

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте разработана технология сборки и сварки мостовой фермы.

Обоснованы и предложены способы механизированной сварки в защитных газах.

Для обеспечения точности размеров фермы разработаны устройства для сборки профилей с фасонками, а также для общей сборки фермы в целом. Разработана установка для механизированной сварки фермы. Технологический процесс изготовления фермы представлен на плане участка цеха.

Благодаря механизации сборочно-сварочных работ достигнуто значительное уменьшение времени на изготовление фермы и улучшены условия работ.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб					Лит.	Лист.	Листов
Пров						1	
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд							
					Технология изготовления мостовой фермы		
					Пояснительная записка		

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПЛЕНИЕ	5
1. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ФЕРМЫ	5
2 КОНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	24
2.1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ	24
2.2 УСЛОВИЯ РАБОТЫ ФЕРМЫ	25
2.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФЕРМЫ	26
2.4 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА	27
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	30
3.1. ВЫБОР СПОСОБА СВАРКИ	30
3.2. ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	32
3.3. ВЫБОР ТИПА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РАЗМЕРОВ И ПОДГОТОВКИ КРОМОК.	34
3.4. ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	45
3.5. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЫ	48
4. КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ	49
4.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЫ	49
4.2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ МОСТОВОЙ ФЕРМЫ	50
5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	53
Рекомендации по контролю сварных соединений	53
Аттестация технологии сварки:	53
Контроль качества во время и после монтажа:	56
Основные параметры контроля:	59
Разработка схемы контроля качества	59

									Лист.
									2
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

6. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАСТКИ 60

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 62

8. ОХРАНА Труда 75

ВЫВОДЫ 87

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 88

ПРИЛОЖЕНИЯ 89.....

										Лист.
										3
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

ВВЕДЕНИЕ

Сварная мостовая ферма является основным конструктивным элементом при сборке мостов. 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 изготавливаются 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.

										Лист.
										4
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

1.1. Определение усилий в стрелках графическим методом:

диаграмма Максвелла-Кремоне

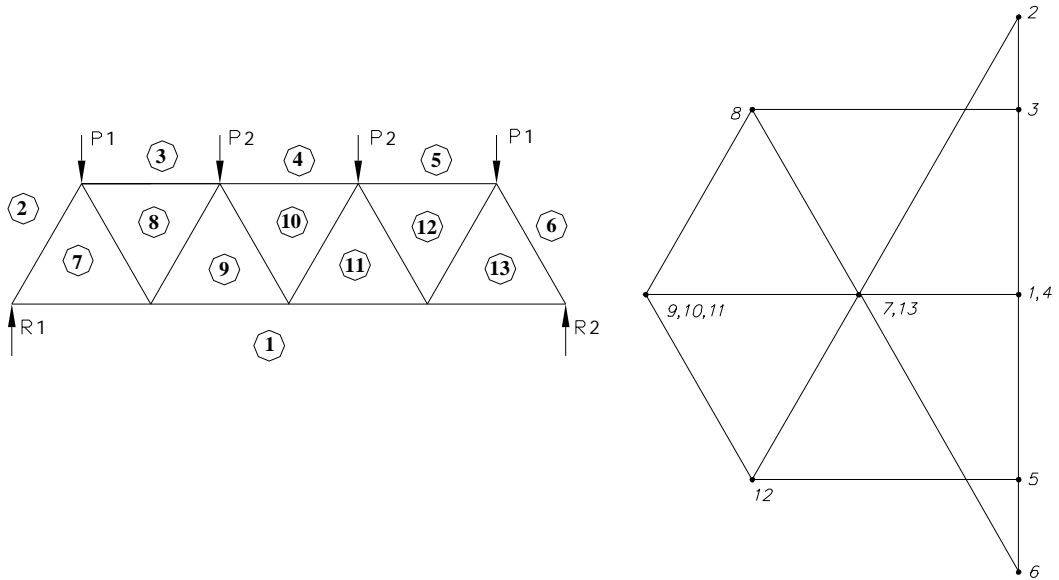


Рис 1.2. Диаграмма Максвелла-Кремоне

3. Определение усилий в стрелках аналитическим методом:

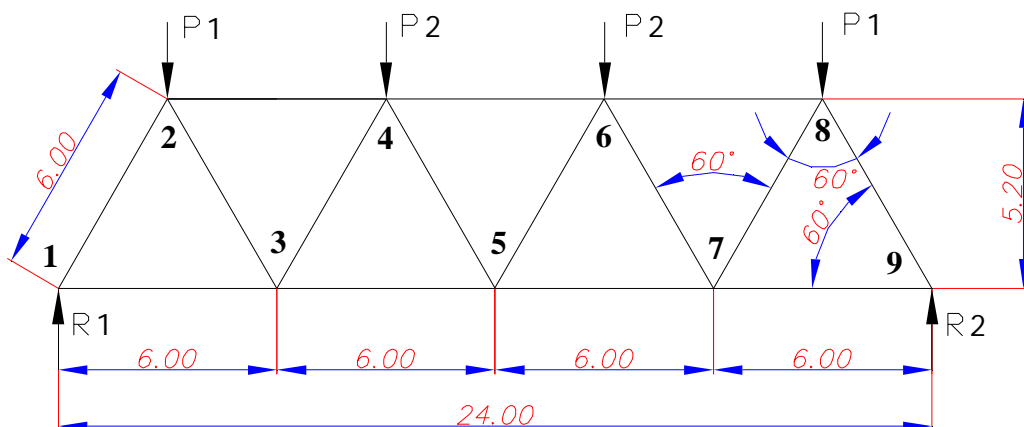


Рис 1.3. Усилие на узлах фермы

Приведем распределенную нагрузку к сосредоточенной в крайних узлах:

$$P_1 = \frac{q \times d}{2} = \frac{2.67 \times 6}{2} = 8.01 \text{ т (80.1 кН)} \quad (1.1)$$

Во всех других узлах верхнего пояса:

$$P_2 = q \times d = 2.67 \times 6 = 16.02 \text{ т (160.2 кН)} \quad (1.2.)$$

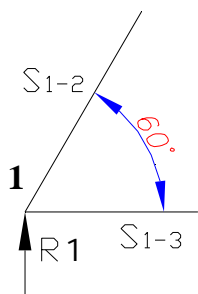
Определяем опорные реакции фермы:

$$R_1 = R_2$$

$$R_1 = \frac{3q \times d}{2} = \frac{3 \times 2.67 \times 6}{2} = 24.03 \text{ т (240.3 кН)}$$

Для определения усилий будем заменять действие отзеркаленной части действием внешних сил. При этом будем считать, что все стряжни растянуты. Т.е. будем направлять все силы от узлов. Если получим значение со знаком "-", то это будет указывать на то, что стряжень сжат.

