

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Заочный»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« 10 » _____ июня _____ 2019 г.

«Совершенствование процесса сборки и сварки кожуха
обратного клапана продувочной фурмы стальной»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2019. ПЗ ВКР**

Руководитель работы

_____ старший преподаватель ОиТСП _____
Должность

_____ А.М. Уланов
Подпись И.О., Фамилия

« 10 » _____ 06 _____ 2019 г.

Автор работы
студент группы П-540

_____ С.А.Петров
« 10 » _____ 06 _____ 2019 г.

Нормоконтролёр
старший преподаватель

_____ Ю.В. Безганс
« 10 » _____ 06 _____ 2019 г.

Челябинск, 2019

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.182.00 ПЗ				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Описание конструкции кожуха	8
1.2 Описание основного материала.....	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	14
2.1 Базовый технологический процесс изготовления	14
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.....	23
2.3 Выбор способа сварки.....	23
2.4 Расчет режимов сварки	25
2.5 Выбор сварочного оборудования	27
2.6 Описание конструкции сварочной установки	29
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА.....	33
3.1 Способы и средства контроля качества.....	33
3.2 Допустимые и недопустимые дефекты	34
3.3 Оборудование для контроля качества	34
3.4 Методика контроля.....	35
3.4.1 Визуальный и измерительный контроль.....	35
3.4.2 Пневматические испытания	36
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	38
4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов	38
4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ	39
4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда.....	39
4.2.2 Обеспечение электрической безопасности.....	40
4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности	42
4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами	43
4.4 Планировка оборудования и рабочих мест участка	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

ВВЕДЕНИЕ

Металлургическое производство представляет собой сложный технологический процесс. Оборудование, которое применяется при изготовлении металлов и сплавов, подвергается воздействию высоких температур, агрессивных сред и прочих неблагоприятных условий. Поэтому, оно должно быть изготовлено из материалов, которые снижают влияние окружающей среды на оборудование. К таким материалам относятся различные нержавеющие аустенитные стали, жаростойкие и жаропрочные сплавы.

Доменные фурмы применяются в доменных печах, как незаменимая часть огромного технологического оборудования. Они предназначены для отвода газов при плавлении металла в доменных печах. Газы являются сложными химическими смесями, которые оказывают негативное влияние на коррозионную стойкость металлов, а также на прочностные характеристики. При этом, помимо воздействия тепла при выходе, на фурму действует также принудительное охлаждение.

При изготовлении фурм все элементы, их составляющие являются ответственными, так как от их работоспособности зависит безопасность при работе доменной печи.

В выпускной квалификационной работе рассматривается совершенствование процесса сборки и сварки кожуха обратного клапана продувочной фурмы сталь ковша.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание конструкции кожуха

Кожух обратного клапана (далее Кожух) представляет собой вальцованную заготовку из листа с одним продольным швом и показан на рисунке 1.1.

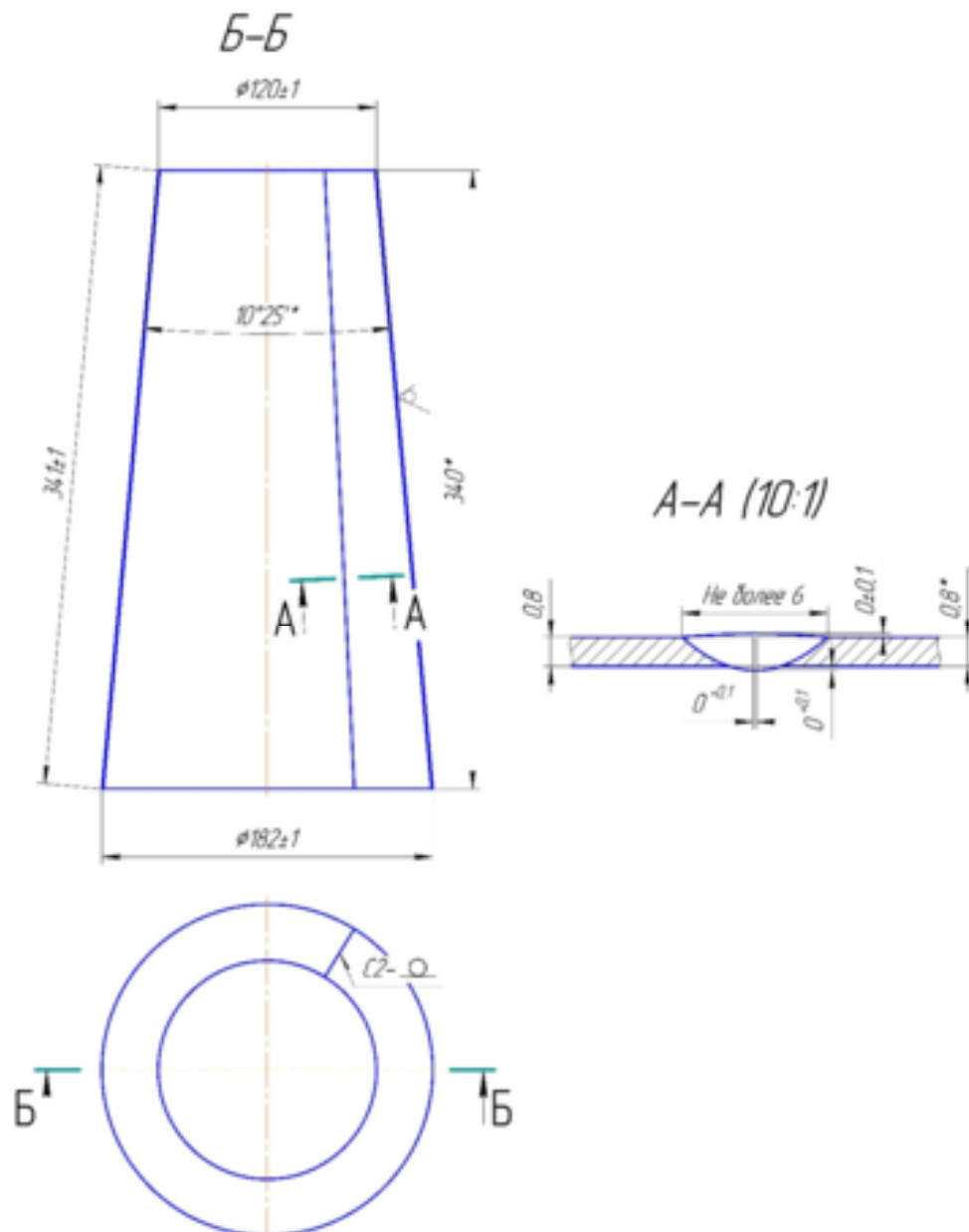


Рисунок 1.1 – Кожух

Развертка кожуха для изготовления представлена на рисунке 1.2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.182.00 ПЗ

