

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»

Кафедра «Оборудование и технологии сварочного производства»

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

Иванов М. А.

2020 г.

«Оптимизация технологии сборки и сварки крановых опор для автокранов
кс-55732»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2020.120 ГВ ВКР

Руководитель работы Ильин И.А.

Автор работы студент группы П-440: Алоян БА.

2020 г.

Нормоконтролёр
старший

преподаватель Безганс
Ю.В.

Челябинск 2020 г.


АННОТАЦИЯ

Алоян Б. А. Оптимизация технологии сборки и сварки крановых опор КС 55732. – Челябинск: ЮУрГУ, СП, 2020, 62 стр. 15 ил. Библиогр. список – 11 наименований, 4 листа чертежей ф. А1, 2 листа плаката ф. А1.

После анализа базового технологического процесса сборки и сварки секции крановых опор КС 55732 предложено механизированную сварку заменить на роботизированную в среде смеси защитных газов.

В проекте разработана технология сборки и сварки секции крановых опор КС 55732 для повышения производительности и оптимизации процесса.

Рассчитаны параметры режимов сварки и выбрано соответствующее сварочное оборудование и материалы. Предложено оборудование для сборки и сварки. Описаны меры контроля для проверки швов. Выписаны применяемые правила на участке для обеспечения комфортных и безопасных условий труда производственных рабочих.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Алоян Б.А.</i>			<i>Оптимизация технологии сборки и сварки крановых опор для автокранов КС- 55732</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Ильин И.А.</i>					4	55
<i>Реценз.</i>						<i>ФГБОУ ВО ЮУрГУ(НИУ) кафедра ОиТСП</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Безганс Ю.В.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Иванов М.А.</i>						

ВВЕДЕНИЕ

Высокая производительность сварочного процесса, высокое качество соединений и экономичное использование металла обеспечивают преимущественное использование металла для изготовления самых разнообразных металлоконструкций, в том числе машиностроительных.

Проектирование сварных конструкций имеет свои специфические особенности. Сварка – не только технологический процесс получения заготовок разнообразной формы и сложности, предназначенных для последующей механической обработки. Сварка – это в первую очередь метод сборки и монтажа конструкций из отдельных элементов, выполняющих различные функции. Высокие эксплуатационные характеристики сварных изделий – результат рациональных конструктивных решений и совершенства технологического процесса сборки и сварки. В результате многолетних усилий проектировщиков и исследователей установлены рациональные формы сварных соединений, обоснованы методы расчета их на прочность.

Потребность в систематическом и глубоком изложении накопленного опыта проектирования сварных конструкций особенно ощущается в машиностроении, для которого характерно непрерывное усложнение условий работы сварных элементов, увеличение разнообразия применяемых материалов и применение практически всех методов сварки.

Создание рациональных сварных конструкций, является комплексной задачей. Конструкция должна иметь не только рациональную форму, но и обеспечена прочностью и технологичностью.

Применение сварки в изготовлении подъемно-транспортных машин (ПТМ) привело к заметному изменению геометрических форм конструкций, созданию новых методов расчета как конструкций в целом, так и отдельных сварных элементов и узлов. Несмотря на многообразие видов подъемно-транспортных машин, работа их металлических конструкций имеет много общего. Это позволяет использовать единые принципы расчета, проектирования и оценки

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

прочности элементов и соединений. Опыт эксплуатации крановых сварных металлоконструкций показывает, что определяющим фактором, от которого зависит их надежность, является выносливость.

Исходным моментом для расчета и проектирования конструкции ПТМ является режим работы. Режимы работы грузоподъемных машин устанавливаются в зависимости от следующих факторов:

- годового и суточного использования крана, т.е. отношения действительного времени его эксплуатации к общему времени существования машины;
- использования металлоконструкций по грузоподъемности, оцениваемого отношением средней массы поднимаемого груза к номинальной грузоподъемности;
- температуры окружающей среды и условий эксплуатации.

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия

Автомобильный кран КС 55732 – с увеличенной четырехсекционной, телескопической стрелой 28,1 м и грузоподъемностью 25 т. Автокран базируется на вездеходном, полноприводном шасси КАМАЗ 43118 (Евро-4), что обеспечивает его надежную работу в условиях бездорожья и районах Крайнего Севера смотреть рисунок 1.1.

Кран предназначен для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, строительно-монтажных работ в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве.

Высокую устойчивость крана, а также отличные грузовысотные характеристики на средних и дальних вылетах в зоне работы 360⁰ увеличенный опорный контур 6,1 х 6,0 м. такой размер опорного контура создается за счет выносных опор.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

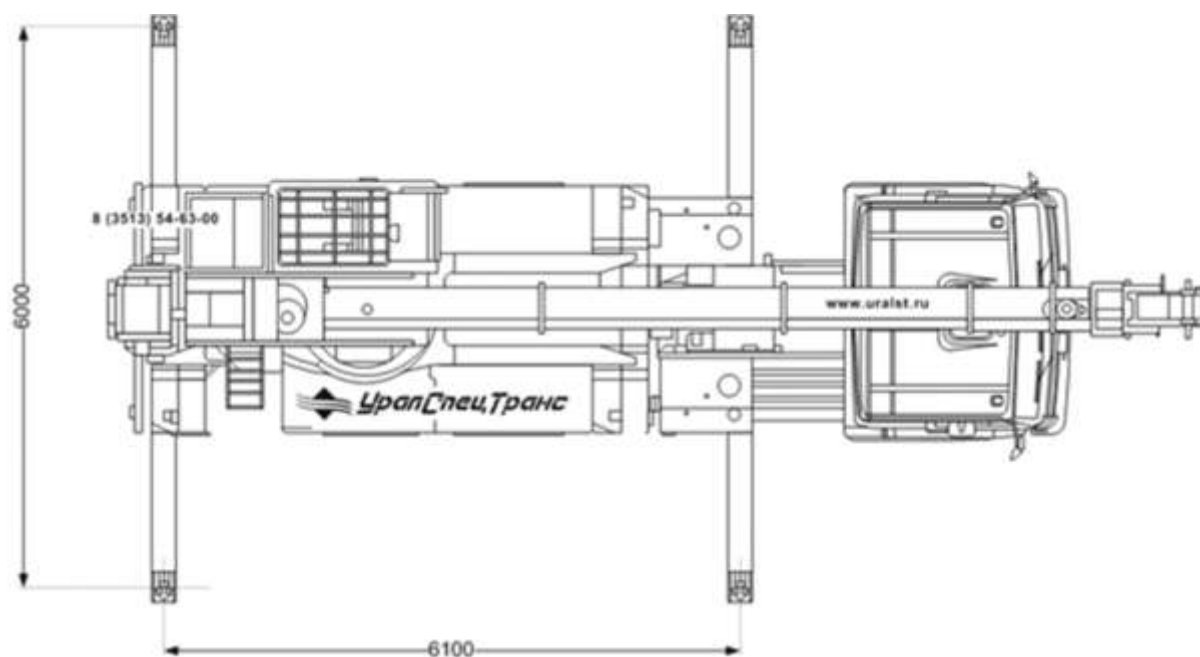


Рисунок 1.1 – Опорный контур крана КС 55732

Технические характеристики автомобильного крана КС 55732 приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1–Технические характеристики крана КС 55732

Основные параметры	
Базовое шасси	Камаз 43118-46
Колесная формула	6x6
Параметры масс автокрана	
Полная масса автокрана, кг	21 950
Нагрузка на переднюю ось, кг	7 110
Нагрузка на заднюю ось, кг	14 840
Двигатель	
Модель	740.662-300 (ЕВРО-4)
Тип	дизельный с турбонаддувом, с промежуточным охлаждением надувочного воздуха
Мощность двигателя, л.с.	300
Параметры крановой установки	
Грузоподъемность максимальная, т	25

Продолжение таблицы

Максимальный грузовой момент, тм	81
Высота подъема на стреле максимальная, м	27,7
Вылет стрелы, м	24
Длина стрелы, м	10,1 - 28,1
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин.	5,1 - 12,0
Скорость посадки, м/мин	0,2
Частота вращения, об/мин.	0,1 - 2,2
Глубина опускания максимальная, м	17
Габаритные размеры автокрана	
Длина, мм	11 200
Ширина, мм	2 500
Высота, мм	3 800
Размер опорного контура	
Длина, мм	6 100
Ширина, мм	6 000

Автомобильные краны являются наиболее маневренными и широко распространенными из всех самоходных кранов. Грузоподъемность автомобильного крана не зависит от грузоподъемности автомобиля, на шасси которого он смонтирован, так как при подъеме груза кран опирается на аутригеры. Однако, чем больше мощность автомобиля, тем больше грузоподъемность созданного на его базе крана.

Выносные опоры служат для обеспечения устойчивости автокрана и разгрузки ходовой части базового автомобиля при работе стрелой. Устойчивость крана повышается благодаря увеличению опорного контура машины.

К выносным крановым опорам предъявляется ряд требований.

Прочность и неизменность положения выносных опор в рабочем положении должна обеспечиваться при любых передаваемых на них нагрузках, включая нагрузки при испытаниях крана.

Домкрат выносной опоры должен быть оборудован пятой, опирающейся на грунт. Конструкция пяты выносной опоры должна позволять воспринимать неровности с уклоном не менее 10^0 .

При испытании гидропривода выдвижения выносных опор в его системе должны быть установлены запорные клапаны, препятствующие снижению давления в гидроцилиндрах в рабочем положении опор.

В конструкции опор должны быть предусмотрены устройства, фиксирующие их от самопроизвольного выдвижения в транспортном положении крана.