Узел 1:



$$S X_i = S_{1,3} + S_{1,2} \times \cos(60) = 0 \quad (1.3)$$

$$S Y_i = R_1 + S_{1,2} \times \sin(60) = 0 \quad (1.4.)$$

						Лист.
						7
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

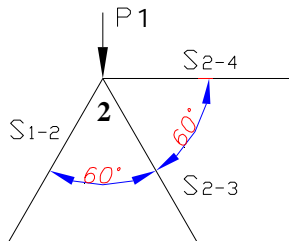
$$S_{1,2} = \frac{-R_1}{\sin(60)} = \frac{-240.3}{0.866} = -277.475 \text{ кН (сжатый)} \quad (1.5.)$$

$$S_{1,3} = -S_{1,2} \times \cos(60) = 277.475 \times 0.5 = 138.737 \text{ кН (растянутый)} \quad (1.6.)$$

Узел 2:

$$S_{X_i} = S_{2,4} - S_{1,2} \times \cos(60) + S_{2,3} \times \cos(60) = 0$$

$$S_{Y_i} = -P_1 - S_{2,3} \times \sin(60) - S_{1,2} \times \sin(60) = 0$$



$$S_{2,3} = \frac{-P_1 - S_{1,2} \times \sin(60)}{\sin(60)} = \frac{-80.1 - (-277.475) \times 0.866}{0.866} = 184.983 \text{ кН}$$

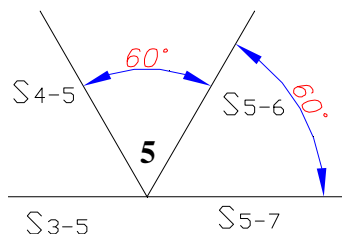
(растянутый)

$$S_{2,4} = S_{1,2} \times \cos(60) - S_{2,3} \times \cos(60) = -277.475 \times 0.5 - 184.983 \times 0.5 = -231.229 \text{ кН}$$

(сжатый)

Узел 3:

Узел 5:



$$S_{X_i} = -S_{4,5} \times \cos(60) + S_{5,7} + S_{5,6} \times \cos(60) - S_{3,5} = 0$$

$$S_{Y_i} = S_{5,6} \times \sin(60) + S_{4,5} \times \sin(60) = 0$$

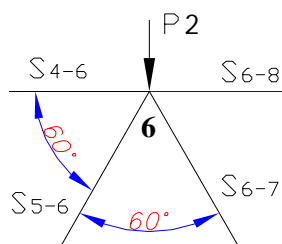
$$S_{5.6} = -S_{4.5} \times \frac{\sin(60)}{\sin(60)} = -3.282 \times 10^{-14} \times \frac{0.866}{0.866} = -3.282 \times 10^{-14} \text{ кН} \quad (\text{нулевой})$$

$$S_{5.7} = -(-S_{4.5} \times \cos(60) + S_{5.6} \times \cos(60) - S_{3.5}) =$$

$$= -(3.282 \times 10^{-14} \times 0.5 + (-3.282 \times 10^{-14}) \times 0.5 - 323.72) \text{ кН} \quad (\text{растянутый})$$

						Лист.
						9
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Узел 6:



$$S_{X_i} = -S_{5.6} \times \cos(60) + S_{6.8} + S_{6.7} \times \cos(60) - S_{4.6} = 0$$

$$S_{Y_i} = -S_{5.6} \times \sin(60) - S_{6.7} \times \sin(60) - P_2 = 0$$

$$S_{6.7} = \frac{-S_{5.6} \times \sin(60) - P_2}{\sin(60)} = \frac{-(-3.282 \times 10^{-14}) \times 0.866 - 160.2}{0.866} = -184.983 \text{ кН}$$

(растянутый)

$$S_{6.8} = -(-S_{5.6} \times \cos(60) + S_{6.7} \times \cos(60) - S_{4.6}) = -(-(-3.282 \times 10^{-14}) \times 0.5 + (-184.983) \times 0.5 - (-323.72)) = -231.229 \text{ кН}$$

(растянутый)

Учитывая то что ферма симметричная то усилия в стрелках одинаковые, т.е. симметрично распределенные по стрелкам фермы. Дальше расчет проводим для половины фермы.

$$S_{1.2} = S_{8.9} \quad S_{1.3} = S_{7.9} \quad S_{3.4} = S_{6.7} \quad S_{4.5} = S_{5.6}$$

$$S_{2.3} = S_{7.8} \quad S_{2.4} = S_{6.8} \quad S_{3.5} = S_{5.7}$$

4. Выбор материалов

По условиям эксплуатации ферма относится к сварным конструкциям II-й группы.

Исходя из этого принимаем марку материала - 09Г2С.

Расчетные характеристики для данной стали:

$$s_T = 250 \text{ МПа} \quad s_B = 370 \text{ МПа}$$

						Лист.
						10
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Расчет и проектирования стреловой фермы:

Согласно требованиям все стрелы фермы должны быть спроектированы так, чтобы удовлетворять требованиям прочности, а для сжатых - и условиям устойчивости.

Большинство стрел имеют большую длину, поэтому согласно СНиП 83-81 поперечное сечение будем подбирать по граничной гибкости.

Следует обратить внимание, что при этом будут иметь место большие затраты материала.

Сжатые стрелы:

По расчетной длине стержней и значению границы гибкости определяем

определяем необходимую площадь поперечного сечения стрел:

для растянутых:

$$R = \frac{S_T}{1.025} = \frac{250}{1.025} = 243.902 \text{ МПа} \left(2439.024 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right) \quad (1.7.)$$

$n = 1.4$ коэффициент перегрузки

$m = 0.9$ коэффициент условий нагрузки

$$S_{1.3} = 138.737 \text{ кН} \quad F_{1.3} = \frac{S_{1.3} \times n \times 10^2}{R \times m} = \frac{138.737 \times 1.4 \times 10^2}{2439.024 \times 0.9} = 8.848 \text{ см}^2 \quad (1.8.)$$

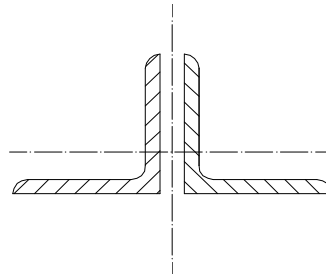
						Лист.
						11
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

- для сжатых:
 $f_{II} = 0.75$ $f_p = 0.55$

$$S_{1.2} = - 277.475 \text{ кН} \quad F_{1.2} = \frac{|S_{1.2}| \times n \times 10^2}{R \times m \times f_{II}} = \frac{277.475 \times 1.4 \times 10^2}{2439.024 \times 0.9 \times 0.75} = 23.596 \text{ см}^2$$

$$S_{3.4} = - 184.983 \text{ кН} \quad F_{3.4} = \frac{|S_{3.4}| \times n \times 10^2}{R \times m \times f_p} = \frac{184.983 \times 1.4 \times 10^2}{2439.024 \times 0.9 \times 0.55} = 21.451 \text{ см}^2$$

Для элементов конструкции выбираем двойной уголок с расстоянием между уголками 12 мм.