Лист

9

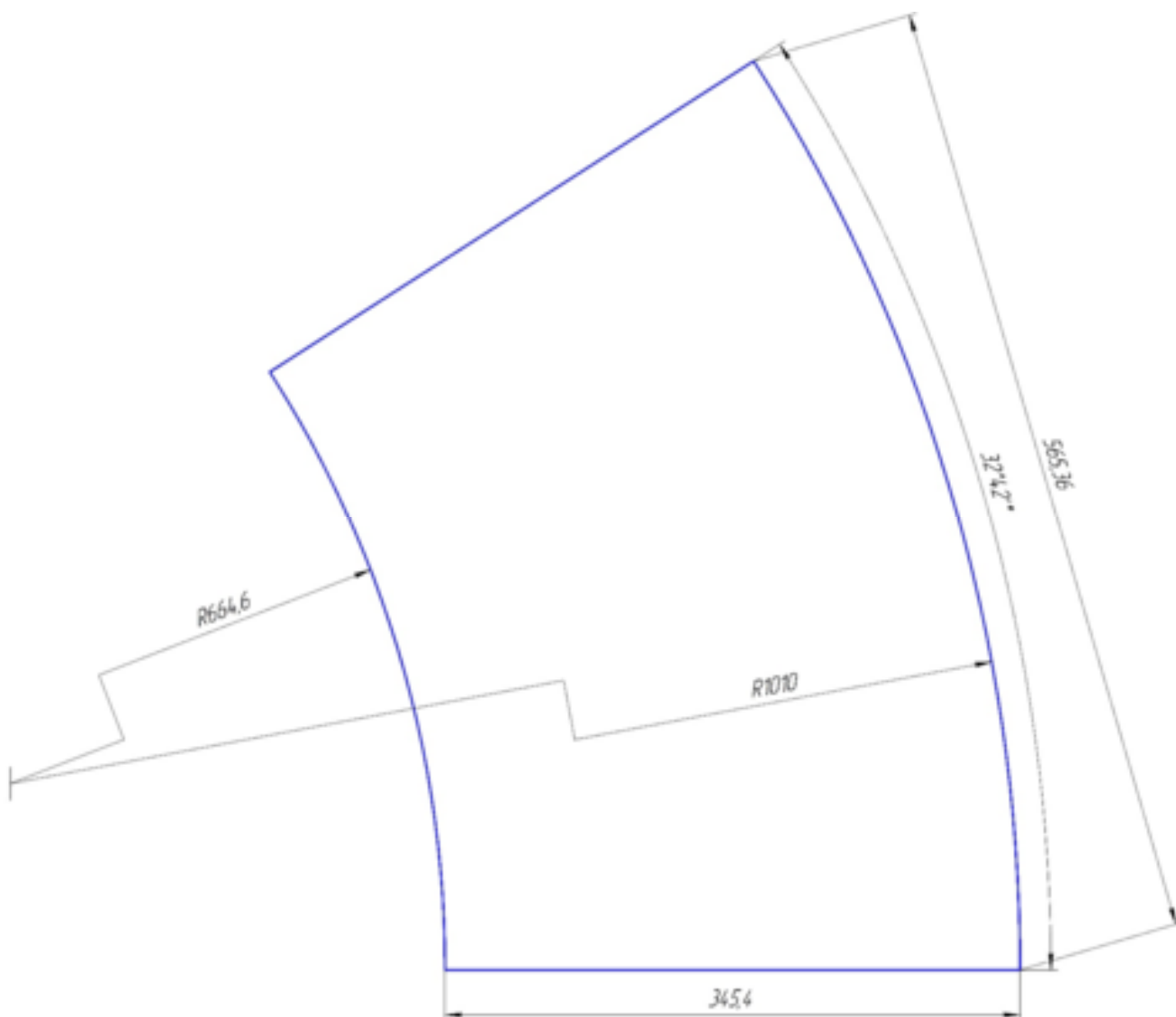


Рисунок 1.2 – Развертка кожуха

На рисунке 1.3 показана трехмерная модель кожуха.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.182.00 ПЗ

Лист

10

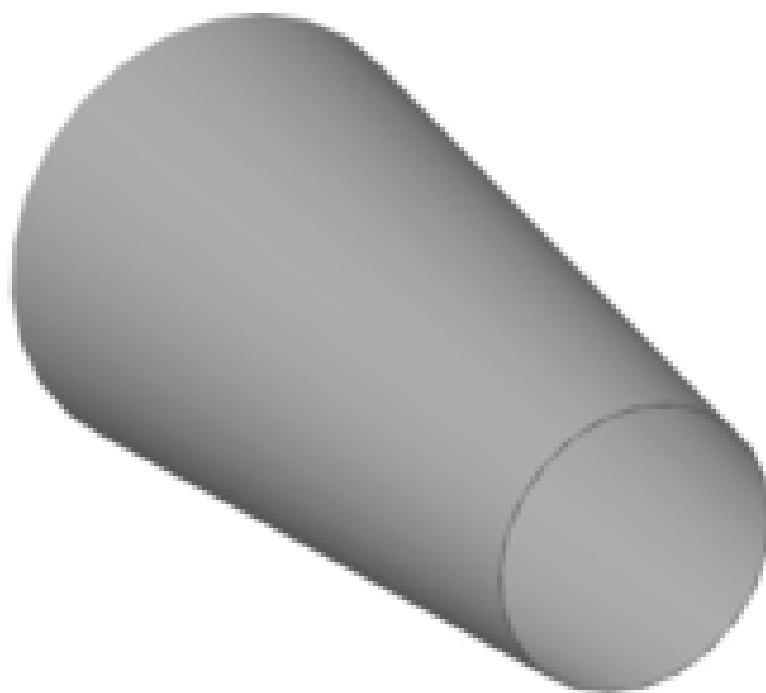


Рисунок 1.3 – Трехмерная модель кожуха

1.2 Описание основного материала

При работе кожух должен обеспечивать стойкость к транспортируемой агрессивной среде, поэтому, изготавливается из высоколегированной стали. В качестве основного материала при изготовлении кожуха применяется аустенитная коррозионно-стойкая сталь марки 12X18H10T, которая изготавливается и поставляется на предприятия для изготовления конструкций согласно требованиям [1].

Сталь 12X18H10T широко используется в тяжелой и легкой промышленности для изготовления деталей, которые работают при температурах, не превышающих значения 600 °С. Она также применяется для изготовления сварных аппаратов и сосудов, которые работают в различных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, а также в растворах щелочей и солей. Сталь 12X18H10T может применяться и для изготовления изделий, работающих под давлением при температуре от -196 до +600 °С. В агрессивных же средах рабочая температура не должна превышать значения +350 °С.

Химический состав стали 12X18H10T регламентируется [1].

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Химический состав стали 12Х18Н10Т показана в таблице 1.1.

Таблица 1 –Химический состав стали 12Х18Н10Т [1]

В процентах

C	Si	Mn	Ti	S	P	Cr	Ni
Не более							
0,12	0,8	2	0,6	0,02	0,04	17...19	9...11

Механические свойства стали 12Х18Н10Т в составе кожуха регламентируются требованиями [2]. Они представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 12Х18Н10Т [2]

Предел текучести σ_T , МПа, не менее	Предел прочности σ_B , МПа, не менее	Относительное удлинение δ_5 , %, не менее
216	549	35

Нержавеющие стали обладают высоким коэффициентом теплового расширения, что затрудняет процесс сварки таких изделий. При нагреве сталь быстро расширяется, в то время как при охлаждении межатомные расстояния приводятся к прежнему значению. При резком нагреве будет слишком быстрое охлаждение, что приведет к появлению в сварном соединении горячих трещин, а после остывания также и холодные.