Выносная опора автомобильного крана КС 55732 представляет собой сварную конструкцию, изготовленную из стального проката 09Г2С. Опора имеет следующие габариты: длину 2513 мм, ширину – 236 ± 1 мм, высоту 762 мм. Масса конструкции составляет 287,9 кг. Общий вид опоры представлен на рисунке 1.

Опора состоит из следующих элементов: сборочных единиц: сварного короба и сварного кронштейна; деталей: верхнего, нижнего и боковых листов, накладок, вкладыша и платиков смотреть рисунок 1.2.

Сварочные швы выполнены дуговой сваркой в защитном газе сварочной проволокой марки Св-08Г2С диаметром 1,2 мм.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

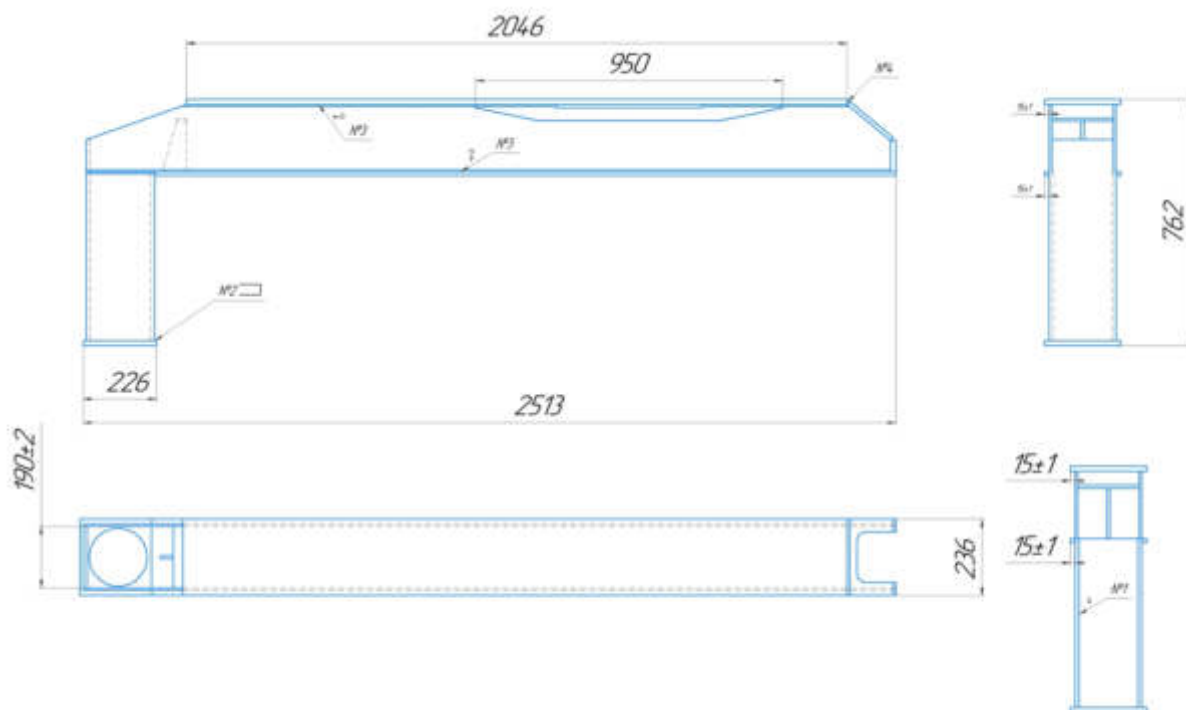


Рисунок 1.2 – Общий вид выносной опоры крана КС 55732

1,2 Материал изделия и его свариваемость

Материал изделия «Опора» - прокат из стали повышенной прочности Опора изготовлена из проката повышенной прочности.

Сталь 09Г2С используется для изготовления сварных конструкций, температурный диапазон использования которых от -70 до 425°C с допустимыми нагрузками на них.

Расшифровка названия стали имеет следующий вид:

- 09 – количественная доля содержания углерода в сплаве (0,09%);
- Г2 – это марганец и его часть в объеме от 1,3 до 2%;
- С – обозначает кремний, отсутствие цифр после символа говорит о том, что его содержание менее 1%. После марки стали 9 через тире пишется категория (например 09Г2С – 12). Категория обозначает на какие нормируемые характеристики был испытан металлопрокат.

Состав стали не ограничивается только тремя легирующими элементами. Состав стали 09Г2С приведен в таблице 1.2.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Таблица 1.2–Химический состав в % материала стали 09Г2С

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Оценим свариваемость стали 09Г2С.

Свариваемость – это комплексная характеристика, определяемая химическими и физическими свойствами стали, способами и режимами сварки, применяемой технологией, а также оценивающая способность стали образовывать сварное соединение, отвечающее заданным эксплуатационным свойствам.

Главным показателем свариваемости, определяющим эксплуатационную надёжность сварных соединений, является их стойкость против образования холодных и горячих трещин в шве и околошовной зоне.

Склонность к образованию трещин можно оценить путем подсчета эквивалентного содержания углерода по формуле 1:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2} \quad (1)$$

Стали с содержанием $C_{\text{экв}} < 0,45$ обладают хорошей свариваемостью и не требуют предварительного подогрева перед сваркой.

Определим эквивалент углерода для стали 09Г2С.

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,035}{2} \approx 0,454$$

Следовательно, сталь 09Г2С обладает удовлетворительной свариваемостью, следовательно, необходим предварительный подогрев.

Температуру предварительного подогрева рассчитываем по формуле 2:

$$T_0 = 350(C_{\text{э}} - 0,25)^{0,5} \quad (2)$$

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

где $C_{э\text{кв}}$ – полный эквивалент углерода, %.

Определим полный эквивалент углерода по формуле 3:

$$C_{э\text{кв}} = C_x + C_p \quad (3)$$

где C_x – химический эквивалент углерода, %; C_p – размерный эквивалент, %;

Определим химический эквивалент углерода по формуле 4:

$$C_x = C + (Mn + Cr)/9 + Ni/18 + 7Mo/90 \quad (4)$$

$$C_x = 0,12 + 2/9 + 0,3/18 = 0,36$$

Определим размерный эквивалент для верхней и нижней части короба по формуле 5:

$$C_p = 0,005 \cdot S \cdot C_x \quad (5)$$

где S – толщина листа, из которого изготовлена часть короба.

Определим размерный эквивалент для верхней части короба толщиной 10 мм:

$$C_p = 0,005 \cdot 10 \cdot 0,36 = 0,018\%$$

Определим размерный эквивалент для нижней части короба толщиной 10 мм:

$$C_p = 0,005 \cdot 10 \cdot 0,36 = 0,018\% \quad (8)$$

Следовательно, для верхней части короба толщиной 10 мм:

$$C_{э\text{кв}} = 0,454 + 0,018 = 0,472\%$$

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для нижней части короба толщиной 10 мм:

$$C_{\text{экв}}=0,454+0,018=0,472\%$$

и, тогда

$$T_0=350 \cdot (0,47-0,25)^{0,5} =164\text{C}^\circ$$

Примем, что температура предварительного подогрева для стенки составляет 160С°.

Основные области использования этой стали – листовая и фасонный прокат. Сталь 09Г2С легко поддается свариванию. Уже перечисленные характеристики позволяют использовать этот материал для изделий, требующих высокой износостойкости. Широкий температурный диапазон позволяет применять этот материал там, где происходят сильные деформации за длительный эксплуатационный срок. При этом граничная температура -70 градусов способствует применению изделий из стали 09Г2С в суровых климатических условиях.

К работам с этой сталью предъявляются особые требования, которые указаны в таблицах 1.3 и 1.4 обуславливаются необходимостью соблюдения технологического процесса.

Таблица 1.3–Механические свойства при T=20⁰С материала 09Г2С

Сортамент	Толщина	Временное сопротивление разрыву, σ_b	Предел текучести для остаточной деформации, σ_T
-	мм	МПа	>345
Листы	до 10 мм	> 490	>325

Относительное удлинение при разрыве (δ_5) для листов всех толщин – не менее 21%.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Сварка элементов из стали осуществляется любым методом без предварительной подготовки поверхности. В результате обеспечивается эффективность использования сварных конструкций, полученных на основе конструкционной стали 09Г2С.

Таблица 1.4—нормы ударной вязкости КСU, кДж/см²

Сортамент	Толщина, мм	При температуре +20 °С	При температуре -40 °С	При температуре -70 °С
Листы	5 - 10	>64	>39	>34
Листы	10 - 160	>59	>34	>29

Конструкционная сталь 09Г2С устойчива к образованию флокенов и отпускной хрупкости. Сварка 09Г2С может выполняться любым методом без ограничений: ручная дуговая, аргодуговая под флюсом в защитной среде, аргонордуговая неплавящимся электродом и контактная сварка. При этом предварительный подогрев и последующая термообработка не требуются. Сварной шов не подвержен возникновению микропор и образованию закалочной структуры.

1.3 Условия эксплуатации изделия

КС 55732 Челябинец – крановая установка российского производства, используемая в строительной и спасательной сфере. Данный аппарат имеет высокий потенциал и рассчитан на работу в труднодоступных условиях. Высокая проходимость и передовые функциональные возможности позволяют использовать КС55732 в монтажно-строительных операциях, перемещать грузы на большие расстояния при температуре воздуха от - 40 до +40 градусов.

Аутригеры представляют собой дополнительные устройства безопасности для автокранов. Они способны выдвигаться на различную высоту, и необходимы для создания устойчивого положения машине. Несложные по конструкции приспособления фактически полностью позволяют разгрузить переднюю ось крана и значительно увеличить опорный уровень подъемной установки

У стреловых поворотных кранов опорные нагрузки на основание распределяются неравномерно. Они зависят не только от веса крана и груза, но и от положения поворотной части крана относительно неповоротной, а также от вылета стрелы. У автомобильных кранов нагрузки на опорную площадку передаются через выносные опоры.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

2.1 Базовый вариант технологического процесса.