Предварительно определяем номера уголков всех стержней фермы из сортамента, исходя из площади поперечного сечения:

									Лист.
									12
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

Для стержней выбираем уголки:

1-3 L63x63x4

2-3 *****

3-5 L70x70x8

1-2 *****

2-4 L75x75x7

3-4 L80x80x7

4-6 *****

Проверяем на гибкость стержни фермы в плоскости X (фермы) и в плоскости Y:

***** (1.9)

***** (1.10)

$I_1 = 40$ - из конструктивных соображений (из технических условий)

Окончательно определяем уголки:

$F_{\phi 1.3} = 21.4 \text{ см}^2$

1-3 L70x70x8

2-3 L63x63x5

3-5 *****

1-2 L140x140x9

2-4 *****

4-6 *****

3-4 *****

4-5 L63x63x5

После окончательного отбора сечение стержней фермы проверяем действующее в них напряжение:

для растянутых стержней:

$$s = \frac{S \times n}{F_{\phi} \times m}$$

для сжатых стержней:

$$s = \frac{S \times n}{F_{\phi} \times m \times f} \quad f = 0.45$$

$$s_{2.4} = \frac{|S_{2.4}| \times 10^2 \times n}{F_{\phi 2.4} \times m \times f} = \frac{231.229 \times 10^2 \times 1.4}{49.4 \times 0.9 \times 0.45} = 1618.035 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

$$S_{4.6} = \frac{|S_{4.6}| \times 10^2 \times n}{F_{\phi 4.6} \times m \times f} = \frac{323.72 \times 10^2 \times 1.4}{49.4 \times 0.9 \times 0.45} = 1019.362 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Стрежни фермы, которые состоят из двух веток, необходимо соединить в промежутках между косынками небольшими соединительными планками.

для сжатых стержней:

$$L_1 = 40 \times r_y$$

$$L_{п1.2} = 40 \times r_{y1.2} = 40 \times 6.17 = 246.8 \text{ см}$$

$$L_{п3.4} = 40 \times r_{y3.4} = 40 \times 6.17 = 246.8 \text{ см}$$

для растянутых стержней:

$$L_1 = 80 \times r_y$$

$$L_{п2.3} = 80 \times r_{y2.3} = 80 \times 3.04 = 243.2 \text{ см}$$

Проектирование узлов фермы

Приваривание строжней к косынке угловыми швами необходимую длину швов из условия прочности:

									Лист.
									15
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

Для сварки данной стали выбираем сварочную проволоку Св-08Г2С из табл.7 (Снип II-23-81) выбираем нормативное сопротивление шва.

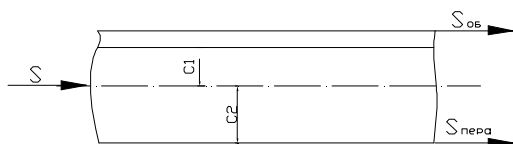
$$R_{CP} = 5000 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

$K=0,5\text{см}$ катет сварного шва из табл. 38 (Снип II-23-81)

$$b = 0,7$$

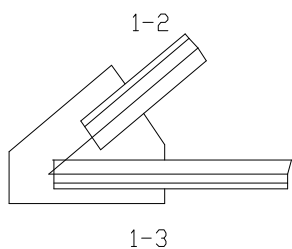
$$\frac{S \times n}{b \times k \times L_{III} \times m} = R_{CP} \quad \frac{S \times 10^2 \times n}{R_{CP} \times b \times k \times m} = L_{III} \quad (1.13)$$

Поскольку усилие в уголке распределяется неравномерно, то нужно определять усилие обушка и пэра.



$$S_{об} = \frac{S \times C_2}{C_1 + C_2} \quad S_{п} = \frac{S \times C_1}{C_1 + C_2} \quad (1.14)$$

Узел 1



$$S_{об1,2} = \frac{|S_{1,2}| \times 10^2 \times 10,22}{14} = 20255,641 \text{ кг}$$

$$S_{п1,2} = \frac{|S_{1,2}| \times 10^2 \times 3,78}{14} = 7491,813 \text{ кг}$$

					Лист.
					16
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	

$$L_{об1.2.} = \frac{S_{об1.2.} \times n}{2 \times R_{CP} \times b \times k \times m} = 9,003 \text{ см}$$

$$L_{пер1.2.} = \frac{S_{пер1.2.} \times n}{2 \times R_{CP} \times b \times k \times m} = 3,33 \text{ см}$$

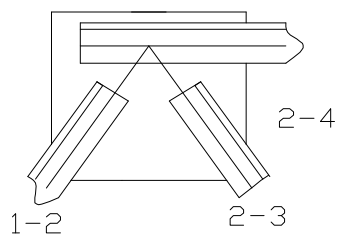
$$S_{об1,3} = \frac{|S_{1,3}| \times 10^2 \times 4,98}{7} = 9870,166 \text{ кг}$$

$$S_{пер1,3} = \frac{|S_{1,3}| \times 10^2 \times 2,02}{14} = 4003,561 \text{ кг}$$

$$L_{об1.3.} = \frac{S_{об1.3.} \times n}{2 \times R_{CP} \times b \times k \times m} = 4,387 \text{ см}$$

$$L_{пер1.3.} = \frac{S_{пер1.3.} \times n}{2 \times R_{CP} \times b \times k \times m} = 1,779 \text{ см}$$

Узел 2



$$S_{об2,3} = \frac{|S_{2,3}| \times 10^2 \times 1,74}{6,3} = 5109,055 \text{ кг}$$

$$S_{пер2,3} = \frac{|S_{2,3}| \times 10^2 \times 4,56}{14} = 13389,248 \text{ кг}$$

$$L_{об2.3.} = \frac{S_{об2.3.} \times n}{2 \times R_{CP} \times b \times k \times m} = 2,271 \text{ см}$$

									Лист.
									17
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

$$L_{\text{пер2.3.}} = \frac{S_{\text{н2.3.}} \times n}{2 \times R_{\text{CP}} \times b \times k \times m} = 5,91 \text{ см}$$

$$S_{\text{об2,4}} = \frac{|S_{2,4}| \times 10^2 \times 3,78}{14} = 6243.177 \text{ кг}$$

$$S_{\text{н2,4}} = \frac{|S_{2,4}| \times 10^2 \times 10,22}{14} = 16879.701 \text{ кг}$$

$$L_{\text{об2.4.}} = \frac{S_{\text{об2.4.}} \times n}{2 \times R_{\text{CP}} \times b \times k \times m} = 2.775 \text{ см}$$

$$L_{\text{пер2.4.}} = \frac{S_{\text{н2.4.}} \times n}{2 \times R_{\text{CP}} \times b \times k \times m} = 7.502 \text{ см}$$