Следовательно, при разработке технологии сварки металлических конструкций из аустенитных марок сталей должны применяться такие режимы и техника сварки, которые обеспечивают малое тепловложение и компенсацию остаточных деформаций.

В настоящее время при изготовлении конструкций из нержавеющей сталей отсутствует методика определения эквивалента углерода, поэтому, склонность сталей аустенитного класса к образованию трещин определяется по методике, основанной на определении эквивалентного содержания хрома ($C_{rЭКВ}$) и никеля ($Ni_{ЭКВ}$) [9].

Полученная структура сварного шва оценивается по структурной диаграмме

$$Cr_{ЭКВ} = 19 + 1,5 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 = 22 \%$$

Определим $Ni_{ЭКВ}$ по формуле (1.2) из [8]:

$$Ni_{ЭКВ} = Ni + 0,31Mn + 22C + 14,2N + Cu, \quad (1.2)$$

где Ni, Mn, C, N, Cu – массовые доли никеля, марганца, углерода, азота и меди по результатам контроля химического состава методом ковшовой пробы, %. Их значения выбираются по максимальным значениям из таблицы 1.1.

Рассчитаем $Ni_{ЭКВ}$ по формуле (1.2):

$$Ni_{ЭКВ} = 11 + 0,31 \cdot 2 + 22 \cdot 0,12 = 14,26 \%$$

Вероятность образования горячих трещин определяется из условия (1.3) из [8]:

$$\frac{Cr_{ЭКВ}}{Ni_{ЭКВ}} = \frac{22}{14,26} = 1,54. \quad (1.3)$$

Полученное значение отношения $Cr_{ЭКВ}/Ni_{ЭКВ} > 1,5$, следовательно, сталь марки 12X18H10T не склонна к образованию горячих трещин и применять предварительный подогрев перед сваркой кожуха не требуется.

Выводы по разделу 1:

В разделе 1 рассматривается конструкция кожуха обратного клапана. Рассмотрены детали, составляющие конструкцию, их геометрические размеры. Описана применяемая марка стали, рассчитана ее свариваемость по диаграмме Шеффлера.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый технологический процесс изготовления

Первой операцией на любом производстве является входной контроль. В процессе проведения входного контроля листового проката проводится проверка сертификатных данных на металл. Здесь проверяется соответствие указанных в сертификате данных требованиям [1]. Для проверки соответствия проката по геометрическим размерам, указанным в сертификате проводится их измерение на листах.

Для фактической проверки механических свойств и химического состава проката от двух листов от каждой партии отбирается проба (размер образца 300×300 мм) для лабораторного исследования химического состава и проверки механических свойств. Проверка проводится в аккредитованной лаборатории.

После контроля листы направляют на термическую резку. Для разрезания металла толщиной 0,8 мм в качестве источника энергии применяется лазерный луч. Резка металла для заготовок кожуха проводится на станке лазерной резки металла марки Fiber RJ 1325, который показан на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Станок лазерной резки Fiber RJ 1325

Характеристики станка Fiber RJ 1325 приведены в таблице 2.1.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

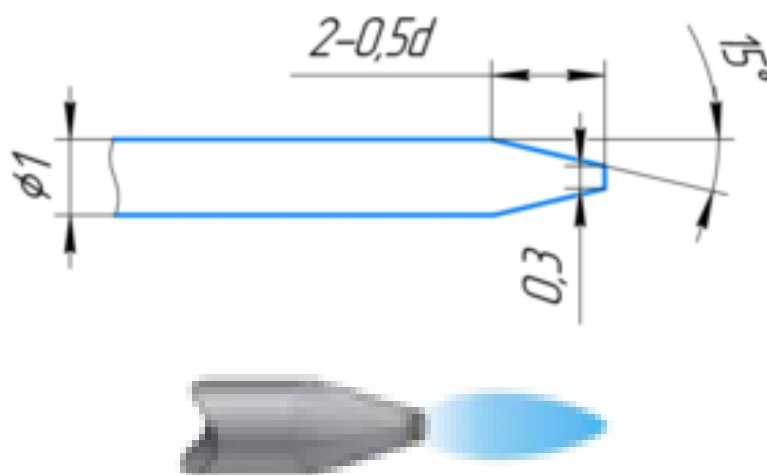


Рисунок 2.4 – Рекомендуемый вид заточки вольфрамового электрода

Согласно рисунку 2.4 рекомендуемый тип заточки электрода должен быть с притуплением торца для равномерности горения дуги. При острой заточке дуга горит неравномерно и имеет место ее отклонение от оси шва.

В качестве защитной среды используется аргон газообразный высшего сорта, поставляемый согласно требованиям [4].

Сборка и сварка производятся на столе сборочно-сварочном, показанном на рисунке 2.5.