Технология изготовления сварного короба заключается в следующем:

Со склада поступает лист металла, из которого в дальнейшем изготавливают части короба и кронштейна. В результате транспортирования металлопроката возможно возникновение неровностей в листе металла, поэтому поступающий на завод листовой металлопрокат с помощью мостового крана грузоподъемностью 5 тонн, отправляется на правку.

Выправленные листы металла повышают стабильность последующих процессов обработки листов металла. Повышая тем самым качество конечного продукта при одновременном сокращении затрат на доработку. Для правки листов используется листопрямильная машина UBR 32*3150 (Рисунок 2.1). Технические характеристики машины приведены в таблице 2.1.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 2.1 – Листоправильная машина UBR 32*3150

Таблица 2.1 – Технические характеристики листоправильной машины UBR 32*3150

Параметр	Значение
Максимальная ширина листов	3150 мм
Максимальная толщина	32 мм
Скорость правки	16 м/мин
Главный привод	85 кВт
Масса	61250 кг
Количество валков	7 шт.
Кол-во ведомых направляющих валков	5 шт.

После правки листы перемещают на место для резки заготовки.

Резка осуществляется на лазерном комплексе Bystar 4025 фирмы Bystronic (Рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Лазерный комплекс Bystar 4025

Лазерный комплекс:

- длина челночного стола 2500 x 8000 мм;
- скорость резки до 10 м/мин.;
- энергия излучения установки 3,5 кВт.

Предназначен для обработки металла толщиной от 0,1 до 10-25 мм и резки трубчатых заготовок с высокой точностью и производительностью, без ограничений по геометрической сложности. Обеспечивает возможность точного формирования гнутых профилей сложного сечения, в том числе замкнутых.

Преимущества перед другими способами обработки металлов:

- не требуется дополнительных вложений на подготовку к процессу производства;
- стоимость изделия зависит только от времени реза, при этом количество однотипных изделий не учитывается;
- грань оплавлена, не возникают микротрещины;
- высокое качество обработки, т.е. узкий рез, идеальная параллельность кромок реза, минимальная зона термического влияния;

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

-остаточные деформации от механического воздействия не возникают.

После резки, детали укладываются и обрабатываются на кромкоскалывающей машине МКС-18У (рисунок 2.3). Технические характеристики кромкоскалывающей машины МКС-18У приведены в таблице 2.2.



Рисунок 2.3 – Кромкоскалывающая машина МКС-18У

Таблица 2.2 – Технические характеристики кромкоскалывающей машины МКС-18У

Напряжение питающей сети , (f=50Гц)	380 В
Скорость обработки	3 метра / мин.
Диапазон регулировки резки углов	22,5°; 30°; 37,5°; 45°; 55°.
Максимальная ширина кромки при стандартном в 30° угле кромки	18 мм
Максимальная высота кромки при стандартном в 30° угле кромки	15,5 мм
Минимальная толщина материала	6 мм
Максимальная толщина материала	38 мм
Масса, включая тележку перемещения	140 кг
Габаритные размеры, мм	705x497x861

Принцип действия:

Заготовки небольшого размера подаются вручную. При обработке заготовок или конструкций больших размеров кромкоскалывающую машину закрепляют непосредственно на краю заготовки без применения дополнительных приспособлений. Затем оператору достаточно направить машину по кромке от начала и снять ее в конце обработки. Кромкоскалывающие машины имеют автоматическую подачу за счет вращательного движения фрезы без дополнительных устройств. Обработка выполняется путем скалывания кромки специальной фрезой.

Преимущества механической подготовки кромок перед термическим (газокислородной и плазменной) способом подготовки кромок:

- универсальная установка которая позволяет обрабатывать кромку как сверху так и снизу
- не происходит изменений физических и химических свойств материалов
- минимизирует затраты труда;
- обеспечивает качественную обработку кромок и гарантирует точное соответствие получаемой кромки стандартам;
- высокая скорость обработки кромки;
- автоматическая подача за счет вращательного движения фрезы без дополнительного устройства (привода);
- высококомобильная, так как имеет малый вес и габаритные размеры;
- экологична (минимум шума, вибрации, нет выделения пыли и продуктов горения);
- для автоматического перемещения вдоль кромки листа и удобства перемещения - установлена на тележку с колесами.

После обработки кромок детали передаются для гибки на листогибочный комплекс Beyerle PR 10 400 IPC (рисунок 2.4).

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оборудование состоит из двух прессов PR 400 x 4100, которые изготовлены по специальному заказу Челябинского механического завода. При этом оба пресса могут работать независимо друг от друга.

Предназначен для высокоточной гибки, штамповки и заковки заготовок длиной до 8 м. Благодаря передовой PR технологии гибки с автоматическим динамическим бомбированием, динамическому управлению усилием гибки, автоматической защите инструмента от перегрузки, температурному контролю, автоматической системе толщины материалов и опциональному интегрированному процессу управления оборудование удовлетворяет самым высоким требованиям.

Комплекс обеспечивает:

- точность по углугиба 15-20 мин. на длине 8 м;
- усилие гибки 800 т на длине 8 м.



Рисунок 2.4 – листогибочный комплекс Beyeler PR 10 400 IPC

С помощью мостового крана лист верхней позиции устанавливается по упорам. На участки сборки при помощи шлифмашинки и скребка детали очищаются от грязи, масел, ржавчины и других загрязняющих веществ по обе стороны не менее 20 мм от сварочных кромок и обрабатывают эти места,

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

антипригарной жидкостью от налипания расплавленного металла, а так же отрезают выводные планки. К верхнему листу цепляются боковые листы, между боковых листов установили по пазам кронштейн и рамки приспособления для обеспечения нужного размера 196мм. Прихват выполняется по типу таврового шва равномерная по длине шва, длина прихватки 15-20 мм, количество прихваток 30мм. Открепив прижимы, убрать рамки приспособления, установленные между боковыми листами. Установив лист нижней позиции на листы боковых позиций, закрепив их винтовыми прижимами. Прихват выполняется по типу таврового шва равномерно по длине шва. Установив короб по пазам на боковых листах, после выполнив прихват по типу таврового соединения равномерно по длине шва для закрепления короба, длина прихватки 5-10мм, количество прихваток 32. Сняв узел с приспособления и установив на подставки в удобное для сборки положение, установив поочередно накладки, платки, листы, выдерживая определенный размер и кантуя 1 раз на 180 градусов. Прихватку выполняем по типу нахлест и тавр равномерно по длине шва. Затем установив накладку, платки, листы выдерживая определенные размеры прихватываем, прихват выполняется по типу нахлест и тавр равномерно по длине шва. Проверяем правильность сборки. Зачистили место прихваток и прилегающие зоны от шлака и брызг.

С помощью мостового крана передаем сборочную единицу на место сварки, покрыв место сварки раствором защищающая от брызг расплавленного металла. Саму сборочную единицу кладут со стороны нижнего листа. Произведив сварку, сварщик может сваривать только в нижнем положении ввиду возможного стекания расплавленного металла при отклонении плоскости шва от горизонтали более чем на $10-15^{\circ}$. Так сварщик кантует сборочную единицу 4 раза на 90 градусов на стенде для сварки (рисунок 2.5.а), производя сварки в нижнем положении с силой тока в диапазоне от 200-220 А и напряжением от 25-27 В. Свариваем такие швы как стыковые, тавровые, нахлест и угловые. Контролируем качество сварных швов внешним осмотром. В процессе сварки, сварщик

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

затрачивает много времени и усилий на кантовку, что не очень оптимизирует производственный процесс.

Сварка осуществляется полуавтоматом Kemppi FastMig KM 500 (рисунок 2.5.б). Технические характеристики приведены в таблице 2.3.

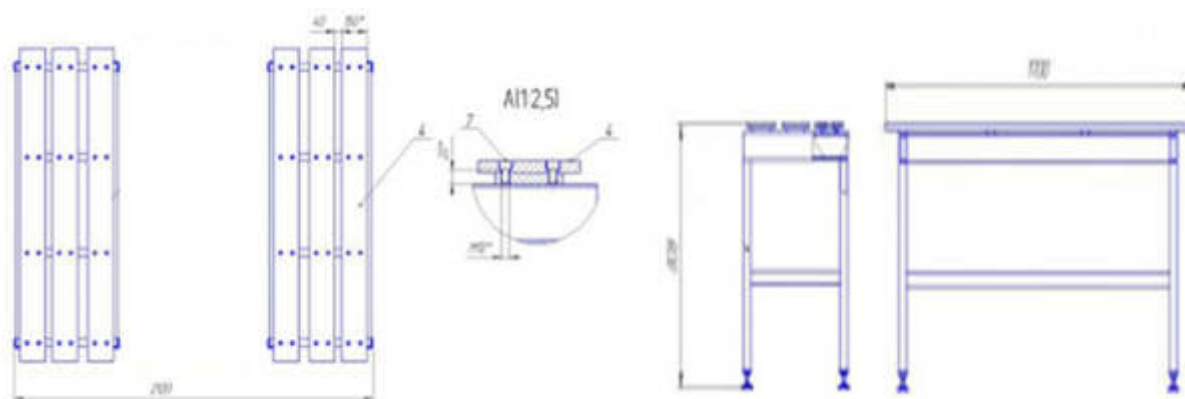


Рисунок 2.5.а – Сборочно-сварочный стенд.