Узел 3

Опорную плиту принимаем 150X150 а1=15см, b1=15см

$$F_{\text{пл}} = a_1 \times b_1 \quad F_{\text{пл}} = 625 \text{ см}^2 \quad (1.16)$$

$$R_{\text{CM}} = \frac{0,5 \times S_{\text{B}} \times 10}{1,050} = 1761,905 \text{ кг/см}^2 \quad (1.17)$$

$$R_{\text{CM1}} = \frac{R_1 \times 10^2 \times n}{F_{\text{пл}} \times m} = 59.808 \text{ кг/см}^2$$

Толщина опорной плиты

$$R = \frac{3 \times a \times P_2 \times n}{4 \times d_{\text{пл}}^2 \times m} \Rightarrow d_{\text{пл}} = \sqrt{\frac{3a_1 \times n \times P_2 \times 10^2}{R \times 4 \times m}} = 15 \text{ мм} \quad (1.18)$$

3-4 L140x140x9

4-5 L63x63x5

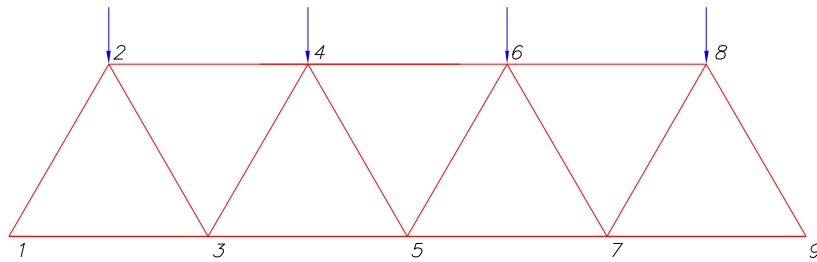


Рис 2.2. Расчетно-схематическое изображение фермы

2.2 УСЛОВИЯ РАБОТЫ ФЕРМЫ

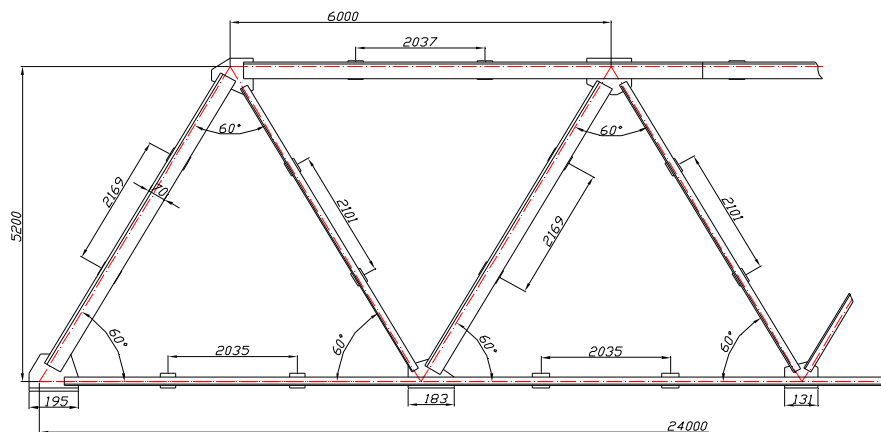


Рис2.3. Эскиз фермы

Ферма это сварная конструкция с габаритными размерами 24000x5200. Ферма является основной частью моста. Воспринимает на себя нагрузки, и является ответственной конструкцией.

Условия работы:

Ферма, как основная несущая конструкция моста, воспринимает статические нагрузки, и иногда динамические (например при

					Лист.
					20
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	

движении по мосту транспорта) также нужно принять во внимание ветровые нагрузки. В данном случае – эксплуатация в районе с умеренным климатом, на открытом воздухе, при температуре от -40 до +50° С и хранение при отрицательных температурах и отапливаемых помещениях.

2.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФЕРМЫ

Требования к основному металлу:

При сварке фермы нужно применять *****

Требования к сварочным материалам:

Сварочные материалы, которые допускаются для сварки, должны иметь более высокую категорию прочности, чем основной металл.

Требования к сварочному оборудованию:

Степень защиты источников тока для дуговой сварки

Все средства измерения, установленные на сварочном оборудовании должны быть исправные и поверенные.

									Лист.
									21
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

Требования к конструктивным элементам:

Кромки под сварку должны быть зачищены *****.

2.4 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА

Из справочника [1] выясняем химический состав стали 09Г2С (ГОСТ 380-88).

Таблица 2.1 Химический состав стали *****

Марка стали	содержание химических элементов, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
*****	****	*****	*****	*****	0.3	0.3	0.04	0.035

Химические свойства

Исходя из химического состава, сталь ***** относится к низко легированному, 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 [2] находим механические свойства этой стали.

Таблица 2.2 Механические свойства стали *****

									Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					22

Марка стали	Временное сопротивление разрыва σ_B , кг/мм ²	Граница текучести σ_T , кг/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %
*****	Не менее		
**	50	35	21

СВАРИВАЕМОСТЬ

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

$$HCS = \frac{C(S + P + 0.04Si + 0.01Ni)}{3Mn + Cr + Mo + V} = \frac{0.12(0.04 + 0.035 + 0.04 \cdot 0.8 + 0.01 \cdot 0.03)}{3 \cdot 1.4 + 0.3} = 0.0029$$

Так как $HCS = 0.0029 < 0.004$, ниже *****.

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

$$C_{ЕКВ} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} = 0.12 + \frac{1.8}{6} + \frac{0.3}{5} + \frac{0.3 + 0.3}{15} = 0.52$$

$СЕКВ = 0,52 > 0.4 \dots 0.45$, - металл имеет склонность *****

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1. ВЫБОР СПОСОБА 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), плазменной дугой (П), электроннолучевая (ЭЛ), и лазерная (Л).

Также нужно верно оценить приоритетность учета факторов.

Первый один из важнейших факторов это сварочный материал -
Сталь *****.

									Лист.
									24
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

3.1.1. Выбор способа сварки по материалу

Поскольку сталь ***** 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.2.1

Е	УП	ИП	Ф	Ш	Г	ИН	П	ЭЛ	Л
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Второй фактор - толщина материала (стенка S=6-10 мм)

3.1.2. Выбор способа сварки по толщине металла

Для этих толщин целесообразно использовать такие способы сварки: *****

Таблица.2.2.

Е	УП	ИП	Ф	Ш	Г	ИН	П	ЭЛ	Л
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Следующие факторы - доступность сварных швов, их длина и конфигурация, а также программа выпуска. *****

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.