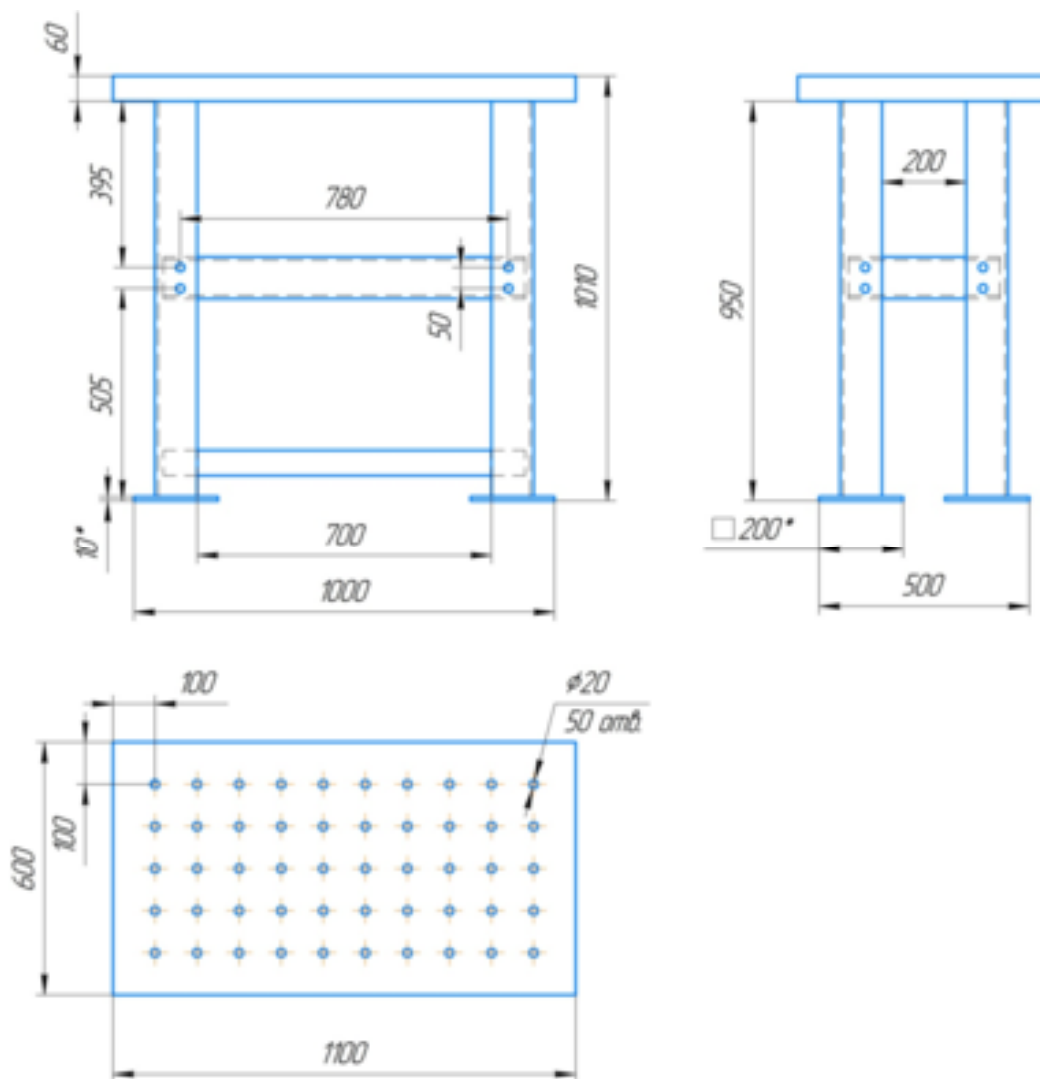


Рисунок 2.5 – Общий вид сборочно-сварочного стола

Сварка производится при помощи сварочной горелки, предназначенной для аргонодуговой сварки, марки WP-26F 180A. Горелка WP-26F 180A показана на рисунке 2.6.

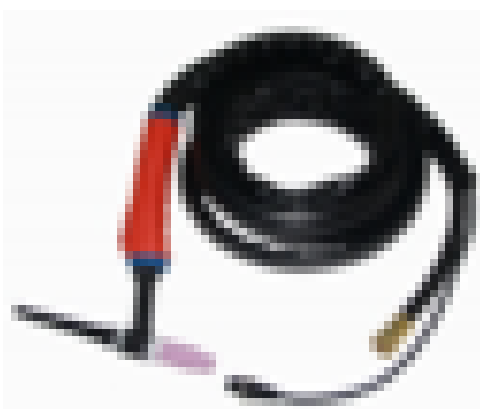


Рисунок 2.6 – Общий вид горелки WP-26F 180A

Характеристики горелки WP-26F 180A представлены в таблице 2.5.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.182.00 ПЗ

Лист

20

Таблица 2.5 – Характеристики горелки WP-26F 180A

Характеристика	Значение
Максимальный сварочный ток, А:	
– постоянный	180
– переменный	130
Диаметр используемых электродов, мм	1,6...4
Продолжительность нагрузки, %	35
Тип охлаждения	Газовое
Длина шланга, м	4

Строение горелки показано на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 – Строение горелки

Как видно из рисунка 2.7, строение горелки относительно простое. Цанга при помощи резьбы вкручивается в корпус, затем монтируется сопло. Через тыльный колпачок вольфрамовый электрод подается в зону сварки.

В качестве источника питания сварочной дуги используется инверторный источник питания марки AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC, показанный на рисунке 2.8.

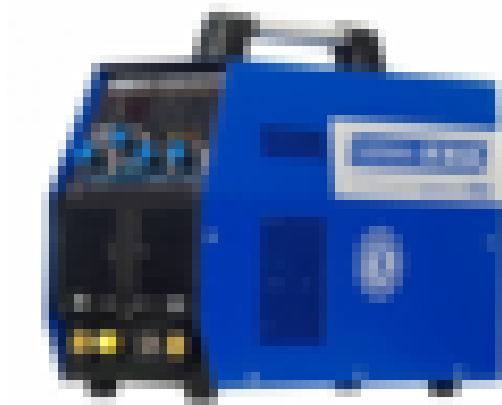


Рисунок 2.8 – Общий вид источника питания AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC

Характеристики источника питания AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC показаны в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Характеристики источника питания AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	220
Потребляемая мощность, кВт	4,5
Напряжение холостого хода, В	56
Диапазон сварочного тока, А	10...200
Режим работы при 40°C, %	60
Габаритные размеры, мм	455×204×368
Масса, кг	14,7

Заточка вольфрамовых электродов проводится вручную на шлифовальном станке с наждачными кругами. Шлифовальный станок показан на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 – Шлифовальный станок

Аргон поставляется в баллоне, показанном на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10 – Баллон для аргона

Существующая технология изготовления позволяет изготавливать 30 кожухов за одну смену.

В применяемой технологии выявлены факторы, влияющие на качество и производительность процесса изготовления. Такими факторами являются:

- низкая автоматизация при сборке и сварке;
- сварка производится вручную, что требует высокой квалификации сварщика и повышает вероятность появления дефектов;
- заточка электродов проводится на шлифовальном станке, что небезопасно и затрудняет получение качественной поверхности.

Для устранения указанных выше факторов предлагается применить

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

следующие мероприятия:

- применить при сварке автоматизированный сварочный комплекс. Это позволит снизить долю ручного труда, повысить производительность и уменьшить вероятность появления дефектов;
- применить при заточке электродов специальную машинку.

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

В выпускной квалификационной работе предлагается автоматизировать процесс сварки кожуха. Для этого требуется разработать оснастку, выбрать способ сварки, провести подбор сварочного оборудования.

Технологию изготовления кожуха предлагается проводить в следующей последовательности:

- лазерная резка заготовки;
- вальцевание заготовки;
- приварка выводных технологических пластин;
- сборка в специальном стенде;
- сварка шва;
- контроль качества.

2.3 Выбор способа сварки

Для усовершенствования процесса изготовления кожуха предлагается рассмотреть существующие технологии и выбрать наиболее оптимальный способ сварки.

Из-за малой толщины металла кожуха рассмотрим следующие способы сварки, которым возможно изготовление:

- сварка в защитных газах неплавящимся электродом;
- лазерная сварка.

Преимуществами лазерной сварки являются [9]:

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- малая величина зоны термического влияния;
- возможность ведения процесса без применения присадочного материала;
- высокая скорость сварки;
- большая глубина проплавления.

Основными недостатками при лазерной сварке являются [9]:

- обеспечение высокой точности сборки деталей;
- не применяется при сварке металлов толщиной более 6 мм;
- дорогостоящее оборудование;
- высокая вероятность появления дефектов при любом несоответствии сборки.

Сварка в среде защитных газов применяется в промышленности довольно широко. Производительность сварки повышается при механизации и автоматизации процесса. Улучшение защиты сварочной ванны от воздействия атмосферного воздуха достигается путем применения не однокомпонентного защитного газа, а смеси газов: углекислота с аргоном, углекислота с аргоном и кислородом, углекислота с гелием, гелий с аргоном. Различные сочетания предназначены для различных условий и зависят также от стоимости.

Достоинствами сварки в среде защитных газов являются [9]:

- возможность выполнения сварки в любом пространственном положении;
- высокая производительность;
- простота оборудования;
- низкое влияние качества сборки (по сравнению с лазерной сваркой) на получение соединения и образование дефектов.

При изготовлении кожуха применяется легированная сталь аустенитного класса. Из-за высокой стоимости оборудования и недостаточной его загрузки лазерную сварку использовать не будем. Основным процессом сварки кожуха примем автоматическую сварку неплавящимся электродом в аргоне.

