$To = \frac{1000}{I \cdot \alpha_н} ,$$

где I - сила сварочного тока, А;

$\alpha_н$ - коэффициент наплавки, $\frac{г}{А \cdot час}$.

$T_о$=0,9час

Заработная плата сварщиков, руб.:

$$З = З_{осн.} + З_{доп.} + З_{р.к.}$$

где $З_{осн.}$ - основная заработная плата сварщиков, руб.;

$З_{доп.}$ - дополнительная заработная плата сварщиков, руб.;

$З_{р.к.}$ - оплата по районному коэффициенту, руб.

З=267,3+26,73+44,1=338,13руб

Основная заработная плата сварщиков рассчитывается по формуле:

$$З_{осн.} = З_{тар.} + З_{пр.},$$

где $З_{тар.}$ - тарифный фонд заработной платы сварщиков, руб.;

$З_{пр.}$ - премиальный фонд заработной платы, руб.

$З_{осн.}$=178,2+89,1=267,3руб

$$З_{тар.} = T_C \cdot \tau,$$

где T_C - часовая тарифная ставка сварщика, занятого на выполнении данного вида работы (операции), принимаемая исходя из тарифного разряда сварщика, руб.;

$З_{тар}$=99*1,8=178,2руб

τ - время на наплавку 1 кг. металла, час:

$$\tau = \frac{1000}{I_{СВ} \cdot \alpha_н \cdot Кг}$$

где *Кг* - коэффициент, учитывающий время горения дуги в общем времени сварки (коэффициент основного времени сварки); в расчетах можно принять для ручной дуговой сварки *Кг=0,55;* для механизированных способов сварки *Кг=0,*65.

τ =1000/554.4=1,8 час

Электроэнергия для технологических целей.

Расчет стоимости электроэнергии на технологические цели проводится по формуле:

$$Сэ = q_э \cdot Сэ',$$

где $q_э$ - норма расхода электроэнергии на 1 кг. наплавленного металла (кВт · ч);

$Сэ'$ - тариф за 1 кВт · ч потребляемой электрической энергии (2,9 руб).

$C_э$=9,07*2,9=26,3 руб

Норма расхода электроэнергии на 1 кг. наплавленного металла может быть рассчитана по формуле:

$$q_э = \frac{U_d \cdot I_{СВ} \cdot \tau}{1000}$$

где U_d - напряжение на дуге, В.

$q_э$=9071/1000=9,07 кВт · ч

При расчете технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла в состав общепроизводственных расходов входят:

а) амортизация сварочного оборудования и источников питания:

$$A = \frac{Соб \cdot \tau \cdot На}{100 \cdot T\,ном \cdot Ки}$$

где *Соб* - стоимость сварочного оборудования и источников питания, руб. (стоимость оборудования и источников питания следует принимать с учётом затрат на транспортировку и монтаж);

$A = 1080000/3000 = 360$

$$Соб = Спр + Стр + Смонт$$

где Спр - стоимость приобретения сварочного оборудования, руб. (принимается по прейскуранту цен продавца);

Стр - стоимость транспортировки оборудования, руб. (в расчетах можно принять 5-15% от стоимости приобретения оборудования);

Смонт - затраты на монтаж, руб. (в расчетах рекомендуется принять 5-10% от стоимости приобретения сварочного оборудования);

На - годовая норма амортизации по соответствующим видам сварочного оборудования, %;

$C_{об} = 25000 + 2500 + 2500 = 30000$руб

В соответствии с Постановлением правительства РФ “О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы” от 01.01.02. №1 с последующими изменениями, сварочное оборудование включается в 4 группу с полезным сроком использования 5-7 лет. Годовая норма амортизации этой группы составляет 14.29% - при полезном сроке использования 7лет, 16,67% - 6 лет, 20% - 5 лет.

Тном - номинальный (режимный) фонд времени работы за год, час;

Номинальный (режимный) фонд времени в расчетах принимается на конкретный год, когда выполняется дипломный проект, в соответствии с производственным календарем при 40-часовой рабочей недели.