3.2. ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Выбор защитного газа

Основной металл - Сталь ***** относится к материалу с низкой химической активностью. Поэтому допускается применение активного защитного газа – CO₂. 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 CO₂, поскольку при сварке в данной смеси имеем меньшее окисление элементов чем при сварке в чистом CO₂.

Поэтому, для повышения качества соединений нами предложено использовать ***** .

									Лист.
									26
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

3.2.2. Выбор сварочной проволоки

Выбираем сварочную проволоку для дуговой сварки в CO₂.

Для сварки материала ***** выбираем проволоку из аналогичной группы сталей.

Сварка проходит в ***** , поэтому проволока должна иметь в своем составе необходимое количество раскислителей.

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 [1] выбираю проволоку марки Св - 08***** (ГОСТ 2246- 70).

Таблица.2.4.Химический состав сварочной проволоки Св-08Г2С

марка проволоки	Содержание химических элементов, %						
	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
Св-	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

3.3. ВЫБОР ТИПА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РАЗМЕРОВ И ПОДГОТОВКИ КРОМОК.

Шов №2

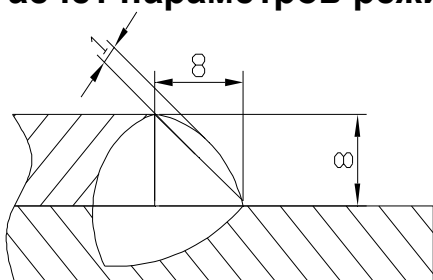
Выбор типа сварных соединений, размеров и подготовки кромок

В результате конструктивно - технологического анализа изделия установлено, основной металл 09Г2С, толщина листов, которые входят в нахлесточное соединение - 9 мм. Это соединение сваривается в заводских условиях, в горизонтальном положении.

В работе [5] для этой толщины находим тип нахлесточного соединения: одностороннее, без скоса кромок.

Выбираем сварное соединение Т1 которое отвечает нашим требованиям.

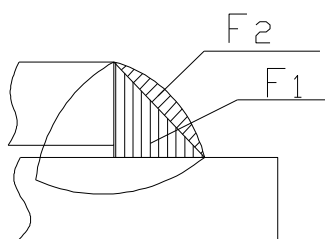
Расчет параметров режима дуговой сварки в CO_2



S	b	K
8	0+1	8

Рис 3.1. Схематическое изображение шва №2

Шов №2



S	b	K
8	0+1	8

Рис. 3.2. Схема расчета площади поперечного сечения шва №2.

Для данного типа сварного соединения и шва подходит методика расчета по площади наплавленного металла. Так как данное соединение не имеет сквозного проплавления, и имеет сравнительно большое сечение наплавленного металла.

параметры режима дуговой сварки:

Параметры режима автоматизированной сварки в CO₂ составляют:

- Диаметр сварочной проволоки $d_{э.п.}$;
- *****
- *****
- *****
- Скорость подачи электродной проволоки $V_{под.}$;
- Общее количество проходов $n_{пр.}$;
- Расход защитного газа (CO₂) $q_{зг.}$.

Для однопроходного стандартного шва F_H – находим по ГОСТ 14771-76.

$$F_H = F_{H1} + F_{H2} = 0.5 \cdot K^2 + 0.7 \cdot \varepsilon \cdot g = 0.5 \cdot 64 + 0.7 \cdot 11,31 \cdot 1 = 40,48 \text{ мм}^2$$

расчет режима сварки

диаметр электродной проволоки

Рассчитываем по площади наплавленного металла:

$$d_{э.п.} = K_d \cdot \sqrt[Hi]{F}^{0.625} = (0.149 \dots 0.264) \cdot \sqrt[40.48]{40.48}^{0.625} = 1.65 \dots 2.92 \text{ мм}^2$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и уровня автоматизации, для механизированного сварки в нижнем положении $K_d = 0.149 \dots 0.264$.

Значение диаметра электродной проволоки ограничивается способом сварки по уровню автоматизации и положению шва. Полученный расчетным путем $d_{эл.п.}$ округляем до ближайшего из стандартного ряда (0.8; 1.0; 1.2; 1.4; 1.6; 2; 2.5; 3; 4). Принимаем значение $d_{ед}=2$ мм.

Вылет электродной проволоки:

$$L_{эл.п.} = 10 \cdot d_{эл.п.} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ мм}$$

скорость сварки

Скорость сварки зависит от площади сечения наплавленного металла и диаметра $d_{эл.п.}$, и ограничивается в зависимости от уровня автоматизации (для механизированной сварки $V_{св}=4...10$ мм/с). При сварке в верхнем положении:

Полученная скорость попадает в диапазон ($V_{св} = 4...10$ мм/с)

скорость подачи электродной проволоки

сварочный ток

принимаем $I_{св} = 380$ А

проверяем полученное значение св. тока:

$$I_{св} \leq 180 \times d_{эл.п.}^{1.5} = 509.11 \text{ А}$$

						Лист.
						30
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Полученное значение сварочного тока не выходит за пределы допускаемого.

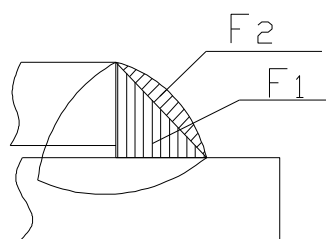
напряжение сварки

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \times I_{\text{св}} = 14 + 0,05 \times 380 = 33 \text{ В}$$

расход защитного газа

$$q_{\text{з.г.}} = 0,0033 \times I_{\text{св}}^{0,75} = 0,0033 \times 380^{0,75} = 0,29 \text{ л/с (17.62 л/мин)}$$

Расчет шва №4



S	b	K
5	0+1	5

Рис 3.3. Сварной шов №4

Параметры режима автоматизированной сварки в CO_2 составляют:

- Диаметр сварочного провода $d_{\text{э.п}}$;
- Сварочный ток $I_{\text{св}}$;
- Напряжение сварки $U_{\text{св}}$;
- Скорость сварки $V_{\text{св}}$;
- Вылет сварочного провода $l_{\text{выл}}$;
- Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{под}}$;
- Общее количество проходов $n_{\text{пр}}$;
- Затраты защитного газа (CO_2) $q_{\text{зг}}$.

Для однопроходного стандартного шва $F_{\text{н}}$ – находим с ГОСТ 14771-76.

$$F_H = F_{H1} + F_{H2} = 0.5 \cdot K^2 + 0.7 \cdot \varepsilon \cdot g = 0.5 \cdot 25 + 0.7 \cdot 7,07 \cdot 1 = 17,45 \text{ мм}^2$$

расчет режима сварки

диаметр электродной проволоки

Рассчитываем по площади наплавленного металла:

$$d_{\text{э.п.}} = K_d \cdot \sqrt{F_{\text{Hi}}^{0,625}} = (0,149 \dots 0,264) \cdot \sqrt{17,45^{0,625}} = 0,889 \dots 1,469 \text{ мм}^2$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и уровня автоматизации, для механизированной сварки в нижнем положении $K_d = 0,149 \dots 0,264$.