При автоматизации процесса сварки сварочные материалы остаются прежними.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

2.4 Расчет режимов сварки

При изготовлении кожуха требуется получить геометрические размеры шва, показанные на рисунке 2.11.

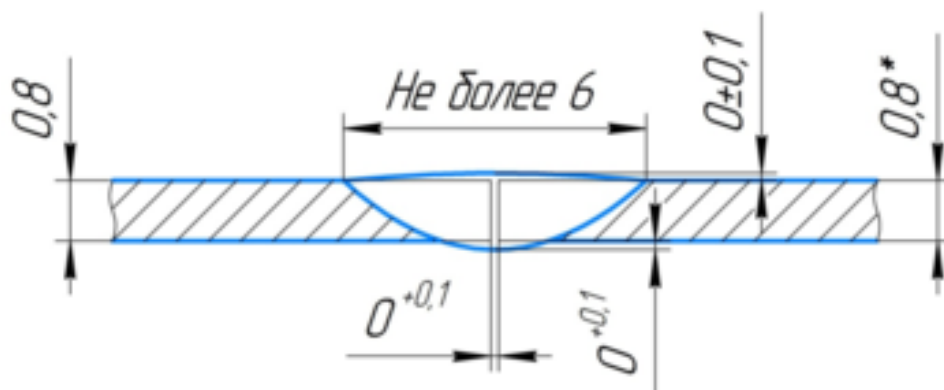


Рисунок 2.11 – Вид шва

Сварка автоматическая аргодуговая неплавящимся вольфрамовым электродом диаметром 1 мм. Площадь сечения металла составляет 0,4 мм². Примем, что сила тока составляет 90 А. Зададим значение скорости сварки (скорость движения горелки) $V_{CB} = 3,5$ см/с. Ток постоянный обратной полярности.

Определим плотность сварочного тока по формуле (2.1) из [5]:

$$j = \frac{4I_{CB}}{\pi d_{\text{э}}^2} = \frac{4 \cdot 90}{3,14 \cdot 1^2} = 114,7 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}. \quad (2.1)$$

Определим напряжение на дуге по формуле (2.2) из [5]:

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,02I_{CB} = 20 + 0,02 \cdot 90 = 21,8 \text{ В}. \quad (2.2)$$

Рассчитаем погонную энергию по формуле (2.3) из [5]:

$$q_{\text{п}} = \frac{0,24 U_{\text{д}} I_{CB} \eta_{\text{И}}}{V_{CB}}, \quad (2.3)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

где $\eta_{и} = 0,85$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

Определим погонную энергию по формуле (2.3)

$$q_{П} = \frac{0,24 \cdot 21,8 \cdot 90 \cdot 0,85}{3,5} = 114,4 \frac{\text{кал}}{\text{см}}.$$

Рассчитаем глубину провара по формуле (2.4) из [5]:

$$h = 0,0165 \sqrt{\frac{q_{П}}{\Psi_{ПР}}}, \quad (2.4)$$

где $q_{П}$ – величина погонной энергии, кал/см;

$\Psi_{ПР}$ – коэффициент формы провара, ед.

Рассчитаем коэффициент формы провара по формуле (2.5) из [6]:

$$\Psi_{ПР} = \frac{k'(19 - 0,01 I_{СВ}) d_{Э} U_{Д}}{I_{СВ}}, \quad (2.5)$$

где k' – коэффициент, зависящий от плотности и полярности тока при плотности тока, ед.

При плотности тока $j < 120$ А/мм² и при постоянном токе обратной полярности коэффициент k' определяется по формуле (2.6) из [5]:

$$k' = 0,367 j^{0,1925} = 0,367 \cdot 114,6^2 = 0,91 \text{ ед.} \quad (2.6)$$

Тогда, по формуле (2.5) получим, что

$$\Psi_{ПР} = \frac{0,91 \cdot (19 - 0,01 \cdot 90) \cdot 1 \cdot 21,8}{90} = 4 \text{ ед.}$$

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.182.00 ПЗ				

Тогда, по формуле (2.4) получим, что

$$h=0,0165 \cdot \sqrt{\frac{114,4}{4}}=0,09 \text{ см}=0,9 \text{ мм.}$$

Рассчитаем ширину шва по формуле (2.7) из [5]:

$$B=\psi_{\text{ПР}}h=4 \cdot 0,09=0,36 \text{ см}=3,6 \text{ мм} \quad (2.7)$$

Рассчитаем коэффициент формы провара по формуле (2.8) из [5]:

$$\psi_{\text{П}}=\frac{B}{h_1}=\frac{3,6}{0,9}=4. \quad (2.8)$$

Оптимальным интервалом коэффициента формы провара $0,8 \leq \psi_{\text{П}} \leq 4$.
Полученное значение входит в требуемый интервал.

2.5 Выбор сварочного оборудования

При автоматизации процесса сварки требуется изменить сварочный источник питания. Данный источник питания может применяться при автоматизации сварочных процессов, имеет плавную регулировку характеристик, обладает большей величиной напряжения холостого хода. Также, при работе данным источником возможно проведение ручной дуговой сварки, что расширяет его функционал. Выберем источник питания марки TransTig 3000, показанный на рисунке 2.12.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



Рисунок 2.12

Характеристики источника питания TransTig 3000 показаны в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Характеристики источника питания TransTig 3000

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	3×400 (±15%)
Частота сети, Гц	50/60
Напряжение холостого хода, В	85
Диапазон сварочного тока, А, при:	
– Tig (Tungsten inert gas – сварка неплавящимся электродом в среде аргона)	3...300
– MMA (Manual metal arc – ручная дуговая сварка)	10...300
Величина сварочного тока, А, при ПВ:	
– 45%	300
– 60%	270
100%	230
Рабочее напряжение, В:	
– Tig	10,1...22
– MMA	20,1...32
Габаритные размеры, мм	560×250×435
Масса, кг	24,2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.182.00 ПЗ

Лист

29

2.6 Описание конструкции сварочной установки

Для сварки кожуха предлагается применить автоматический сварочный комплекс ИРС-МСУ-400-002, показанный на рисунке 2.13.