Ки - коэффициент использования номинального (режимного) фонда времени работы оборудования (в расчётах можно принять *Ки=0,75).*

б) затраты на ремонт и межремонтное обслуживание сварочного оборудования:

$$Срем = \frac{Соб \cdot \tau \cdot Прем}{100 \cdot Тном \cdot Ки}$$

где *Прем* - норма отчислений затрат на ремонт и межремонтное обслуживание. В расчетах принять процент отчислений 5-10 %.

$С_{рем}$=81000000/3000=27000руб=675руб/час

в) прочие затраты по эксплуатации сварочного оборудования:

Затраты по данному направлению можно принимать в размере 5-10% от суммы предыдущих расходов данной статьи калькуляции “ Общепроизводственные расходы ”.

3.2 Расчет технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла (Проектный вариант)

Стоимость сварочных материалов, см:

$$C_М = C'_М \cdot \alpha_{рм} ,$$

где $C'_М$ - цена 1 кг сварочного материала (120руб).;

$\alpha_{рм}$ - коэффициент расхода сварочного материала на 1 кг наплавленного металла(1,7).

$С_м$=120*1,7=204руб

Основное время сварки при наплавке 1 кг. металла рассчитывается по формуле:

$$To = \frac{1000}{I \cdot \alpha_н},$$

где I - сила сварочного тока, А;

$\alpha_н$ - коэффициент наплавки, $\frac{г}{А \cdot час}$.

$T_о$=0,2 час

Заработная плата сварщиков, руб.:

$$З = З_{осн.} + З_{доп.} + З_{р.к.}$$

где $З_{осн.}$ - основная заработная плата сварщиков, руб.;

$З_{доп.}$ - дополнительная заработная плата сварщиков, руб.;

$З_{р.к.}$ - оплата по районному коэффициенту, руб.

$З$=131,6+26,73+44,1=202,4руб

Основная заработная плата сварщиков рассчитывается по формуле:

$$З_{осн.} = З_{тар.} + З_{пр.},$$

где $З_{тар.}$ - тарифный фонд заработной платы сварщиков, руб.;

$З_{пр.}$ - премиальный фонд заработной платы, руб.

$З_{осн.}$=42,5+89,1=131,6руб

$$З_{тар.} = T_C \cdot \tau,$$

где T_C - часовая тарифная ставка сварщика, занятого на выполнении данного вида работы (операции), принимаемая исходя из тарифного разряда сварщика, руб.;

$З_{тар}$=99*0,43=42,5руб

τ - время на наплавку 1 кг. металла, час.

$$\tau = \frac{1000}{I_{СВ} \cdot \alpha_н \cdot Кг}$$

где *Кг* - коэффициент, учитывающий время горения дуги в общем времени сварки (коэффициент основного времени сварки); в расчетах можно

принять для ручной дуговой сварки *Кг=0,55;* для механизированных способов сварки *Кг=0,*65.

τ =1000/2320,5=0,43 час

Электроэнергия для технологических целей.

Расчет стоимости электроэнергии на технологические цели проводится по формуле:

$$Сэ = q_э \cdot Сэ',$$

где $q_э$ - норма расхода электроэнергии на 1 кг. наплавленного металла (кВт · ч);

$Сэ'$ - тариф за 1 кВт · ч потребляемой электрической энергии (2,9 руб).

$С_э$=4,8*2,9=13,9 руб

Норма расхода электроэнергии на 1 кг. наплавленного металла может быть рассчитана по формуле:

$$q_э = \frac{U_d \cdot I_{СВ} \cdot \tau}{1000}$$

где U_d - напряжение на дуге, В.

$q_э$=4,8 кВт · ч

При расчете технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла в состав общепроизводственных расходов входят:

г) амортизация сварочного оборудования и источников питания:

$$A = \frac{Соб \cdot \tau \cdot На}{100 \cdot T\,ном \cdot Ки}$$

где *Соб* - стоимость сварочного оборудования и источников питания,

руб. (стоимость оборудования и источников питания следует принимать с учётом затрат на транспортировку и монтаж);

А= 258000/3000=86

$$Соб = Спр + Стр + Смонт$$

где Спр - стоимость приобретения сварочного оборудования, руб. (принимается по прейскуранту цен продавца);

Стр - стоимость транспортировки оборудования, руб. (в расчетах можно принять 5-15% от стоимости приобретения оборудования);

Смонт - затраты на монтаж, руб. (в расчетах рекомендуется принять 5-10% от стоимости приобретения сварочного оборудования);

На - годовая норма амортизации по соответствующим видам сварочного оборудования,

$С_{об}$=25000+2500+2500=30000руб

В соответствии с Постановлением правительства РФ “О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы” от 01.01.02. №1

с последующими изменениями, сварочное оборудование включается в 4 группу с полезным сроком использования 5-7 лет. Годовая норма амортизации этой группы составляет 14,29% - при полезном сроке использования 7лет, 16,67% - 6 лет, 20% - 5 лет.