Рисунок 2.5.б – Полуавтомат Kemppi FastMig KM 500

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Таблица 2.3 – Технические характеристики Kemppi FastMig KM 500

Напряжение сети, Гц, В	400 (-15...+20 %)
Номинальная мощность при максимальном токе, кВА	25,9
Напряжение холостого хода, В	65
Коэффициент мощности при макс. токе	0,9
КПД при максимальном токе, %	87
Диапазон сварочных токов и напряжений, MIG , А/В	20 /12... 500 /40
Габаритные размеры, дл. x шир. x выс., мм	590 x 230 x 430
Масса, кг.	36

После остывания сварные швы и околошовная зона зачищается металлической щеткой и скребком. Наплывы и неровности длинного сварного шва обрабатываются с плавным переходом к основному металлу шлифмашинкой. На внутренних поверхностях короба брызги не допускаются.

Контроль качества производят внешним осмотром, а 10% швов подвергают ультразвуковому контролю.

К недостаткам существующей технологии сборки и сварки можно отнести:

1. Недостаточная механизация и автоматизация процесса сборки и сварки на многих этапах изготовления.
2. Большая доля участия мостового крана в процессе производства: перемещение заготовки по цеху на всех этапах изготовления, кантовка короба на этапе сварки.
3. Низкая производительность.

4. В связи с тем, что используется механизированная сварка, есть большая вероятность возникновения дефектов в сварных швах.

Эти недостатки приводят к увеличению времени на проведение сварки, увеличению межоперационных временных промежутков и возможным дефектам.

Целью дипломного проекта является автоматизация процессов сборки и сварки, для оптимизации и повышение производительности.

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

2.2.1 Выбор способа сварки

Оптимизация-это достижение наилучшего варианта какого-либо процесса. Выбор того или иного способа сварки заключается в сравнении целого ряда показателей, соответствующих тому или иному способу сварки. Способ сварки в значительной мере определяет не только качество и трудоемкость изготовления изделия, но и весь технологический процесс в целом.

Ручная дуговая сварка электродами с покрытием в настоящее время остаётся одним из самых распространённых методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможностью выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах, труднодоступных для механизированных способов сварки. Существенный недостаток ручной дуговой сварки покрытыми электродами, так же как и других способов ручной сварки, - малая производительность процесса и зависимость качества сварного шва от практических навыков сварщика. Дуговая сварка под флюсом нашла широкое применение в промышленности при производстве конструкций из сталей, цветных металлов и сплавов. Это объясняется высокой производительностью процесса и высоким качеством и стабильностью свойств сварного соединения, улучшенными условиями работы, более низким, чем при ручной сварке, расходом сварочных материалов и электроэнергии. К недостаткам способа относится возможность сварки только в нижнем положении ввиду возможного стекания

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

расплавленных флюса и металла при отклонении плоскости шва от горизонтали более чем на 10-15°.

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. По сравнению с другими способами сварка в защитных газах плавящимся электродом обладает рядом преимуществ: высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины; возможность сварки в различных пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при механизированной сварке; отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака; высокая производительность и лёгкость механизации и автоматизации; низкая стоимость при использовании активных защитных газов. К недостаткам способа по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против светового и теплового излучения дуги, а так же квалификация сварщика при механизированной сварке.

Роботизированная сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ: определения последовательности выполнения сварки; возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при сварке; отсутствие операций по засыпке и уборке флюса ; высокая производительность и лёгкость механизации и автоматизации; время подачи защитного газа до начала и после окончания сварки. Роботизированная сварка оптимизирует и минимизирует время, что впоследствии хорошо скажется на производительности, увеличивая количество готовых изделий. К сожалению, у всего есть свои недостатки. К недостаткам робота-сварщика является: относится жесткие допуски на сборку и позиционирование, обучение персонала управлению и программированию.

Несмотря на указанные недостатки для качественных сварных швов предлагается роботизированная сварка в защитных газах, так как преимущества и оптимизация этих способов с избытком перекрывают их недостатки. Кроме того, осуществление ряда мероприятий позволит устранить некоторые отрицательные стороны этих способов.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

2.2.2 Выбор сварочного оборудования

Для механизированной сварки применяем полуавтомат Kemppi FastMig KM 500 используемый в базовом технологическом процессе, смотреть таблицу 2.4.

В инновационная технологическом процессе используется сверхэкономичная версия стандартного шестиосевого робота ARB 1520ID (рисунок 2.7) с короткой рукой позволяет сократить продолжительность циклов при выполнении огромного набора операции по высокоскоростной сварке и резке. Сократит время сваривания и оптимизирует процесс так как робот может сваривать под большей силой тока, а следовательно увеличивается скорость сварки. Технические характеристики приведены в таблицу 2.5.

Кантователь ГРП-КД-1-ПЦ (рисунок 2.6). Он представляет собой двухстоечную серию, предназначен для синхронного подъема и кантования на любой угол крупногабаритных тел различной грузоподъемности. Применяется в сборочно-сварочных работах, обеспечивает безопасность работ, освобождает грузоподъемные механизмы. Сменив стойку на кантователь, оптимизировался процесс, а следовательно повысилась производительность. Состоит из передвижной стойки (колонна, рельсовый путь, тележку), червячный мотор-редуктор, насадки для крепления деталей, стационарная стойка.

Сварочный выпрямитель представляет собой устройство для преобразования переменного тока в постоянный (выпрямленный).

Сварочные выпрямители считаются наиболее перспективным типом источников питания постоянного тока и обладают рядом преимуществ:

- 1.Высокий коэффициент полезного действия.
- 2.Широкие пределы регулирования сварочного тока и напряжения.
- 3.Высокие динамические свойства.
- 4.Повышенные технико-экономические показатели.
- 5.Надежность в эксплуатации, простота в обслуживании и ремонте, бесшумность.
- 6.Отсутствие вращающихся частей.

Технические характеристики приведены в таблицах 2.4 и 2.5

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Таблица 2.4 – Технические характеристики ВДУ-506

Тип источника	ВДУ-506
Напряжение сети, В	380
Номинальный сварочный ток, А	500
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60-500
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	805×600×1030
Масса источника питания, кг	275

Таблица 2.5 – Технические характеристики сварочного робота ARB 1520ID

Число осей	6
Максимальная грузоподъемность, кг	14
Точность позиционирования, мм	±0,2
Рабочий диапазон, мм	1500
Допустимая температура, °С	От 0 до+45
Допустимая влажность, %	20-80
Масса сварочного робота, кг	740



Рисунок 2.6 – Кантователь ГРП-КД-1-ПЦ

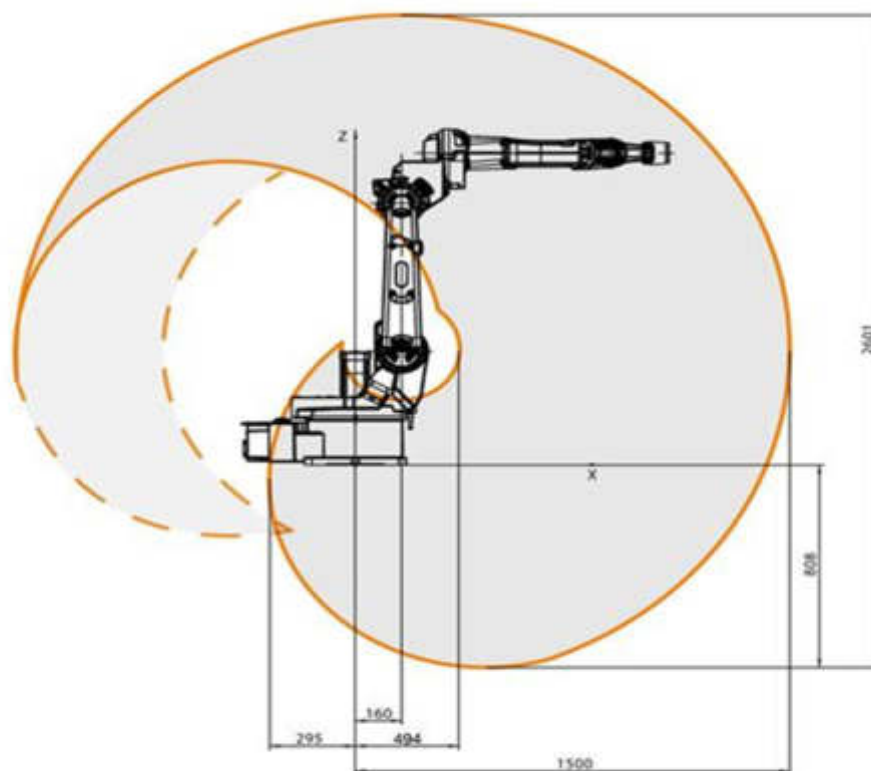


Рисунок 2.7 – Сварочный робот IRB 1520ID

2.2.3 Выбор сварочных материалов

Выбор сварочной проволоки

Химический состав проволоки и основного металла должны быть схожи и соответствовать ему по механическим свойствам. Исходя из этого, выбираем неомедненную сварочную проволоку ESAB aristorod 13.29 ТУ 1227-20-55224353. Проволока удовлетворяет требованиям стандарта РД 22-16-2005 машины грузоподъемные. Выбор материалов для изготовления, ремонта и реконструкции сварных стальных конструкций. Химический состав и механические свойства проволоки приведены в таблицах 2.6 и 2.7.

Таблица 2.6 – Химический состав проволоки ESAB aristorod 13.29 (%)

C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Mo
0,06	0,6	1,6	0,3	1,4	0,07	0,25

Таблица 2.7 – Механические свойства проволоки ESAB aristorod 13.29

Предел прочности, σ_b , МПа	Предел текучести, σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость, Дж/см ²	
820	750	19	+20 С°	110 Дж
820	750	19	-20 С°	95 Дж
820	750	19	-30 С°	90 Дж

Проволоки ЭСАБ AristoRod – новое поколение неомедненных проволок для МАГ сварки. Они обладают отличными сварочными характеристиками, особенно для механизированной и роботизированной сварки, благодаря разработке новой технологии обработки поверхности – ASC (Advanced Surface Characteristics – Современные характеристики поверхности).