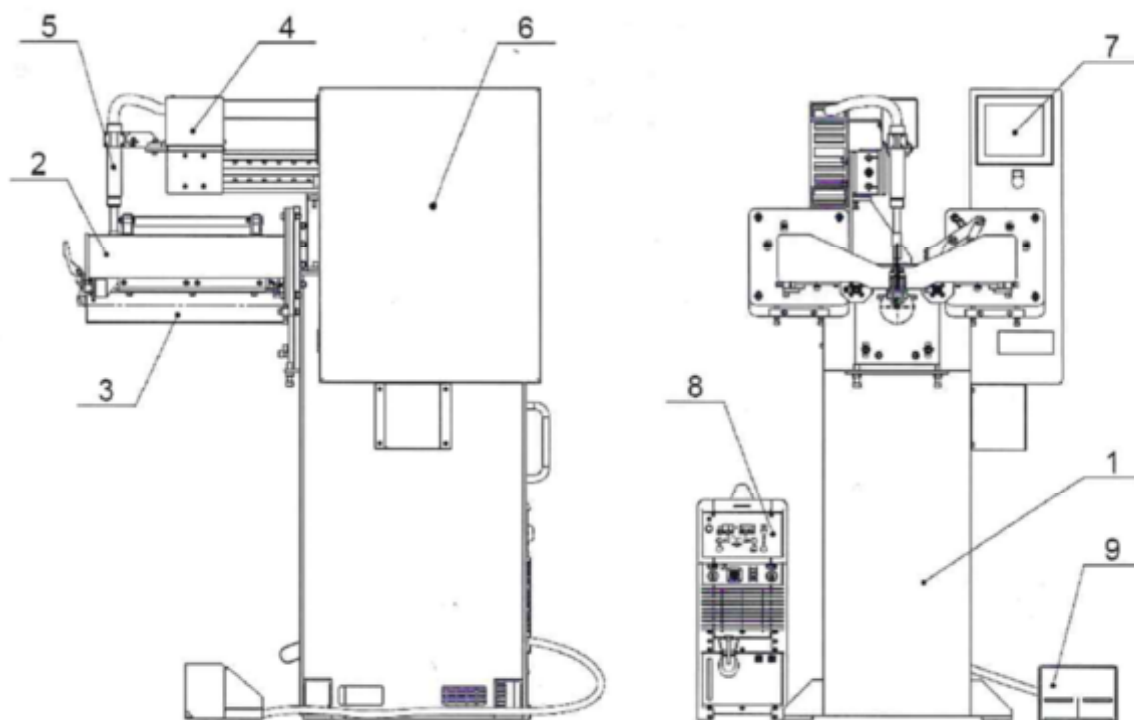


Рисунок 2.13 – Сварочный комплекс ИРС-МСУ-400-002

1 – Тумба; 2 – Зажимной механизм; 3 – Консоль; 4 – Линейная направляющая;
5 – Сварочная горелка; 6 – Шкаф управления; 7 – Панель управления машины;
8 – Источник питания TransTig 3000; 9 – Педаль

Зажимной механизм (поз. 2, рисунок 2.13) устанавливается на тумбе (поз. 1, рисунок 2.13) комплекса в виде блоков, включающих в себя пневмошланги и пакет прижимных клавиш. Клапан регулировки давления в пневмошланге, воздушный фильтр, клеммники, контроллер управления комплексом установлены внутри шкафа управления (поз. 6, рисунок 2.13). Панель управления комплекса (поз. 7, рисунок 2.13) установлена на торцевой стороне шкафа управления.

Прижимные клавиши равномерно распределены по длине для обеспечения равномерного зажима свариваемого изделия с помощью гибкого пневмошланга. Свариваемый кожух устанавливается на консоль (поз. 3, рисунок 2.13) с водоохлаждаемой медной подкладкой, в которой предусмотрены отверстия для

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.182.00 ПЗ

Лист

30

поддува защитного газа.

Управление комплексом в автоматическом режиме осуществляется при помощи педалей (поз. 9, рисунок 2.13). Сварка выполняется при помощи приведения в движение сварочной горелки (поз. 5, рисунок 2.13) на линейной направляющей (поз. 4, рисунок 2.13), оборудованной пневмоцилиндром, обеспечивающим опускание и подъем горелки. Источник питания Fronius TransTig 3000 (поз. 8, рисунок 2.13) устанавливается рядом с машиной.

Характеристики комплекса ИРС-МСУ-400-002 представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Характеристики комплекса ИРС-МСУ-400-002

Характеристика	Значение
Диаметр свариваемых изделий, мм	90...250
Максимальная длина свариваемых изделий, мм	400
Толщина свариваемых изделий, мм	0,8...2,5
Максимальная грузоподъемность, кг	10
Максимальный сварочный ток, А	250
Характеристики питающей сети, В/Гц	220/50
Давление сжатого воздуха на входе в машину, МПа	0,3...0,6
Габаритные размеры, мм	1300×850×1720
Масса, кг	450

Порядок работы на комплексе ИРС-МСУ-400-002:

- открыть замок на консоли;
- завести изделие внутрь стапеля и установить его в зажимной стол таким образом, чтобы свариваемый стык находился на медной подкладке зажимного стола;
- закрыть замок на консоли;
- опустить центрирующий инструмент, отрегулировать положение правой кромки стыка по центрирующему инструменту;
- зафиксировать правую кромку стыка с помощью правого блока прижимных клавиш (нажать на педаль управления);

- поднять центрирующий инструмент;
- отрегулировать положение левой кромки стыка по правой кромке;
- зафиксировать левую кромку стыка с помощью левого блока прижимных клавиш (нажать на педаль управления).

Схема центрирующего зажима показана на рисунке 2.14.

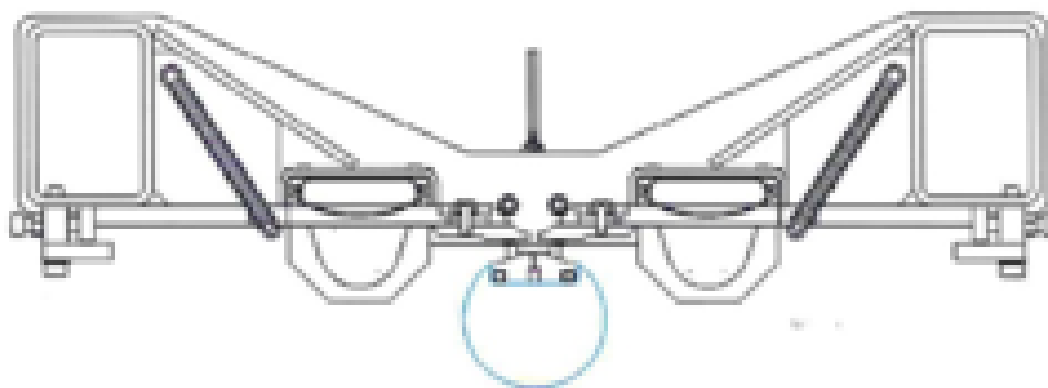


Рисунок 2.14 – Схема центрирующего зажима

Для заточки неплавящихся вольфрамовых электродов предлагается заменить шлифовальный станок с абразивными кругами на аппарат для заточки вольфрамовых электродов марки TGM 40230 Handy, показанный на рисунке 2.15.



Рисунок 2.15 – Аппарат TGM 40230 Handy

Характеристики аппарата TGM 40230 Handy представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Характеристики аппарата TGM 40230 Handy

Характеристика	Значение
Мощность, Вт	650
Рабочее напряжение при частоте 50Гц, В	230
Крутящий момент, мин ⁻¹	11500...27000
Диаметр алмазного круга, мм	40
Масса, кг	2,8

Выводы по разделу 2:

В разделе 2 рассматривается базовый вариант технологии сборки и сварки кожуха обратного клапана. Рассмотрены способы проведения заготовительных операций, порядок сборки и сварки.

При анализе базовой технологии выявлены факторы, влияющие на качество и производительность. Для того, чтобы их устранить предложено автоматизировать процесс сварки. Для этого был выбран комплекс автоматической сварки ИРС-МСУ-400-002, описаны его характеристики и принцип работы. Для проектируемого варианта технологии рассчитаны режимы сварки шва. Произведен подбор источника питания.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

3.1 Способы и средства контроля качества

Основными методами контроля качества сварного шва кожуха являются:

- визуальный и измерительный (ВИК);
- пневмоиспытания.