Тном - номинальный (режимный) фонд времени работы за год, час;

Номинальный (режимный) фонд времени в расчетах принимается на конкретный год, когда выполняется дипломный проект, в соответствии с производственным календарем при 40-часовой рабочей недели.

Ки - коэффициент использования номинального (режимного) фонда времени работы оборудования (в расчётах можно принять *Ки=0,75).*

д) затраты на ремонт и межремонтное обслуживание сварочного оборудования:

$$Срем = \frac{Соб \cdot \tau \cdot Прем}{100 \cdot Тном \cdot Ки}$$

где *Прем* - норма отчислений затрат на ремонт и межремонтное обслуживание. В расчетах принять процент отчислений 5-10 %.

$C_{рем}$=19350000/3000=6450руб=107руб/час

е) прочие затраты по эксплуатации сварочного оборудования:

Затраты по данному направлению можно принимать в размере 5-10% от суммы предыдущих расходов данной статьи калькуляции “ Общепроизводственные расходы ”.

Таблица 16 - Технологическая себестоимость 1 кг наплавленного металла

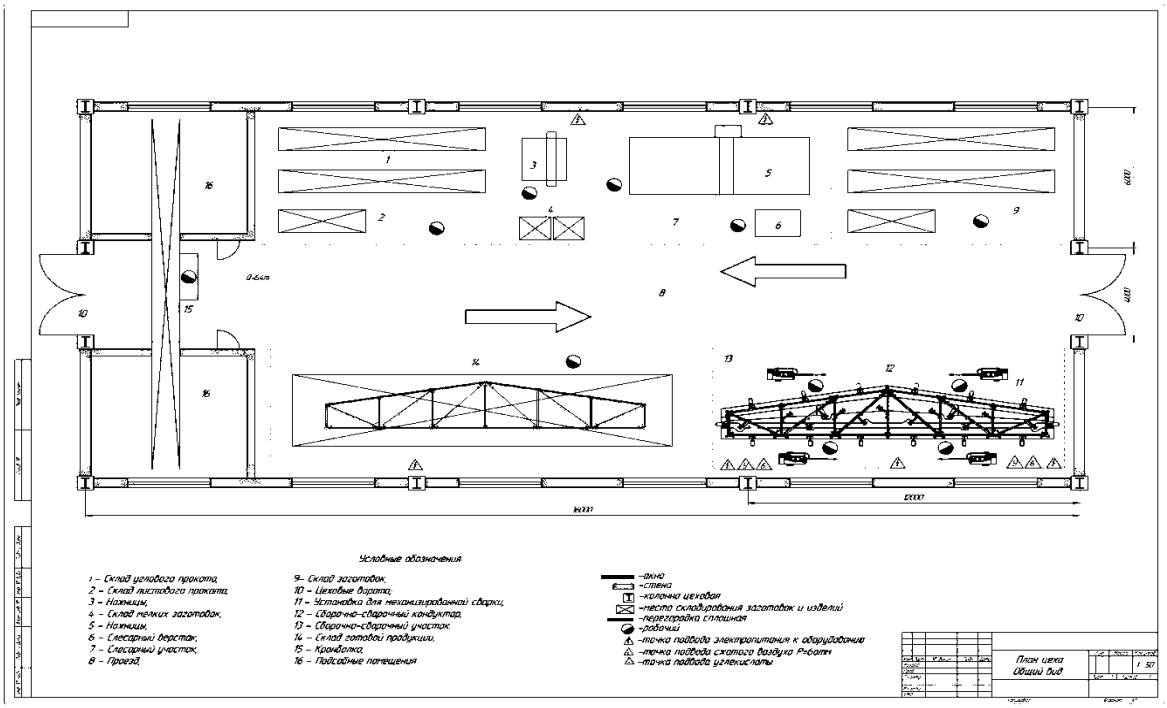
Вид ратрат	РДС	МП
1. Сварочные материалы, всего:	278,8	204
2. Заработная плата сварщика:	338,1	202,4