Качество подачи – слабое место для многих омедненных проволок. Во время подачи проволоки при контакте с подающими роликами и из-за трения в проволокопроводе происходит отшелушивание частиц меди с поверхности проволоки. При нерегулярной чистке проволокоподающей системы это приводит к неравномерности подачи и вынужденным простоям. Качество омедненных проволок определяется в первую очередь сцеплением медного слоя с поверхностью проволоки.

Достоинства проволок AristoRod, произведенных с использованием технологии ASC:

- Стабильный перенос тока от наконечника к проволоке. В результате стабильной становится дуга (даже при больших токах) и обеспечивается струйным переносом электродного металла, что позволяет уменьшить разбрызгивание металла. Технология ASC обеспечила перенос тока аналогичный переносу тока, омедненными проволоками, но с меньшими колебаниями величины тока и с меньшим падением напряжения. Это положительно влияет на характеристики возбуждения дуги, которые играют исключительно важную роль

при МАГ сварке с частыми пусками и остановками, например, при роботизированной сварке.

- Уменьшение трения в системе подачи. Результатом является плавная бесперебойная подача без засорения проволокопроводов и горелок. Уровень износа контактных наконечников соответствует износу от лучших омедненных проволок.

- Отсутствие отложения меди в системе подачи. Уменьшение простоев для очистки.

- Поверхность проволоки защищена от коррозии.

Проволоки AristoRod с технологией ASC увеличивают эффективность загрузки сварочного поста и уменьшают необходимость удаления брызг после сварки, что снижает стоимость сварки. Эти проволоки можно применять для ручной, механизированной и роботизированной сварки. Преимущества этих проволок особенно ощутимы при высоких скоростях подачи, при которых наблюдается интенсивное накопление частиц меди при применении омедненных проволок, приводящих к возникновению проблем подачи.

Выбор защитного газа

Если рассматривать применение сварочных газов только с точки зрения полученной, наилучшей защиты реакционного пространства сварочной дуги от наружного воздуха, то оптимальным защитным газом будет аргон. Аргон тяжелее воздуха (плотность 1,78 кг/м³), обладает низким потенциалом ионизации (15,7 В), не вступает в химические взаимодействия с другими элементами и в достаточных количествах содержится в свободном виде (0,9325% об., или 0,00007% вес.) [7], что позволяет получать его из воздуха в ректификационных установках. В настоящее время аргон широко применяется в качестве защитного газа при сварке алюминиевых сплавов и высоколегированных сталей (особенно нержавеющей хромоникелевых). Однако при сварке углеродистых и низколегированных сталей основных структурных классов на российских предприятиях основным защитным газом для MIG/MAG процесса продолжает оставаться углекислый газ CO₂.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Между тем применение смеси газов на основе аргона позволяет повысить температуру сварочной дуги, что улучшает проплавление сварного шва, увеличивая производительность сварки в целом.

В качестве защитных газовых смесей для сварки плавящимся электродом во всех промышленно развитых странах давно уже не применяют чистый углекислый газ. Для этого используются газовые смеси. От выбора защитной газовой смеси зависит качество сварки. Применение газовых смесей приводит к повышению производительности сварочных работ. Гораздо более значителен эффект от их применения по предприятию в целом. Например, применение газовых смесей при полуавтоматической сварке металла, подлежащего дальнейшей покраске, не требует больших затрат для зачистки сварного шва и околошовной зоны. Сварной шов получается вполне пригодной для дальнейшей покраски формы и чистоты. Это обеспечивает значительное повышение производительности труда при дальнейших работах со сваренными изделиями на предприятии. Кроме того, применение газовых смесей при полуавтоматической сварке обеспечивает еще и повышенные свойства металла сварного соединения. Данные защитные газовые смеси применимы для электродуговой сварки как углеродистых, так и легированных сталей.

Если сравнить два способа защиты сварочной ванны (чистый углекислый газ или аргон содержащие многокомпонентные газовые смеси), то можно сделать выводы в пользу применения многокомпонентных газовых смесей. Использование газовых смесей имеет следующие преимущества:

- за счет более высокой температуры дуги повышается производительность сварки;
- за счет появления мелкокапельного или струйного переноса снижается разбрызгивание электродного металла;

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- увеличивается глубина проплавления при одновременном уменьшении ширины наплавленного валика;

- более плавное становится линия перехода от наплавленного металла к основному металлу, что уменьшает вероятность образования очагов трещинообразования в зоне сплавления;

Исходя из выше сказанного, в качестве защитного газа выбираем смесь

К 18 (82% Ar + 18%CO₂) ТУ 2114-004-00204760-99. Это наиболее универсальная из всех смесей для конструкционных сталей. Подходит практически для всех типов материалов.

2.2.4 Выбор параметров режима сварки

Определение параметров технологического процесса дуговой сварки является ключевым звеном технологической подготовки производства сварных конструкций. Формализация этой процедуры сложна вследствие многообразия факторов, влияющих на качество сварного соединения и материальные затраты на него.

Важной задачей является обеспечение не только минимальной себестоимости и высокой производительности процесса, но и отсутствие дефектов, хорошая форма сварного соединения и т. д.

Параметрами режима сварки в защитных газах являются: род тока (постоянный — переменный, полярность для постоянного тока), диаметр электродной проволоки $d_э$, ток сварки $I_{св}$, напряжение на дуге $U_д$, скорость сварки $V_{св}$, скорость подачи электрода $V_{пп}$, расход газа, вылет электрода $l_э$. Параметры сварки также зависят от вида шва, который показан на рисунке 2.7.

Сварку в защитных газах ведут на постоянном токе обратной полярности.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

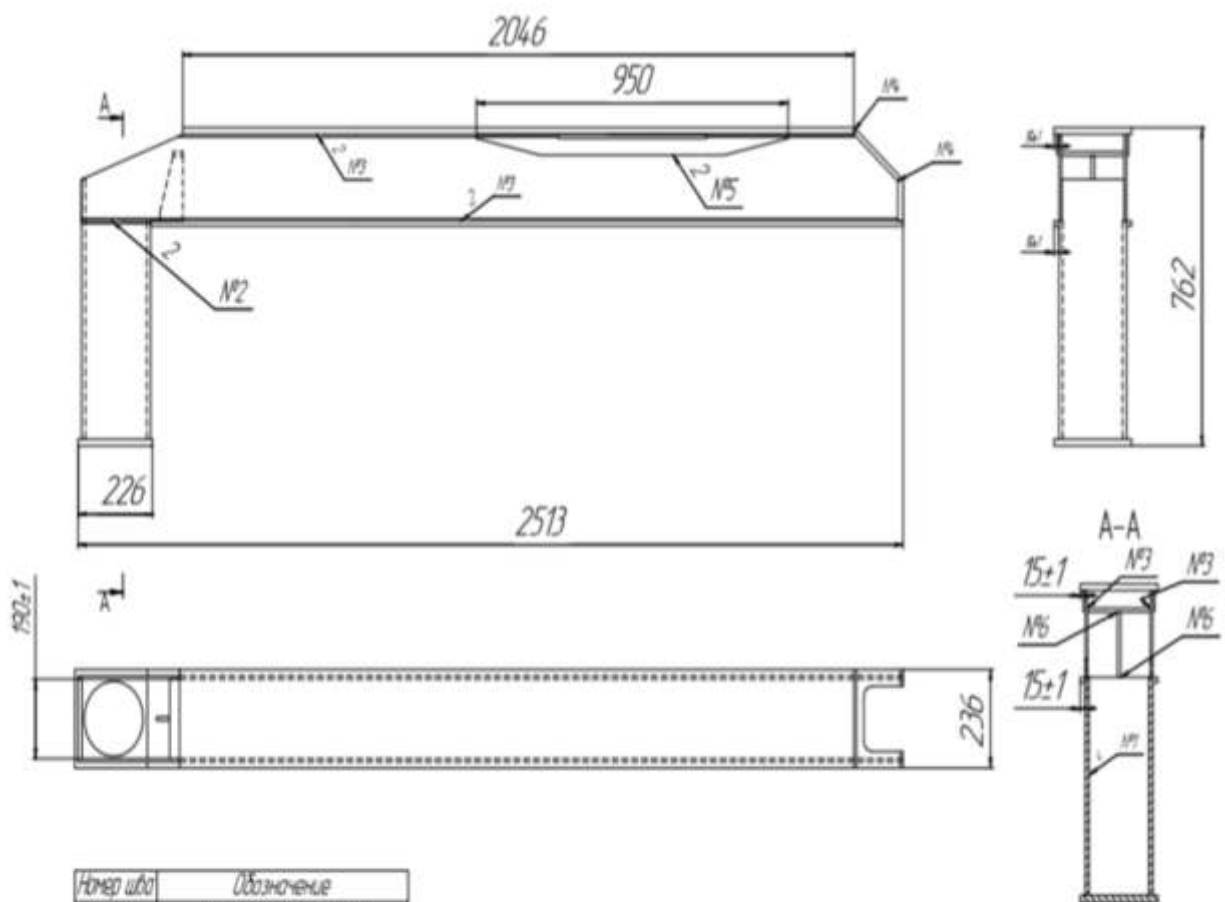


Рисунок 2.7 – номера швов и деталей

Выбор диаметра электрода

Диаметр электрода предварительно выбирают в зависимости от толщины металла в соответствии с данными таблицы 2.8.

Таблица 2.8 – допустимые значения толщины металла и электрода

Параметр	Значение				
	S, мм	0,8-2,0	3,0-8,0	8,0-14,0	16,0-20,0
dэ, мм	0,8-1,2	1,2-1,6	1,2-2,0	1,4-3,0	1,6-4,0

где dэ – диаметр электрода,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.01.2020.120.00ПЗ

Лист

34

S – толщина металла.