ВИК применяется на всех операциях при изготовлении и приемке готовой продукции, а также на входном контроле.

На операции входного контроля проверяется соответствие качества основных, сварочных материалов и полуфабрикатов, а также комплектующих. Проверка материалов осуществляется путем сравнения маркировки и приложенного сертификата качества.

При проверке сварочных материалов контролируется внешний вид на предмет отсутствия:

- ржавчины;
- механических повреждений.

Одновременно в лаборатории проводятся испытания сварочных материалов сваркой контрольного сварного соединения и проверки технологических, механических и металлографических свойств. Особенно важным параметром является проверка на склонность к межкристаллитной коррозии.

Поставляемый аргон проверяется на чистоту и соответствие паспортным данным. Контроль проводится ротаметрами.

При текущем контроле проверяется качество сборки, узлов, разделки, смещение кромок, наличие зазора.

После сварки проверяется внешний вид шва, его геометрические параметры, а также контрольные замеры изделия. При проведении сварки контролируются параметры режима. При проведении ВИК применяются шаблоны, линейки измерительные, штангенциркули, штангенрейсмасы, щупы, увеличительные лупы, а также фонарики и прочее оборудование.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Пневматические испытания проводятся для выявления сквозных дефектов в сварных швах и основном металле. Наличие таких дефектов показывается при нанесении на сварной шов мыльной эмульсии. При наличии сквозных дефектов при прохождении через них воздуха на мыльной эмульсии образуются пузырьки.

Пневматические испытания проводятся компрессором с заданным давлением в специальной камере.

3.2 Допустимые и недопустимые дефекты

При визуально-измерительном методе контроля качества проверяется:

- внешний вид шва – гладкая или равномерно чешуйчатая поверхность с плавным переходом к основному металлу;
- отсутствие наплывов и подрезов;
- отсутствие поверхностных трещин;
- отсутствие поверхностных непроваров, несплавлений, прожогов;
- отсутствие поверхностных пор;
- отсутствие незаваренных кратеров в сварных швах.

По результатам пневматических испытаний пузырьки воздуха на мыльной эмульсии в любом виде и количестве не допускаются.

3.3 Оборудование для контроля качества

Для проведения ВИК применяется следующее оборудование:

- рулетка измерительная;
- набор щупов №3;
- линейка металлическая 15 см;
- фонарик;
- лупа измерительная 10×.

При пневматических испытаниях применяется специальная установка, состоящая из следующих элементов:

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

– компрессора, который обеспечивает заданное давление воздуха;
– манометров, один из которых подключен к компрессору, а второй подключен к ниппелю подачи воздуха к месту контроля.

В качестве эмульсии для определения сквозных дефектов применяется мыльный раствор.

3.4 Методика контроля

3.4.1 Визуальный и измерительный контроль

При проведении ВИК персонал, который осуществляет контроль, должен быть аттестован на уровень I, II, III согласно [7]. При этом заключение о годности выдается лишь специалистами II и III уровней.

Освещенность участка контроля должна быть не менее 500 лк. При меньшем значении требуется использование искусственных приборов освещения.

Измерение линейных размеров листов, а также заготовок производится следующими инструментами:

- длина и ширина – рулетка измерительная длиной 10 м;
- толщина листов – ультразвуковой толщиномер или микрометр.

Угловые размеры измеряются при помощи угломеров и универсального шаблона сварщика УШС-3.

Величина притупления скошенных кромок измеряется штангенциркулем ШЦ-1-125-0,1.

Геометрические параметры сборки измеряются следующими инструментами:

- длина и ширина – рулетка измерительная длиной 10 м;
- перпендикулярность сборочных элементов относительно друг друга – угольник 160×100 мм;
- угол наклона листов между собой – угломер или УШС-3.

Качество прихваток оценивается визуально. В прихватках не допускаются трещины, кратеры, несплавления по кромкам. Длина прихваток проверяется

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

линейкой металлической длиной 20 см.

При контроле сварных швов проверяются их геометрические размеры, а также отсутствие дефектов, выявляемых по результатам ВИК. Геометрические параметры швов проверяют следующими инструментами:

- катет шва – универсальный шаблон сварщика УШС-2;
- высота и ширина швов – угольник 160×100 и линейка металлическая длиной 20 см.

3.4.2 Пневматические испытания

Перед проведением пневматических испытаний провести проверку работоспособности оборудования, а также целостность шлангов. На шлангах не допускаются надрывы и сквозные повреждения.

Проверить работоспособность и сроки поверки манометров.

После того, как проверена работоспособность оборудования требуется приготовить мыльную эмульсию. Для ее приготовления применяется хозяйственное либо другой вид мыла, который требуется растворить в 1 литре воды. Количество мыла должно быть достаточным для образования пены на поверхности воды.

Провести подключение манометров к месту контроля и к выходному шлангу компрессора.

После этого нанести кистью мыльную эмульсию на сварной шов. Количество эмульсии должно быть достаточным для контроля всей поверхности швов.

После этого создать давление в системе не менее 0,5 МПа. Выдержать сварной шов под заданным давлением не менее 60 минут. Наличие сквозных дефектов определяется появлением на мыльной эмульсии пузырьков.

При наличии сквозных дефектов произвести их ремонт и повторный контроль.

Выводы по разделу 3:

В разделе 3 рассматриваются применяемые методы контроля качества при изготовлении кожуха обратного клапана. Рассматриваются особенности

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.182.00 ПЗ					

проведения каждого метода, выявляемые в процессе изготовления дефекты, а также величина допустимости дефектов.

Рассмотрено применяемое оборудование для контроля, а также методика проведения каждого метода контроля.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

При производстве сварочных работ на исполнителей оказывают воздействие разные опасные и вредные производственные факторы.

К вредным производственным факторам относятся следующие:

- повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны;
- видимое, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение сварочной дуги при сварке, а также инфракрасное излучение самой ванны и изделий, подвергшихся сварке;
- электромагнитное поле;
- ионизирующее излучение;
- повышенный уровень шума.

При сварке в зоне дыхания производителей работ присутствуют различные сварочные аэрозоли, которые содержат в своем составе окислы металлов и иные химические соединения. При воздействии на организм различных вредных веществ возможно получение острых и хронических профессиональных заболеваний и отравлений.

При отсутствии защиты от излучения сварочной дуги появляется высокая вероятность поражения органов зрения, а также ожоги кожных покровов. Инфракрасное излучение от изделий, подвергшихся предварительному подогреву, оказывает на здоровье негативное воздействие.

Источниками повышенного шума являются компрессоры, генераторы, вакуумные насосы и т. д. Источниками ультразвука являются ультразвуковые генераторы, рабочие органы установок и т. д.

К опасным производственным факторам относятся:

- электрический ток;
- брызги расплавленного металла;
- вероятность взрыва баллонов и систем, которые находятся под давлением;

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

– движущиеся изделия и механизмы.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда

В целях профилактики неблагоприятного воздействия опасных и вредных производственных факторов должны применяться следующие мероприятия:

– использование средств индивидуальной защиты, которые уменьшают тепловое воздействие на организм рабочего;

– регламентация времени работы (перерывы в работе, сокращение рабочего дня и т. д.).