3. Страховые взносы от заработной платы сварщика	74,38	44,5
4. Технологическая электроэнергия	26,3	13,9
5. Амортизация оборудования и источников питания	360	86
6. Ремонт и межремонтное обслуживание сварочного	675	107
7. Прочие затраты по эксплуатации сварочного	33,75	10
Итого технологическая себестоимость	1771,	667,8

Вывод: данные расчеты доказывают что, целесообразней использовать механическую сварку в среде защитных газов.

3.3 Компоновка сборочно-сварочного участка

Компоновка участка для сборки и сварки кровельной фермы представлен на рисунке 7.



Условные обозначения: 1 - склад углового проката, 2 - склад листового проката, 3 - ножницы, 4 - склад мелких заготовок, 5 - ножницы, 6 - ножницы, 7 - слесарный верстак, 8 - слесарный участок, 9 - склад заготовок, 10 - установка для сварки, 11 - сборочно-сварочный кондуктор, 12 - сборочно-сварочный участок, 13 - склад готовой продукции, 14 – кранбалка, 15 - подсобные помещения.

Рисунок 7 – Компоновка цеха

4. Охрана труда на производстве

4.1 Охрана труда при производстве сварочных работ

Запрещается размещение горючих веществ, около рабочего места сварщика. Материалы, подверженные сгоранию, должны быть в пределах пяти метров от рабочего места, взрывоопасные, горючие вещества – не ближе, чем десять метров.

Сварщик не может ремонтировать, включать и выключать оборудование. Это поручено электрикам. Сварщик лишь следит за исправной работой аппарата.

Баллоны с газом не должны находиться ближе, чем в пяти метрах от источников тепла.

Сварщик проводит работы на улице в дождь или снегопад только под специальными несгораемыми навесами.

Сварка конструкций закрытых резервуаров должна проводиться тремя сварщиками. Один находится непосредственно внутри резервуара, два должны быть снаружи для страховки. Сварщик внутри должен быть одет в специальный пояс с веревкой, который сверху должны держать остальные сварщики. В данных конструкциях не должно быть вредных газов и иных веществ, неблагоприятно воздействующих на сварщиков.

В качестве освещения в местах сварки используются лампы мощностью 12Вт.

Очищать сварные швы от шлака нужно только специальной металлической щеткой в защитных очках.

Сваривать элементы, находящиеся на высоте, нужно только при наличии лесов.

Если сварка проводится в опасных, закрытых помещениях, помещениях на глубине, то нужно применять аппараты, которые автоматически отключаются при отсоединении электрода со свариваемой деталью.

Вентиль редуктора открывается осторожно, без рывков. Стоять нужно на стороне, противоположной направлению газа. Посторонних людей перед струей быть не должно.

Если возник долгосрочный перерыв в трудовой деятельности, то вентиль на кислородном баллоне нужно закрыть.

Если резак перегрелся, нужно прекратить работу, остудить резак в резервуаре с холодной водой.

Запрещается:

Использовать с открытый огонь, если на расстоянии трех метров находится ацетиленовый трубопровод, на расстоянии полутора метров находится кислородный трубопровод.

Проводить газовую сварку и резку на расстоянии не менее 10м от ацетиленового генератора, кислородных баллонов.

Допускать посторонних людей к месту работы.

Оставлять без присмотра включенное электрооборудование, электрододержатели.

Проводить сварку в местах, не согласованных с руководством.

Работать при повышенной пыльности и загазованности помещения.

Работать, если оборудование функционирует неисправно.

Осуществлять резку и варить металл навесу.

Допускать нахождение рядом сварочных кабелей и газосварочных шлангов, проводов под давлением вблизи источников тепла, ацетиленового генератора или баллонов с кислородом.

Работать на одной вертикали с другими сварщиками.

Допускать передачу электрододержателя других лицам.

Проводить разборку и самовольный ремонт электрооборудования.

Скидывать с высоты вниз огарки. Нужно иметь специальную металлическую сумку для огарков.

Удалять шлак со «свежего» горячего шва до его полного остывания.