Выбираем $dэ = 1,2$ мм - для механизированной и автоматической сварки.

Устанавливаем плотность тока опытным путем в зависимости от диаметра смотреть таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – допустимая плотность тока на вылете электрода для сварки в защитных газах

Параметр	Значение		
	$dэ$, мм	1,2	1,4
j , А /мм	95...290	90...250	80...200

Определение вылета электрода

Вылет электрода влияет на стабильность процесса и формирования размеров шва. С увеличением вылета возрастает коэффициент расплавления, разбрызгивания. При малом вылете увеличивается набрызгивание на сопло, затрудняется наблюдение за процессом. Вылет электрода $Lэ$ устанавливают опытным путем в зависимости от диаметра электрода смотреть таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – связь диаметра электрода и вылета электрода

Параметр	Значение				
	$dэ$, мм	до 0,8	1,0-1,4	1,6-2,0	2,5-3,0

Продолжение таблицы

Lэ, мм	5-12	8-15	15-25	18-30	20-35
--------	------	------	-------	-------	-------

где Lэ – вылет электрода.

Lэ=8-15 мм – для механизированной и роботизированной сварки.

Расчет роботизированной сварки-1

Шов №1 смотреть рисунок 2.8.

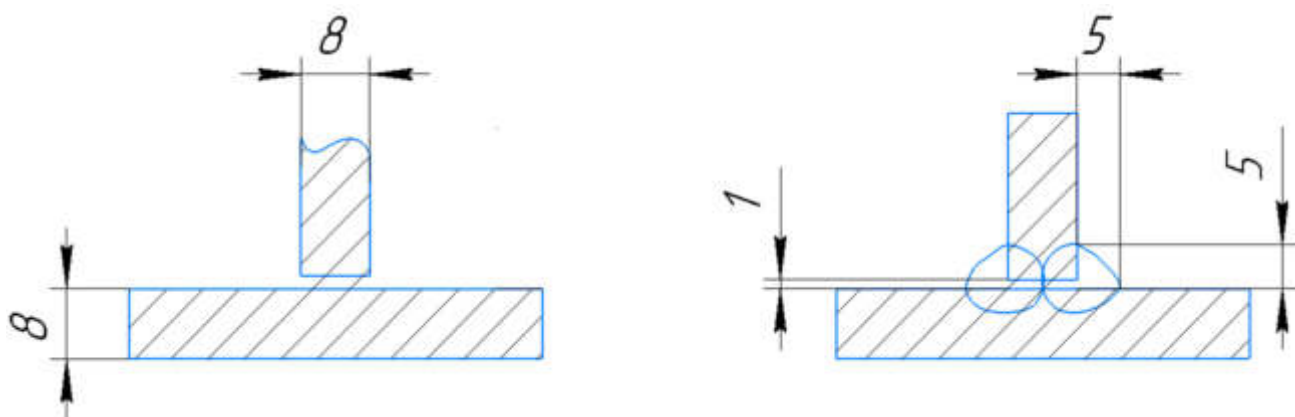


Рисунок 2.8 – шов №1 по ГОСТ 14771-76-Т3-УП

1. Определение глубины проплавления по формуле 12:

$$H_{\text{пр}} = S/2 + 1 \text{ мм.} \quad (12)$$

$$H_{\text{пр}} = 4 + 1 = 5 \text{ мм} = 0,5 \text{ см.}$$

2. Тогда силу сварочного тока определим по формуле 13:

$$I_{\text{св}} \approx (70 \div 90) H_{\text{пр}} \text{ А.} \quad (13)$$

$$I_{\text{св}} \approx (70 \div 90) \cdot 5 = 350 \text{ А}$$

3. Назначают скорость сварки, U_{св} по формуле 14:

$$v_{\text{св}} = \frac{\alpha_p I_{\text{св}}}{3600 \gamma F_{\text{н}}} \text{ см/с.} \quad (14)$$

$$v_{\text{св}} = \frac{17 \cdot 350}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,2} = 1,1 \text{ см/с.}$$

4. Определение напряжения дуги по формуле 15.

$$U_d = 20 + \frac{0,05I_{св}}{d_э^{0,5}} \pm 1,0 \text{ В.} \quad (15)$$

$$U_d = 20 + \frac{0,05 \cdot 350}{1,095} \pm 1,0 = 37 \text{ В.}$$

5. Рассчитывают значение погонной энергии дуги по формуле 16.

$$q_n = 0,24 I_{св} U_d \eta_{и} / v_{св} \text{ кал/см.} \quad (16)$$

$$q_n = 0,24 \cdot 350 \cdot 37 \cdot 0,9 / 1 = 2542,9 \text{ кал/см.}$$

Для сварки под постоянным током обратной полярности принимают значение коэффициента $\eta_{и} = 0,9$.

6. Определяют значение коэффициента формы шва по формуле 17.

$$\Psi_{пр} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \frac{d_э U_d}{I_{св}} \quad (17)$$

$$\Psi_{пр} = 1,08 \cdot (19 - 0,01 \cdot 350) \cdot \frac{1,2 \cdot 37}{350} = 2,12.$$

7. Находят глубину провара по формуле 18.

$$H_{пр} = 2 \sqrt{\frac{q_n}{\pi e \gamma T_{пл} \Psi_{пр}}} = A \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{пр}}} \text{ см.} \quad (18)$$

$$H_{пр} = 0,0156 \sqrt{\frac{2542,9}{2,12}} = 0,54 \text{ см.}$$

8. Находят ширину шва по формуле 19.

$$B = H_{пр} \cdot \Psi_{пр} \text{ мм.} \quad (19)$$

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$B = 5,6 \cdot 2,12 = 11,45 \text{ мм.}$$

9. Назначают вылет электрода по формуле 20.

$$l_э \approx 10d_э, \text{ см.} \quad (20)$$

$$l_э \approx 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм.}$$

10. Определяют значение коэффициента α_p . При сварке постоянным током обратной полярности составляющая коэффициента расплавления по формуле 21,22.

$$\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p = 16,16 + 4,56 = 20,62 \quad (21)$$

$$\alpha_p = 16,16 + 4,56 = 20,62$$

$$\alpha'_p = 11,6 \text{ г/Ач.}$$

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600Q_{п.п}}{q_э I_{св}} \quad (22)$$

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 \cdot 144,1}{325 \cdot 350} = 5,56 \text{ г/Ач.}$$

Определим значения количества теплоты расходуемая на подогрев по формуле 23.

$$Q_{п.п} = 0,1884 j^2 \rho_0 d_э^2 \left[\frac{v_э \cdot (e^{-p^2-1})}{a \cdot \alpha \cdot \beta} - \frac{\alpha(T_{пл} - T_0)}{p_1} \right] = 144,1 \text{ кал.} \quad (23)$$

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

11. Определяют значение коэффициента потерь на разбрызгивание и угар для механизированной сварки в среде защитных газов по формуле 24.

$$\Psi_{\Pi} = -4,72 + 0,176j - 0,000448j^2 \quad (24)$$

$$\Psi_{\Pi} = -4,72 + 0,176 \cdot 280 - 0,000448 \cdot 280^2 = 9,5 \% = 0,095.$$

12. Определяем площадь поперечного сечения наплавленного металла F_{Π} , по формуле по формуле 25.

$$F_{\Pi} = \frac{\alpha_p I_{\text{св}} (1 - \Psi_{\Pi})}{3600 \gamma_{\text{св}}} \text{ мм.} \quad (25)$$

$$F_{\Pi} = \frac{20,62 \cdot 350 \cdot (1 - 0,069)}{3600 \cdot 7,8 \cdot 1,1} = 0,18 \text{ см}^2 = 18 \text{ мм}^2.$$

В результате пересчёта для углового шва таврового соединения получим: 18 мм. Определим размер катета шва по формуле 26.

$$K = \sqrt{2} \sqrt{F_{\Pi}} \text{ мм.} \quad (26)$$

$$K = \sqrt{2} \cdot \sqrt{18} = 6 \text{ мм.}$$

Шов №2 смотреть рисунок 2.9.

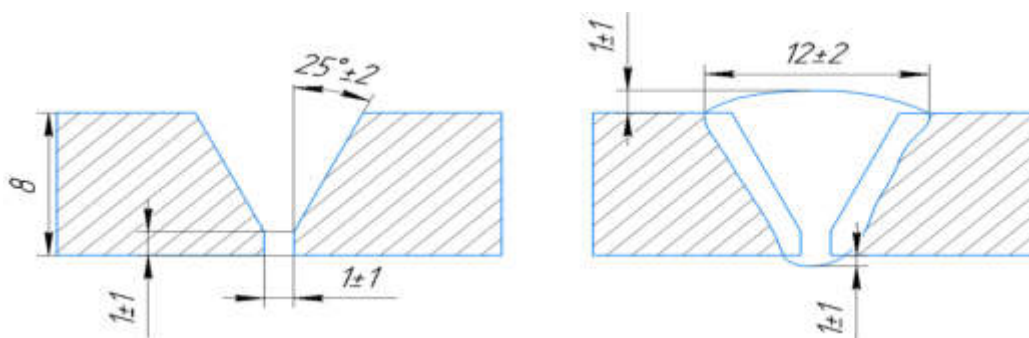


Рисунок 2.9 – шов №2 по ГОСТ 14771-76-С17-УП

1. Определение глубины проплавления по формуле 12.

$$H_{\text{пр}} = S/2 + 1,5 \text{ см.} \quad (12)$$

$$H_{\text{пр}} = 4 + 1,5 = 5,5 \text{ мм} = 0,55 \text{ см.}$$

2. Тогда силу сварочного тока определим по формуле 27.