Рабочие места исполнителей работ должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (тенты) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты от воздействия внешней среды.

Расстояние между элементами оборудования на монтажной площадке должно быть не менее 2 м друг от друга.

Ширина проходов с каждой стороны рабочего места должна быть не менее 1 м.

Рабочие места, расположенные выше 1,3 м от уровня земли или сплошного перекрытия, должны быть оборудованы ограждениями высотой не менее 1,1 м, состоящими из поручня, одного промежуточного элемента и бортовой доски шириной не менее 0,15 м.

Для защиты от выделения сварочных аэрозолей, пыли и газов применяется местная вентиляция.

Снижение шума при работе осуществляется следующими методами:

– организационными;

– звукоизоляции;

– звукопоглощения;

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

трансформатора;

– металлические части электросварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на все время сварки должны быть заземлены, а у сварочного трансформатора, кроме того, заземляющий болт корпуса должен быть соединен с зажимом вторичной обмотки, к которому подключается обратный провод;

– в качестве обратного провода или его элементов могут быть использованы стальные шины и конструкции, если их сечение обеспечивает безопасное по условиям нагрева протекание сварочного тока. Соединение между собой отдельных элементов, применяемых в качестве обратного провода, должно быть надежным и выполняться на болтах, зажимах или сваркой;

– запрещается использовать провода сети заземления, трубы санитарно - технических сетей (водопровод, газопровод и др.), металлические конструкции зданий, технологическое оборудование в качестве обратного провода электросварки;

– корпус любой электросварочной установки необходимо заземлять. Машины, в которых осуществление защитного заземления представляет трудности, должны быть оснащены устройствами защитного отключения, обеспечивающего отключение всех фаз сети при появлении в сварочной цепи напряжения сети. Для присоединения заземляющего провода на электросварочном оборудовании должен быть предусмотрен болт, расположенный в доступном месте, с надписью «Земля». Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких аппаратов запрещается;

– на установках или автоматических линиях с большим фронтом обслуживания кнопки аварийного отключения должны располагаться друг от друга на расстоянии не более 10 м. Используемые в таких случаях кнопки управления должны иметь защелки, обеспечивающие только принудительное возвращение контактов в первоначальное состояние. Пульты управления оснащаются блокировками, исключающими возможность параллельного управления от различных пультов, сигнализацией, а также аварийными кнопками

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

для включения установки (линии);

– запрещается оставлять на рабочем месте электросварочный инструмент, находящийся под напряжением;

– запрещается производить ремонт электросварочных установок под напряжением;

– в связи с вероятностью воздействия электрического тока весь персонал, обслуживающий электросварочные установки, должен проходить обучение и аттестацию на соответствующую квалификационную группу по электробезопасности.

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности

В соответствии с НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» сварочный участок относится к категории «Г» производства, где в обращении находятся негорючие вещества и материалы, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла и искрения пламени.

Для ликвидации возможных очагов пожара в цеховых условиях присутствуют пожарные щиты.

В комплект пожарного щита входят:

– огнетушители воздушно-пенные вместимостью 10 л – 2 шт;

– порошковые вместимостью 10 л – 1 шт, 5 л – 2 шт;

– лом – 1 шт;

– ведро – 1 шт;

– асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) – 1 шт;

– лопата штыковая – 1 шт;

– тележка для перевозки оборудования – 1 шт;

– емкость для хранения воды объемом 0,02 м³ – 1 шт;

– насос ручной – 1 шт;

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

– рукав ДУ 18-20 длиной 5 м – 1 шт.

4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами

При работе с подъемными устройствами следует соблюдать следующие рекомендации:

- строповочные работы допускается производить обученному персоналу;
- строповка объемных конструкций осуществляется при помощи цепного стропа, на концах которого установлены антискользящие зажимы;
- строповка кожуха осуществляется вручную;
- при транспортировании по цеховой площадке каких-либо элементов запрещается находиться в этой зоне на расстоянии ближе 10 м.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

процесса изготовления кожуха обратного клапана.

В первую очередь, листовой прокат для кожухов транспортируется на участок. Листы складированы на месте складирования листов (поз. 4, рисунок 4.1).

После этого листы краном транспортируются на станок лазерной резки Fiber RJ 1325 (поз. 5, рисунок 4.1). Проводится лазерная резка.

Заготовки кожухов складированы на месте складирования заготовок (поз. 6, рисунок 4.1).

После этого заготовки устанавливаются на станок SMR 1550×86 (поз. 7, рисунок 4.1). Проводится вальцевание заготовок кожухов.

Вальцованные заготовки складированы на месте складирования вальцованных кожухов (поз. 8, рисунок 4.1).

С места складирования вальцованных кожухов заготовки распределяются на три участка для сборки и сварки (поз. 9, рисунок 4.1). Каждый участок оснащен следующим оборудованием:

- шкаф для хранения инструмента (поз. 10, рисунок 4.1);
- место складирования заготовок кожухов (поз. 11, рисунок 4.1);
- источник питания TransTig 3000 (поз. 12, рисунок 4.1);
- комплекс ИРС-МСУ-400-002 (поз. 13, рисунок 4.1);
- место складирования сваренных кожухов (поз. 14, рисунок 4.1);
- шкаф хранения инструмента (поз. 15, рисунок 4.1);
- стол-верстак (поз. 16, рисунок 4.1).

После сварки кожухи транспортируют к месту контроля (поз. 17, рисунок 4.1).

После контроля кожухи транспортируют на место складирования готовых кожухов (поз. 18, рисунок 4.1).

Выводы по разделу 4:

В разделе 4 рассмотрены возникающие опасные и вредные производственные факторы, которые оказывают влияние на жизнь и здоровье исполнителей работ. Рассмотрены способы снизить влияние этих факторов.

Описана техника безопасности при производстве различных видов работ, а также с применением подъемно-транспортных механизмов.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Рассмотрена планировка рабочих мест с описанием основных типов оборудования.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрена существующая технология изготовления сборки и сварки кожуха обратного клапана продувочной фурмы сталь ковша. Описана конструкция кожуха, применяемая сталь (12Х18Н10Т), определены параметры ее свариваемости. Рассмотрена применяемая технология изготовления с получения заготовки и до контроля качества. В ходе рассмотрения технологии выявлены факторы, снижающие качество и производительность.

В текущей работе предложено автоматизировать способ сварки. Для этого предложено приобрести комплекс ИРС-МСУ-400-002. На данном комплексе проводится как сборка, так и сварка. Для сварки к торцам в месте стыка устанавливаются технологические планки.

Применение указанного выше комплекса позволило значительно увеличить производительность, а также снизить влияние человеческого фактора.

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 5632-2014 «Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки».
2. ГОСТ 9941-81 «Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионностойкой стали. Технические условия».
3. ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная. Технические условия».
4. ГОСТ 10157-79 «Аргон газообразный и жидкий. Технические условия».
5. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.
6. Акулов, А. И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с. с ил.
7. ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля».
8. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. Компьютерная версия. – 2-е изд. перераб./ Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
9. <https://studopedia.ru>
10. <http://svarkainfo.ru>.
11. <http://www.gazss.ru>

					15.03.01.2019.182.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49