Значение диаметра электродной проволоки ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положению шва. Полученный расчетным путем $d_{\text{эп}}$ округляем до ближайшего из стандартного ряда (0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,5; 3; 4). Принимаем значение $d_{\text{эп}} = 1,2 \text{ мм}$.

Вылет электродной проволоки:

$$L_{\text{э.п.}} = 10 \cdot d_{\text{э.п.}} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм}$$

скорость сварки

Скорость сварки зависит от площади наплавленного металла и диаметра $d_{\text{эп}}$, и ограничивается в зависимости от уровня автоматизации (для механизированной сварки $V_{\text{св}} = 4 \dots 10 \text{ мм/с}$). При сваривании в верхнем положении:

Полученная скорость попадает в диапазон ($V_{\text{св}} = 4 \dots 10 \text{ мм/с}$)

						Лист.
						32
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

скорость подачи электродной проволоки

сварочный ток

принимаем $I_{CB} = 180 \text{ A}$

проверяем полученное значение сварочного тока: $I_{CB} \leq 180 \times d_{эл.п.}^{1,5} = 236,6 \text{ A}$

Полученное значение сварочного тока не выходит за пределы допусаемого.

напряжение сварки

$$U_{\delta} = 14 + 0,05 \times I_{CB} = 14 + 0,05 \times 180 = 23 \text{ B}$$

затраты защитного газа

$$q_{з.г.} = 0,0033 \times I_{CB}^{0,75} = 0,0033 \times 180^{0,75} = 0,16 \text{ л / с (9,73 л / мин)}$$

									Лист.
									33
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

Расчет шва №5

Согласно ГОСТ 14771-79 выбираем соединение С8.

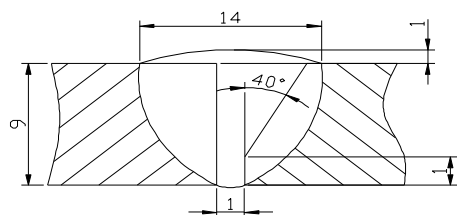


Рис. 3.4. Сварной шов №5

Будем рассчитывать режим сварки по площади наплавленного металла:

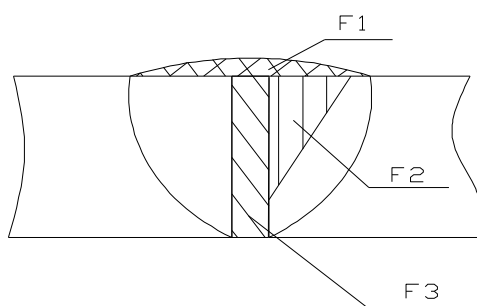


Рис. 3.5. Схема расчета поперечной плоскости сварочного шва.

Площадь наплавленного металла:

$$F_H = F_1 + F_2 + F_2 + =$$

$$= (0,75 \cdot 14 \cdot 1) + (8,8 \sin 40^\circ) / 2 + (9 \cdot 1) = 40,069 \text{ мм}^2$$

диаметр электродной проволоки

Для многопроходного стандартного шва F_H -находим по ГОСТ 14771-76.

$$F_H = 41 \text{ мм}^2$$

расчет режима сварки

диаметр электродной проволоки

$$d_{\text{э.п.}} = K_d \cdot \sqrt[0.625]{\frac{F_H}{H_i}} = (0,149 \dots 0,264) \cdot \sqrt[0.625]{41} = 1,65 \dots 2,92 \text{ мм}^2$$

										Лист.
										34
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

Коэффициент Kd выбираем в зависимости от положения шва и уровня автоматизации, для механизированной сварки в нижнем положении $Kd = 0.149 \dots 0.264$.

Значение диаметра электродной проволоки ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положению шва. Полученный расчетным путем дэп округляем до ближайшего из стандартного ряда (0.8; 1.0; 1.2; 1.4; 1.6; 2; 2.5; 3; 4). Принимаем значение $d_{эд} = 2$ мм.

Вылет электродной проволоки:

$$L_{эл.п.} = 10 \cdot d_{эл.п.} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ мм}$$

скорость сварки

Скорость сварки зависит от площади наплавленного металла и диаметра дэп, и ограничивается в зависимости от уровня автоматизации (для механизированной сварки $V_{св} = 4 \dots 10$ мм/с). При сварке в верхнем положении:

Полученная скорость попадает в диапазон ($V_{св} = 4 \dots 10$ мм/с)

скорость подачи электродной проволоки

сварочный ток

									Лист.
									35
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

принимаю $I_{CB} = 380 \text{ A}$

проверяем полученное значение сварочного тока:

$$I_{CB} \leq 180 \times d_{эл.п.}^{1.5} = 509.11 \text{ A}$$

Полученное значение сварочного тока не выходит за пределы допустимого.

напряжение сварки

расход защитного газа

$$q_{з.г.} = 0,0033 \times I_{CB}^{0,75} = 0,0033 \times 380^{0,75} = 0,29 \text{ л / с (17.62 л / мин)}$$

Расчет шва №6

Согласно ГОСТ 14771-79 выбираем соединение С8

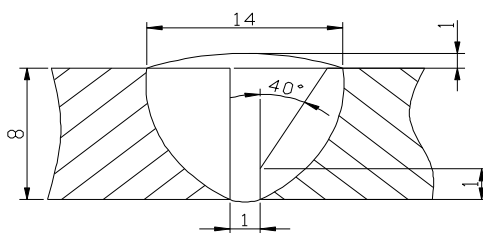


Рис. 3.6. Сварной шов №5

Рассчитываем режим сварки по площади наплавленного металла:

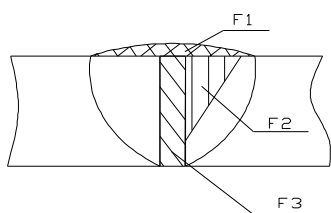


Рис. 3.7. Схема расчета поперечной плоскости сварочного шва.

Площадь наплавленного металла:

$$F_H = F_1 + F_2 + F_3 = (0,75 \cdot 14 \cdot 1) + (7,7 \sin 40^\circ) / 2 + (8,1) = 34,24 \text{ мм}^2$$

диаметр электродной проволоки

Рассчитываем по площади наплавленного металла:

$$F_H = 34,24 \text{ мм}^2$$

Принимаем значение площади наплавленного металла за один проход

$$d_{э.п.} = K_d \cdot F_H^{0,625} = (0,149 \dots 0,264) \cdot 34,24^{0,625} = 1,35 \dots 2,4 \text{ мм}^2$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и уровня автоматизации, для автоматизированной сварки в нижнем положении $K_d = 0,149 \dots 0,264$. Значение диаметра электродной проволоки ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положению шва. Полученный расчетным путем $d_{э.п.}$ округляем до ближайшего из стандартного ряда (0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,5; 3; 4). Принимаем значение $d_{э.п.} = 1,6 \text{ мм}$.

						Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		37

Вылет электродной проволоки:

$$L_{\text{ВЫЛ}} = 10 \times d_{\text{э.п.}} = 10 \times 1.6 = 16 \text{ мм}$$

скорость сварки

Скорость сварки зависит от площади наплавленного металла и диаметра $d_{\text{эп}}$, и ограничивается в зависимости от уровня автоматизации (для механизированного сварки $V_{\text{СВ}} = 4 \dots 10$ мм/с).
При сварке в нижнем положении:

Полученная скорость не попадает в диапазон допустимого, можно считать, что она находится в пределах допустимых значений ($V_{\text{СВ}} = 4 \dots 10$ мм/с, для механизированной сварки)

скорость подачи электродной проволоки

сварочный ток

Принимаем ток = 360 А

проверяем полученное значение сварочного тока:

$$I_{\text{св}} = 180 \cdot d_{\text{э.п.}}^{1.5} = 364 \text{ А}$$

Полученное значение сварочного тока не выходит за пределы допустимого.

напряжение сварки

расход защитного газа

$$q_{\text{зг}} = 0.0033 \cdot I_{\text{св}}^{0.75} = 0.0033 \cdot 360^{0.75} = 0.27 \text{ л / с (16.4 л / мин)}$$

									Лист.
									38
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

3.4. ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сварочный выпрямитель

Для сварки на данных режимах выбираем выпрямитель ВДУ-



Рис.3.8. Выпрямитель.

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.

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 2.1.

Параметр	*****
Напряжение питательной сети, В	*****
Частота сети, Гц	*****
Номинальный сварочный ток, А (ПВ %)	*****
Границы регулирования сварочного тока, А Для жестких характеристик: Для падающих характеристик:	*****
Потребляемая мощность, кВа, не более	*****
Напряжение холостого хода, В не более	*****
Габаритные размеры, мм	820x620x1100
Масса, кг	300
Принудительное охлаждение (вентилятор)	+

Сварочный полуавтомат *****



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

Технические характеристики	*****
Напряжение сети, В	*****
Частота сети, Гц	*****
- Диаметр электрода (стальная проволока)	*****
- Диаметр электрода (порошковая проволока)	*****
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	*****
Мощность привода, Вт	120
Масса, кг, не более	15
Габаритные размеры, мм, не более	650x215x410

3.5. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЫ

- Доставить листовой прокат и уголки на участок заготовительного склада.
- Провести входной контроль: проверить соответствие материалов сертификатам качества материалов
- Доставить листовой прокат и уголки на участок дробеструйной очистки
- *****
- Выполнить *****
- Доставить ***** на слесарный участок
- Выполнить *****
- Выполнить *****
- Доставить заготовки *****
- Установить заготовку в *****
- Сделать *****
- Кантовать *****
- Выполнить сварку *****
- *****
- Выполнить контроль *****
- *****
- *****
- *****
- Транспортировать раму на склад готовой продукции

									Лист.
									42
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

4. КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЫ

Конструирование установки выполняется на основе:

- Изучения чертежей данной конструкции;
- Анализа производственной программы выпуска изделий;
- Техничко-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.

										Лист.
										43
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

4.2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ МОСТОВОЙ ФЕРМЫ

Установка с помощью которой происходит сборка и сварка мостовой фермы (схема представлена на рис 4.1.) представляет собой *****

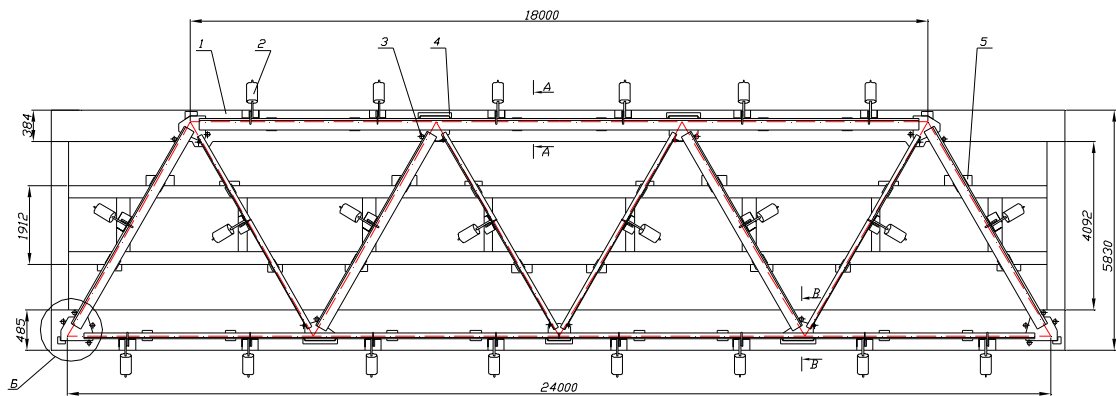


Рис.4.1. Устройство для сборки стенок с втулками

После обварки одной стороны мы кантуем изделие с помощью кантователя с поворотной рамой, который представлено на рис 4.2.

Кантователь состоит из *****

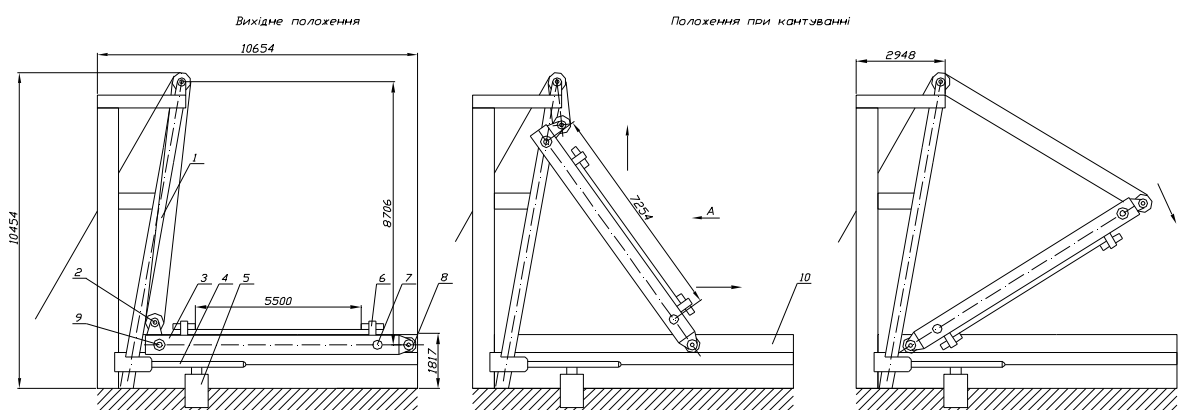


Рис 4.2. Кантователь с поворотной рамой

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.