Перемещать сварочную установку, когда она включена в сеть.

Использовать проводку без изоляции, либо, когда она повреждена.

Использование электродов, не подходящих силе тока.

Использовать поврежденный защитный щеток.

Постоянно «варить» при выключенном отсосе.

Использовать баллоны, вымазанные в жиры, краску, масло.

Катить баллоны по полу, земле.

Передавать баллоны вентилем вниз.

Сбрасывать баллоны даже с небольшой высоты, ударять друг о друга и о другие предметы, грузить баллоны без колпаков и заглушек.

Передвигаться вне рабочего места с включенными электроинструментами.

Использование одного генератора несколькими сварщиками.

Оставлять без присмотра включенный генератор.

4.2 Требования охраны труда к оборудованию и инструменту

Все работы по установке, подключению к электрической сети, отключению, ремонту и наблюдению за состоянием электросварочных аппаратов и агрегатов в процессе эксплуатации выполняются электротехническим персоналом, имеющим группу по электробезопасности в

соответствии с Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Металлические части электросварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на все время сварки заземляются, а у сварочного трансформатора заземляющий болт корпуса соединяется с зажимом вторичной обмотки, к которому подключается обратный провод. Заземляющий болт располагается в доступном месте и снабжается надписью "Земля" (при условном обозначении "Земля").

В качестве обратного провода или его элементов могут быть использованы стальные шины и конструкции. Соединение между собой отдельных элементов, применяемых в качестве обратного провода, должно быть надежным и выполняться на болтах, зажимах или методом сварки.

Подключение кабелей к сварочному оборудованию осуществляется с применением опрессованных или припаянных кабельных наконечников.

Сварочные цепи по всей длине изолируются и защищаются от механических повреждений.

При прокладке или перемещении сварочных проводов принимаются меры против их соприкосновения с водой, маслом, стальными канатами и горячими трубопроводами. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5 м, а с горючими газами - не менее 1 м.

Соединение сварочных кабелей при наращивании длины производится опрессовкой, сваркой или пайкой с последующей изоляцией мест соединения.

Запрещается применять соединение кабелей "скруткой".

Электрододержатели для ручной сварки обязаны обеспечивать надежное зажатие, примыкание и быструю смену электродов, а также исключать возможность короткого замыкания их корпусов на свариваемые детали при временных перерывах в работе или при случайном их падении на металлические предметы. Рукояти электрододержателей изготавливаются из негорючего диэлектрического и теплоизолирующего материала. Присоединение проводов к электрододержателям осуществляется механическими зажимами или методом сварки.

Запрещается применение самодельных электрододержателей.

Все электросварочные установки с источником переменного и постоянного тока при сварке в особо опасных условиях (внутри металлических емкостей, колодцев, отсеков, барабанов, газоходов, топок котлов, тоннелей), а также установки для ручной сварки на переменном токе, применяемые в особо опасных помещениях или вне помещений, оснащаются устройствами отключения холостого хода в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей.

Понижающие трансформаторы для переносных электрических светильников устанавливаются вне свариваемых изделий, металлических емкостей, колодцев, отсеков, барабанов, газоходов, топок котлов, тоннелей, а их вторичные обмотки заземляются.

Если понижающий трансформатор одновременно является и разделительным, то вторичная электрическая цепь у него не должна соединяться с землей.

Применение автотрансформаторов для понижения напряжения питания переносных электрических светильников запрещается.

Передвижные электросварочные установки, а также переносные машины термической резки во время их перемещения отключаются от электрической сети.

Управление и контроль работы полуавтоматических и автоматических плазменных стационарных и переносных машин для плазменной резки металла осуществляются дистанционно.

Электродвигатель для подачи сварочной проволоки в пистолет-горелку шланговых полуавтоматов при сварке в инертных газах подключается к электрической сети, напряжение которой не должно превышать 24 В для переменного тока или 42 В для постоянного тока.

Находящееся в эксплуатации оборудование для выполнения газосварочных работ (машины, ручные резаки, горелки, редукторы, шланги) соответствующим распоряжением работодателя закрепляется за определенными работниками для индивидуального или бригадного использования.

При выполнении газосварочных работ шкафы ацетиленовых и кислородных постов должны быть открыты, подходы ко всем постам свободны.