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_3}{4} \cdot [i] \text{ А.} \quad (27)$$

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 270 = 305 \text{ А.}$$

3. Определяем напряжение дуги по формуле 15.

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 \text{ св}}{d_3^{0,5}} \pm 1,0, \text{ В.} \quad (15)$$

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 \cdot 305}{1,095} \pm 1,0 = 35 \text{ В.}$$

4. Определяем скорость сварки по формуле 14.

$$v_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{р}} I_{\text{св}}}{3600 \gamma_{\text{FH}}}, \text{ см/с.} \quad (14)$$

$$v_{\text{св}} = \frac{11,6 \cdot 305}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,2} = 0,63 \text{ см/с.}$$

5. Определяем значение погонной энергии дуги по формуле 16.

$$q_{\text{п}} = 0,24 I_{\text{св}} U_{\text{д}} \eta_{\text{и}} / v_{\text{св}}, \text{ кал/см.} \quad (16)$$

$$q_{\text{п}} = 0,24 \cdot 305 \cdot 35 \cdot 0,9 / 0,63 = 3660 \text{ кал/см.}$$

Для сварки постоянным током обратной полярности принимают значение коэффициента $\eta_{\text{и}} = 0,9$.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Определяют значение коэффициента формы шва по формуле 17.

$$\Psi_{\text{пр}} = k'(19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \frac{d_3 U_d}{I_{\text{св}}} \quad (17)$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 0,98 \cdot (19 - 0,01 \cdot 305) \cdot \frac{1,2 \cdot 35}{305} = 2,15$$

5. Находят глубину провара по формуле 18.

$$H_{\text{пр}} = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\pi e c \gamma T_{\text{пл}} \Psi_{\text{пр}}}} = A \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\Psi_{\text{пр}}}}, \text{ мм.} \quad (18)$$

$$H_{\text{пр}} = 0,0156 \sqrt{\frac{3660}{2,15}} = 0,6 \text{ см} = 6 \text{ мм.}$$

6. Находят ширину шва по формуле 19.

$$B = H_{\text{пр}} \cdot \Psi_{\text{пр}}, \text{ см.} \quad (19)$$

$$B = 5,5 \cdot 2,15 = 11,8 \text{ мм} = 1,18 \text{ см.}$$

7. Определяют значение коэффициента α_p . При сварке постоянным током обратной полярности составляющая коэффициента расплавления по формуле 21,22.

$$\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p \quad (21)$$

$$\alpha_p = 14,96 + 3,35 = 18,31$$

$$\alpha'_p = 11,6 \text{ г/Ач.}$$

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600}{q_3 I_{\text{св}}} \text{ п.п.}, \text{ г/Ач.} \quad (22)$$

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 \cdot 92,41}{325 \cdot 305} = 3,35 \text{ г/Ач.}$$

Определим значения количества теплоты расходуемая на подогрев по формуле 23.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$I_{св} \approx (70 \div 90)H_{пр} \text{ А.} \quad (13)$$

$$I_{св} \approx (70 \div 90) \cdot 5,5 = 385 \text{ А}$$

3. Определение напряжения дуги по формуле 15.

$$U_{д} = 20 + \frac{0,05I_{св}}{a_3^{0,5}} \pm 1,0, \text{ В.} \quad (15)$$

$$U_{д} = 20 + \frac{0,05 \cdot 385}{1,095} \pm 1,0 = 39 \text{ В.}$$

4. Определяют значение коэффициента потерь на разбрызгивание и угар для механизированной сварки в среде защитных газов по формуле 24.

$$\Psi_{п} = -4,72 + 0,176j - 0,000448j^2 \quad (24)$$

$$\Psi_{п} = -4,72 + 0,176 \cdot 290 - 0,000448 \cdot 290^2 = 9,5 \% = 0,084.$$

5. Определяют значение коэффициента α_p . При сварке постоянным током обратной полярности составляющая коэффициента расплавления по формуле 21 и 22.

$$\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p \text{ г/Ач.} \quad (21)$$

$$\alpha'_p = 11,6 \text{ г/Ач.}$$

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600Q_{п.п}}{q_3 I_{св}} \text{ г/Ач.} \quad (22)$$

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 \cdot 199,54}{325 \cdot 385} = 5,74 \text{ г/Ач.}$$

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. Определим значения количества теплоты расходуемая на подогрев по формуле 23.

$$Q_{п.п} = 0,1884j^2 \rho_0 d_3^2 \left[\frac{v_э \cdot (e^{-p^2-1})}{a \cdot \alpha \cdot \beta} - \frac{\alpha(T_{пл} - T_0)}{p_1} \right] = 199,54 \text{ кал.} \quad (23)$$

7. Определяем площадь поперечного сечения наплавленного металла F_H , по формуле по формуле 25.

$$F_H = \frac{\alpha_p I_{св} (1 - \Psi_{п})}{3600 \gamma v_{св}} \text{ мм.} \quad (25)$$

$$F_H = \frac{23 \cdot 385 \cdot (1 - 0,084)}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,8} = 0,21 \text{ см}^2 = 21 \text{ мм}^2$$

8. Назначают скорость сварки по формуле 14.

$$v_{св} = \frac{\alpha_p I_{св}}{3600 \gamma F_H} = \text{см/с.} \quad (14)$$

$$v_{св} = \frac{11,6 \cdot 385}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,21} = 0,8 \text{ см/с.}$$

9. Рассчитывают значение погонной энергии дуги по формуле 16.

$$q_n = 0,24 I_{св} U_d \eta_{и} / v_{св} \text{ кал/см.} \quad (16)$$

$$q_n = 0,24 \cdot 385 \cdot 39 \cdot 0,9 / 0,8 = 3995 \text{ кал/см.}$$

Для сварки постоянным током обратной полярности принимают значение коэффициента $\eta_{и} = 0,9$.

10. Определяют значение коэффициента формы шва по формуле 17.

$$\Psi_{пр} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \frac{d_э U_d}{I_{св}} \quad (17)$$

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Psi_{\text{пр}} = 1,09 \cdot (19 - 0,01 \cdot 385) \cdot \frac{1,2 \cdot 39}{385} = 2$$

11. Находят глубину провара по формуле 18.

$$H_{\text{пр}} = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\pi e c \gamma T_{\text{пл}} \Psi_{\text{пр}}}} = A \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\Psi_{\text{пр}}}} \text{ см.} \quad (18)$$

$$H_{\text{пр}} = 0,0156 \sqrt{\frac{3995}{2}} = 0,65 \text{ см.}$$

12. Находят ширину шва по формуле 19.

$$B = H_{\text{пр}} \cdot \Psi_{\text{пр}} \text{ мм.} \quad (19)$$

$$B = 6,5 \cdot 2 = 13 \text{ мм.}$$

13. Назначают вылет электрода по формуле 20.

$$l_{\text{э}} \approx 10d_{\text{э}}, \text{ мм.} \quad (20)$$

$$l_{\text{э}} \approx 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм.}$$

Определим общую высоту шва по формуле 28.

$$D = H + C, \text{ мм.} \quad (28)$$

$$D = 6,5 + 3,09 = 9,59 \text{ мм.}$$

Все требования к размерам шва удовлетворены и на этом расчёт может быть закончен.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Из расчетов могу сделать вывод что скорость сварки робота выше чем механизированной сварки, а значит мы оптимизировали и ускорили процесс сварки.

Определение КПД дуги

Эффективный коэффициент полезного действия дуги η для сварки в среде защитных газов имеет значения в пределах 0,75-0,9. Примем значение $\eta = 0,8$.

2.2.5 Способы и средства контроля качества

Входной контроль.

Качество сварки можно обеспечить при условии, что качество исходных материалов удовлетворяет предъявляемым к ним требованиям. В отношении

основного металла, прежде всего, необходимо установить соответствие данных сертификата, требуемым нормативно-технической документации, заложенной в проекте и технологическом процессе.

Сварочную проволоку следует проверять на чистоту поверхности, наличие покрытий, не желательных для заданного технологического процесса сварки. При необходимости необходимо выполнить пробную сварку, для подтверждения механических и технологических свойств применяемых сварочных материалов.

Текущий контроль.

Текущий контроль технологии изготовления сварной конструкции включает в себя контроль сборки узлов под сварку и соблюдением режимов сварки, которые установлены в техпроцессе. В свариваемых изделиях следует проверить их общую форму и размеры, шероховатость и геометрию разделки свариваемых кромок (углы скоса кромок, толщина, ширина притупления кромок разделки). Последние также контролируются на наличие загрязнений, ржавчины и конденсированной влаги.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

В собранных узлах проверяют величины зазоров в стыках и смещение свариваемых кромок, качеств и правильное наложение прихваток, и наличие выводных планок. Для контроля геометрических параметров использовать линейку (ГОСТ 427), шаблон универсальный типа УШС (ТУ 102.338 - 83), штангенциркуль ШЦ - 1 (ГОСТ 167).

Режимы сварки контролируются с целью соблюдения параметров процесса. Традиционно это выполняется визуальным наблюдением по приборам и по внешнему виду сварного шва. Внешний осмотр достаточно информативен, наиболее дешевый и оперативный метод контроля.

После того как закончена сварка, поверхность узла необходимо зачистить от брызг металла. Затем готовое изделие проходит к последующим контрольным операциям.

Контроль готовой продукции.

Качество сварки контролируют с целью выявления дефектов сварных соединений, которые, по расположению в шве, делятся на наружные и внутренние. Большая часть наружных дефектов выявляются визуальным осмотром, а их геометрические размеры – измерительным контролем. А внутренние дефекты обнаруживают специальными методами. Характер, причины возникновения и способы устранения дефектов приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Дефекты швов при сварке

Наименование дефекта	Причины возникновения	Способ устранения
Наружные дефекты: Отклонение швов от заданных размеров.	Неправильная подготовка кромок, неверное перемещение горелки и присадочной проволоки.	Срубить или срезать сварной шов, выполнить шов в соответствии с техническими условиями.