										Лист.
										45
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

Сварочные операции проводятся с помощью полуавтомата
установленного на поворотной консоли черт 4.3.

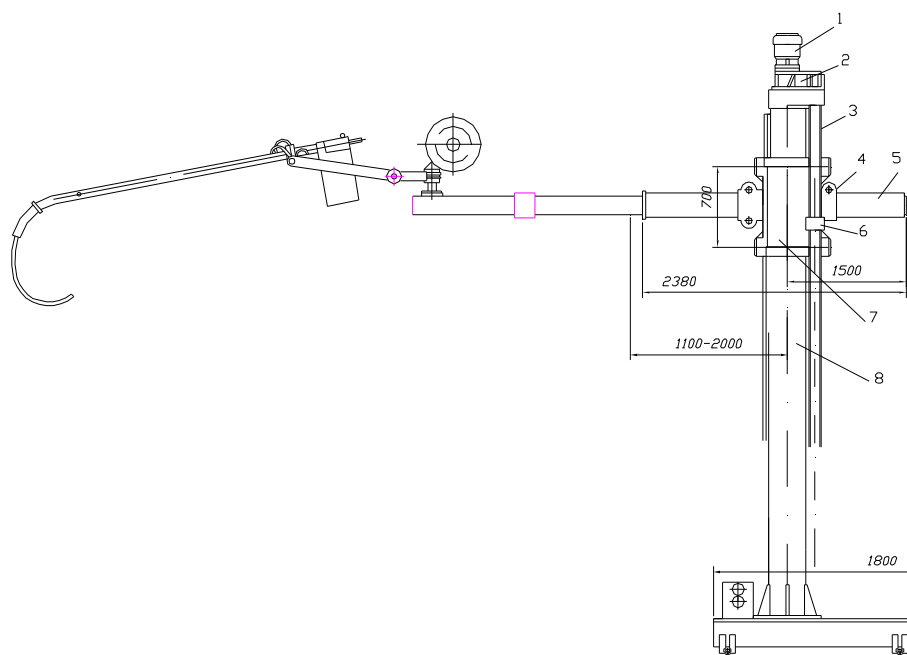


Рис 4.3. Сварочная консоль с полуавтоматом

					Лист.
					46
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Рекомендации по контролю сварных соединений

Аттестация технологии сварки:

Технология сварки при изготовлении и монтаже фермы допускается к применению только после подтверждения ее технологичности на реальных изделиях, проверки всего комплекса свойств сварных соединений и эффективность методов контроля их качества.

Производственная аттестация *****

Характеристики сварных соединений, которые определяются при исследовательской аттестации, выбирают в зависимости от типа и назначения основного металла и условий эксплуатации сварных соединений из перечисленных ниже:

Механические *****

В случае ухудшения свойств или качества сварных соединений относительно уровня, установленного *****

									Лист.
									47
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

Контроль качества во время и после монтажа:

Объем контроля сварных соединений:

- Внешний(визуальный) осмотр - 100%
- *****
- Радиография - *****
- Ультразвуковой контроль - *****

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

- трещин всех видов и направлений;
- *****
- наплывов, прожогов, наличия кратеров;
- *****
- *****;
- 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 *****

									Лист.
									48
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

Основные параметры контроля:

- длина волны или частота ультразвуковых колебаний(дефектоскопа);
- чувствительность;
- *****;
- *****;
- *****;
- *****;
- *****;
- *****;
- *****;
- продолжительность импульса дефектоскопа.

Разработка схемы контроля качества

Схема обеспечения качества базируется на пооперационном контроле процесса изготовления продукции, и представляет собой четкий алгоритм действий при выявлении несоответствий в ходе технологического процесса.

Схема качества запрещает переход от одной операции к другой, если в процессе предыдущей операции возникло какое либо недопустимое несоответствие. Это дает возможность снизить

Благодаря данной схеме мы сможем обеспечить стабильность качества продукции на всем протяжении производственной программы.

									Лист.
									49
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

6. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАСТКИ

6.1. РАСЧЕТ ПНЕВМОЦИЛИНДРА

Рассчитаем диаметр шайбы штока выходя из вышеизложенных условий:

$$P = \frac{F}{S}$$

где: P- сила давления газа в сети; F- исходная сила на штоке;

S- площадь поперечного сечения шайбы штока.

Из этой формулы определяем D:

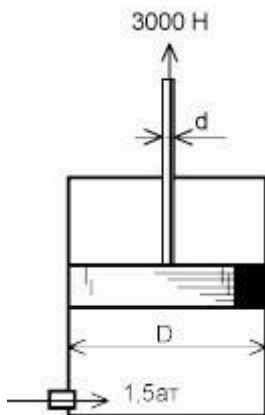


Рис.6.1. Схема для расчета пневмоцилиндра

Из стандартного ряда выбираем диаметр шайбы штока 150 мм, тогда усилие на штоке будет:

Рассчитаем диаметр штока исходя из условия стойкости:

$$\frac{F}{\phi * S} \leq [\sigma]$$

$$\phi = 0,5 \dots 0,6, [\sigma] = 800 \text{ кг/см}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi}} = 0,84 \text{ см} = 8,4 \text{ мм}$$

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2. РАСЧЕТ УПОРОВ:

Рассчитываем катет швов, которыми закреплены упоры

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.						52	1
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под ред. академика Б. Е. Патона. - Г.: Машиностроение, 1974.767с.
2. Сварка в машиностроении. Т. 3/ Под ред. доктора технических наук В. А. Винокурова. -М.: Машиностроение,1979.567с.
3. Сварка в машиностроении. Т. 4/ Под ред. доктора технических наук Ю. Н. Зорина. - М.: Машиностроение,1979.512с.
4. Справочник сварщика/ Под ред. доктора технических наук профессора В. В. Степанова. -М.: Машиностроение,1982.560с.
5. Дуговая сварка в защитных газах/ В. И. Оботуров. - Г. Стройиздат. 1989.229 с.
6. Сопротивление материалов/ Под ред. акад. АН УССР Писаренко Г.С. - 5-е изд., перераб. и доп. - К.: Высшая шк. Главное изд-во, 1986. - 775 с.
7. Расчет и проектирование деталей машин/ Киркач И. Ф., Баласанян Р. А. - Х. Основа, 1991, 456 с.
8. Риморов Е.В. Новые сварочные приспособления/ - Л.: Будиздат, Ленин.изд-е, 1988.- 125 с., ил.

										Лист.
										55
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