Работодатель обеспечивает периодическое восстановление отличительной окраски шкафов.

Размещение ацетиленовых генераторов в проездах, местах массового нахождения или прохода людей, а также вблизи мест забора воздуха компрессорами или вентиляторами не допускается.

При выполнении газосварочных работ запрещается:

1) производить газосварочные работы на сосудах и трубопроводах, находящихся под давлением;

2) эксплуатировать баллоны с газами, у которых истек срок освидетельствования, поврежден корпус, неисправны вентили и переходники;

3) устанавливать на редукторы баллонов с газами неопломбированные манометры, а также манометры, у которых:

А отсутствует штамп Госповерителя или клеймо с отметкой о ежегодной поверке;

Б на циферблате отсутствует красная черта, соответствующая предельному рабочему давлению (наносить красную черту на стекло манометра не допускается; разрешается взамен красной черты на циферблате манометра прикреплять к корпусу манометра пластину из материала достаточной прочности, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра);

В при отключении манометра стрелка не возвращается к нулевой отметке шкалы на величину, превышающую половину допускаемой погрешности для данного манометра;

Г истек срок поверки;

Е разбито стекло манометра или имеются другие повреждения, которые могут отразиться на правильности его показаний;

4) присоединять к шлангам вилки и тройники для питания нескольких горелок (резаков);

5) применять шланги, не предназначенные для газовой сварки и газовой резки металлов, дефектные шланги, а также обматывать их изоляционной лентой или любым другим материалом;

6) производить соединение шлангов с помощью отрезков гладких трубок.

Исправность оборудования для производства электросварочных и газосварочных работ не реже одного раза в шесть месяцев проверяется работниками, назначенными работодателем ответственными за содержание в исправном состоянии соответствующего вида оборудования.

4.3 Требования к персоналу

К выполнению электросварочных и газосварочных работ допускаются рабочие в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обязательный предварительный медицинский осмотр, инструктажи по охране труда, обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, стажировку на рабочем месте и проверку знаний в установленном порядке. Сварщик обязан иметь II квалификационную группу по электробезопасности. Лица, допущенные к работе, должны выполнять только ту работу, которая поручена руководством предприятия. На сварщика в ходе выполнения работ могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

— замыкание электрической цепи через организм человека;

— повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, наличие в воздухе рабочей зоны вредных аэрозолей;

— повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

— повышенная температура обрабатываемого участка материала, изделий, наружной поверхности оборудования и внутренней поверхности замкнутых

пространств, расплавленный металл;

— ультрафиолетовое, инфракрасное излучение;

— повышенная яркость света при осуществлении процесса сварки;

— повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах;

— расположение рабочих мест на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

— физические и нервно-психические перегрузки;

— выполнение работ в труднодоступных и замкнутых пространствах;

— падающие предметы (элементы оборудования) и инструмент;

— движущиеся транспортные средства, грузоподъемные машины, перемещаемые материалы и инструмент.

Сварщики обеспечиваются средствами индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами и Межотраслевыми правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты: костюм, краги, маска, очки и т.д. Во время работы сварщик обязан соблюдать правила внутреннего трудового распорядка.

Сварщик должен немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о каждом несчастном случае на производстве, о всех замеченных им нарушениях правил, инструкций по охране труда, неисправностях оборудования, инструмента, приспособлений и средств индивидуальной и коллективной защиты. Лица, не соблюдающие настоящую инструкцию, привлекаются к ответственности согласно действующему законодательству РФ.

4.4 Расчет загрязнения воздуха рабочей зоны технологическими выбросами

Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в воздушный бассейн в процессах сварки, наплавки, напыления и металлизации, определяют по формуле:

$$M_{bi}=B\cdot K^{x}_{m}\cdot 10^{-3}(1-ή),\ кг/ч$$

где B – расход применяемых сырья и материалов, кг/ч;

K^{x}_{m} - удельный показатель выделения загрязняющего вещества «х» на единицу массы расходуемых (приготавливаемых) сырья и материалов, г/кг;

ή - степень очистки воздуха в соответствующем аппарате, которым снабжена группа технологических агрегатов.

При расчетах выброса необходимо учитывать эффективную работу местного отсоса или укрытия технологического агрегата.