Продолжение таблицы

Непровар	Несплавление основного металла с металлом шва из - за недостаточной мощности пламени, неполном прогреве кромок. Плохо зачищены кромки.	Вырубить дефектное место с последующей подваркой.
Подрез.	Избыточное расплавление кромок и недостаточное количество наплавленного металла.	Устранить дефекты подваркой.
Трещины (продольные, поперечные, в металле шва или зоне термического влияния).	Нарушение режимов сварки, непригодность присадочной проволоки по химическому составу.	Удалить наплавленный металл, засверлить концы трещины, заварить место дефекта.
Внутренние дефекты: Шлаковые включения и оксиды.	Плохая зачистка кромок и присадочного металла.	Большое скопление шлаковых и газовых включений устраняется выборкой дефекта шва с последующей заваркой. Одиночные включения допускаются в количестве не более 5-6 штук на 1 см ² сечения шва и глубиной не более 10 - 15 % толщины металла.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2020.120.00ПЗ

Лист

48

Продолжение таблицы

Внутренние поры.	Наличие загрязнений на кромках свариваемого металла. Не соответствие химического состава основного и присадочного материалов.	Разделить шов в месте дефекта и заварить вновь.
Пережог металла.	Чрезмерное продолжительный нагрев металла шва.	Удалить участок пережога и заварить вновь.
Непровар кромки.	Сварка током недостаточной величины, при слишком быстром перемещении пламени вдоль свариваемого элемента.	Удалить вырубкой или вырезкой и повторно заварить.

С помощью визуально - измерительного контроля проверить все швы сварного соединения на наличие внешних дефектов. Помимо внешнего осмотра стыковые швы подвергаются ультразвуковому контролю с целью обнаружения внутренних дефектов.

Метод ультразвукового контроля основан на исследовании процесса распространения упругих колебаний с частотой 0,5 - 25 МГц в контролируемых изделиях. Швы стыковых соединений контролировать эхо - методом по совмещенной схеме: прозвучивать с одной поверхности основного металла однократно отраженным лучом.

При эхо-методе признаком обнаружения дефекта является прием искателем эхоимпульса, отраженного от самого дефекта. Для получения информации о выявленных дефектах используют следующие основные измеряемые характеристики дефекта: максимальную амплитуду эхо - сигнала от дефекта, координаты расположения дефекта в шве, условные размеры его, количество дефектов на определенной длине шва.

Для проведения ультразвукового контроля предлагается использовать дефектоскоп переносной УД 2 - 70 (рисунок 2.12) и комплект датчиков. Контролируются 5% сварных стыковых швов по результатам ВИК.



Рисунок 2.12 – Дефектоскоп УД 2-70

Для выявления поверхностных и предповерхностных дефектов предлагается использовать метод порошковой дефектоскопии (МПД). Объем контроля составляет 10% от количества швов по результатам ВИК.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

3. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Анализ технологического процесса по вредным и опасным факторам

Технология сварки развивается и совершенствуется. В производство внедряются новые механизированные, автоматизированные и роботизированные технологические процессы, но кроме высоких технико-экономических показателей, процесс сварки обладает рядом серьезных опасных факторов. Поэтому при проектировании участка сборки и сварки опор автомобильного крана КС 55732 одной из главных задач является создание безопасных условий труда. В технологическом процессе изготовления опор автомобильного крана КС 55732 применяется автоматическая сварка в среде защитных газов.

1. Движущиеся машины и механизмы, перемещающие грузы и изделие, незащищенные подвижные элементы сварочного оборудования и оснастки могут привести к ушибам, увечьям людей, вывести из строя установки.

2. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. Серьезным потенциально опасным фактором является загрязнение воздушной среды в цехе пылью (сварочным аэрозолем) и газами. При сварке нагретые до высокой температуры и поэтому более легкие, чем окружающий воздух, пары металла, компонентов электродного покрытия или других сварочных материалов поднимаются над местом сварки и попадают в зону температур одного порядка с окружающим воздухом, поэтому быстро конденсируются и затвердевают. Образуется твердая фаза частиц сварочной пыли – аэрозоль конденсации (сварочный аэрозоль), состоящий из окислов железа, марганца, хрома, двуокиси кремния и других токсичных веществ, входящих в состав свариваемых изделий и сварочных материалов. Систематическое воздействие сварочного аэрозоля при отсутствии необходимых средств и мероприятий охраны труда может вызвать у рабочих профессиональные заболевания – силикоз, интоксикация марганцем, это приводит к тяжелым поражениям органов дыхания и нервной системы. В зоне дыхания сварщика при сварки в CO₂ содержание пыли в зоне сварки значительно. Несмотря на то, что в зоне дуги углекислый газ диссоциирует на окись углерода и кислород, не наблюдаются высокие концентрации СО. Указанное обстоятельство

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

объясняется тем, что при выходе из зоны высоких температур окись углерода вновь соединяется с кислородом и превращается в углекислый газ. Встроенными в сварочное оборудование местными воздухоприемниками следует удалять воздух: при сварке в инертных и смесях газов, при автоматической сварке в СО - не менее 150 м /ч воздуха. Скорость всасывания для сварки в инертных газах и смесях не более 0,3 м/с, для сварки в активных газах и их смесях, а также для сварки в смесях активных газов с инертными не более 0,5 м/с.

3. Опасные уровни напряжения в электрических цепях. При эксплуатации электрического оборудования возникает опасность поражения электрическим током. Это могут быть ожоги, металлизация, электроудар при прикосновении к токоведущим частям. Вследствие больших величин сварочного тока дуговой разряд является источником мощного электромагнитного поля, которое может привести к нарушениям функционирования внутренних органов и головного мозга.

4. Повышенная температура воздуха рабочей зоны.

5. Повышенный уровень электро-магнитных излучений.

6. Повышенная яркость света. Наличие источников повышенной яркости вызывает необходимость частой переадаптации зрения, недостаточное освещение рабочего места может вызвать утомление глаз, снижение внимания, работоспособности.

7. Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации

8. Повышенный уровень инфракрасной радиации

9. Производственный шум

3.2. Требования к процессам сварки в защитных газах и их смесях

Система индивидуальной защиты сварщика должна включать в себя:

- Сварочную маску. Сварочная маска обеспечивает защиту сварщику от светового и инфракрасного излучения, а если маска оснащена системой подачи воздуха то она защищает еще и от вредных газов.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

- обувь с прорезиненной подошвой. Обувь такого типа обеспечивает защиту сварщика от удара заземлённым током.

-Костюм сварщика. Сварочная роба защищает тело, а сварочные рукавицы защищают руки сварщика от ожогов

Стационарное рабочее место, предназначенное для автоматической и механизированной сварки в защитных газах и их смесях, должно иметь:

- сварочное оборудование и оснастку рабочего места в соответствии с требованиями технологии;

- при механизированной сварке плавящимися электродами в среде защитных газов на рабочих столах (или манипуляторах) должны быть установлены наклонные или вертикальные панели равномерного всасывания или широкие боковые отсосы, регулируемые с таким расчетом, чтобы не нарушать газовую защиту дуги.

- приспособления для установки свариваемых деталей (манипуляторы, кантователи) должны обеспечивать устойчивое положение свариваемой детали
Изм. Лист № докум. Подпись Дата Лист 47 и, при необходимости, удобство ее поворота и перемещения.

Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда на участке. На участке сварке должны находиться:

- Система вентиляции участка. Системы вентиляции должны обеспечить в сборочно-сварочных цехах и на участках микроклимат (температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха) в соответствии с СНиП 41-01-2013, а также содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96.

- Система освещения Освещение является одним из важнейших условий нормальной жизнедеятельности. Правильно устроенное освещение обеспечивает хорошую видимость и создает благоприятные условия труда. Неудовлетворительное освещение вызывает преждевременное утомление, притупляет внимание работающего, снижает производительность труда, ухудшает качественные показатели и может оказаться причиной несчастного

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

случая. Неудовлетворительное освещение в течении длительного времени может также привести в ухудшению зрения .

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сорокин, В.Г. Стали и сплавы. Марочник: справочное издание / В.Г. Сорокин. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2001. – 608 с.
2. Учебное пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» / М.В. Шахматов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. – 22 с.
3. Производство сварных конструкций: методическое пособие по курсовому проектированию / М.В. Шахматов, Д.М. Шахматов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2009. – 118 с.
4. Сварка в машиностроении: справочник в 4 т./ под ред. Г.А. Николаева. – М.: Машиностроение, 1979. – Т.2. – 462 с.
5. Сварка в машиностроении: справочник / под ред. А.И. Акулова. – М.: Машиностроение, 1972 – 462 с.
6. Сварка в машиностроении: справочник: в 4 т. / под ред. В.А. Винокурова. – М.: Машиностроение, 1979. – Т.3. – 468 с.
7. Сварка и свариваемые материалы: справочник: в 3 т. / под ред. В.Н. Волченко. – М.: Изд-во МГТУ, 1998. – Т.2. – 574 с.
8. Гитлевич, А.Д. Альбом механического оборудования сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Животинский, А.И. Клейнер. – М.: Высшая школа, 1974. – 159с.
9. Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства: учебник / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. – М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
10. Кульневич, Т.В. Техническое нормирование сварочных процессов: учебное пособие для выполнения курсовых и дипломных проектов / Т.В. Кульневич, А.А. Колпаков, В.Н. Голиков. – Челябинск: ЧПИ, 1984. – 33 с.
11. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов: учебник / А.И. Красовский. – М.: Машиностроение, 1980. – 387 с.

					15.03.01.2020.120.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55