$M_{bi}=20*15,72*10^{-3}(1-0)=3,21$ кг/ч

Удельные выделения некоторых веществ при резке рядя металлов (q в граммах на погонный метр резки) можно приближенно вычислить по следующим эмпирическим формулам:

- железа оксидов при газовой резке легированной стали:

$$q_{Fe}=0,5\cdot \sigma$$

$q_{Fe}=0,5*5=2,5$

- марганца оксидов при газовой резке легированной стали:

$$q_{Mn}=0,5\cdot(Mn/100)$$

q_{Mn} =0,5*(1,5/100)=0,0075

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте разработанная технология сборки и сварки кровельной фермы, путем механизированной сварки в среде защитных газов

Выбран и обоснован способ сварки;

Исходя из основного материала конструкции изделия, подобранны сварочные материалы;

Выбрана методика расчета режимов сварки, и проведен по ней расчет режимов всех сварных соединений фермы;

Исходя из конструктивных особенностей изделия, и выбранного способа сварки спроектированные установки для автоматической сборки и сварки узлов изделия. Также сконструированная сборочно-сварочная оснастка, и проведен расчет отдельных ее элементов;

Разработана схема обеспечения качества, которая включает пооперационный контроль, и позволяет снизить количество брака. А также обеспечивает стабильное качество готовой продукции.

Целесообразность разработанной технологии обоснована с помощью экономических расчетов, дающих сравнение базового и спроектированного способов изготовления фермы.

Были учтены мероприятия по вопросам охраны труда и защиты окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Виноградов, В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В.С. Виноградов. - М.: Академия, 2001. - 319 с.

2. Лупачев, В. Г. Ручная дуговая сварка / В.Г. Лупачев. - М.: Высшэйшая школа, 2010. - 416 с.

3. Милютин, В. С. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением. Учебник / В.С. Милютин, Р.Ф. Катаев. - М.: Academia, 2013. - 318 с.

4. Овчинников, В. В. Основы теории сварки и резки металлов / В.В. Овчинников. - М.: КноРус, 2011. - 248 с.

5. Соколов, И.И. Газовая сварка и резка металлов / И.И. Соколов. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 316 с.

6. Чернышов, Г. Г. Материалы и оборудование для сварки плавлением и термической резки / Г.Г. Чернышов. - М.: Академия, 2012. - 240 с.

7. Чебан В.А. Сварочные работы В.А.Чебан. - Ростов н/Д: Феникс, 2003. -416с.

8. Маслов В.И. Сварочные работы: учебн. Пособие для нач. проф. Образования/В.И. Маслов. — 6-е изд. стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 240 с.

9. Полевой Г.В., Сухинин Г.К. Пламенная и газотермическая обработка материалов: Учебник для учащихся средних специальных учебных заведений. — М.: Машиностроение, 1992. — 336 с.

10. Овчинников В.В. Технология газовой сварки и резки металлов: учебник для учащихся средних специальных учебных заведений./В.В. Овчинников. — 5-е издание, стереотипное. — М.: Издательский центр «Академия». 2017. — 240 с.

11. Овчинников В.В. Технология электросварочных и газосварочных работ: учебник для учащихся средних специальных учебных заведений./В.В.

Овчинников. — 7-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия». 2017. — 272 с.

12. Овчинников В.В. Справочник техника-сварщика. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2014 - 304 с.

13. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: учебник для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. / А.И. Акулов, В.П. Алехин, С.И. Ермаков и др. / под ред. А.И. Акулова. - М.: Машиностроение, 2003. - 560 с.

14. Сварка. Резка. Контроль: справочник. В 2-х т. Т. 1 / под общ. ред. 11.П. Алешина, Г.Г. Чернышева. - М.: Машиностроение, 2004. - 624 с.; Т. 2 / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев, А.А. Акулов и др. - М.: Машиностроение, 2004. - 480 с.

15. **ГОСТ 5264-80.** Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Официальное издание М.: Стандартинформ, 2010

16. **ГОСТ 14771-76.** Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры Электронный текст документа подготовлен АО "Кодекс" и сверен по: официальное издание М.: Стандартинформ, 2007

17. **ГОСТ 23119-78.** Фермы стропильные стальные сварные с элементами из парных уголков для производственных зданий . АО "Кодекс":официальное издание М.: Издательство стандартов, 1982