

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2018 г.

Разработка технологии сборки и сварки корпуса теплообменника

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2018. . ПЗ ВКР

Руководитель работы

Подпись

И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2018 г.

Автор работы

студент группы П-440

Уряшев Александр Анатольевич

« ____ » _____ 2018 г.

Нормоконтролёр

преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2018 г.

Челябинск, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1	Анализ конструкции изделия.....	7
1.2	Материал изделия и его свариваемость.....	9
2	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	15
2.1	Базовый вариант технологического процесса.....	15
2.2	Проектируемый вариант технологического процесса.....	17
2.3	Выбор способа сварки.....	19
2.4	Выбор сварочных материалов.....	24
2.5	Расчет режимов сварки.....	28
2.6	Выбор сборочного и сварочного оборудования.....	34
2.6.1	<i>Описание конструкции сборочной установки.....</i>	<i>34</i>
2.6.2	<i>Раскрой материала.....</i>	<i>34</i>
2.6.3	<i>Подготовка кромок под сварку.....</i>	<i>37</i>
2.7	Описаний конструкций сварочной установки для механизированной сварки в аргоне.....	41
2.8	Описаний конструкций сварочной установки для автоматической сварки под флюсом.....	46
2.9	Установка для автоматической сварки продольных швов обечаек.....	51
2.10	Установка для автоматической сварки кольцевых стыков обечаек.....	52
3	КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	57
3.1	Способы и средства для контроля качества сварных швов.....	57
3.2	Допустимые и недопустимы дефекты.....	59
3.3	Оборудование для контроля качества.....	60
3.4	Методы исправления дефектов сварных швов.....	61
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	63
4.1	Анализ технологического процесса по опасным и вредным факторам.....	63
4.2	Техника безопасности при производстве сварочных работ.....	64
4.2.1	<i>Санитарно-гигиенические мероприятия.....</i>	<i>66</i>
4.2.2	<i>Мероприятия по электробезопасности.....</i>	<i>66</i>

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности.	68
4.2.4 Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией.	68
4.3 Проектирование планировки сборочно-сварочного участка.	69
5 СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:	74

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

1 КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия.

Теплообменник АТ-08030

Рассматриваемый теплообменник, показанный на (Рисунок 1.1), технические характеристики приведены в (Таблица 1.1), предназначен для конденсации парогазовой фазы с целью сокращения объемов и извлечения азотной кислоты.

Таблица 1.1 – Технические характеристики рассматриваемого теплообменника.

Параметры трубной полости	Значения
Емкость, м ³	0,68
Давление, МПа	
Рабочее внутреннее избыточное,	не более 0,3
Расчетное внутреннее избыточное	0,353
Температура среды, °С	
На входе, не выше	25
На выходе, не выше	40
Рабочая среда	Техническая вода
Параметры межтрубной полости	
Емкость, м ³	1,1
Давление, МПа	
Рабочее вакуумметрическое,	не ниже 0,053
Расчетное	0,1
Внутреннее избыточное	до 0,25
Температура среды, °С	
На входе	85
На выходе	70
Рабочая среда	
На входе	парогазовая фаза

Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2018.309.00 ПЗ

Лист

7

Продолжение таблицы.

На выходе	азотнокислый конденсат
Основной материал	сталь 12X18Н10Т
Назначенный срок службы, лет	20
Габаритные размеры, мм	3900 x 1112 x 1158

Аппарат состоит из пучка труб диаметром 38 x 3 мм, помещенного внутри цилиндрического корпуса (обечайки). Трубки крепятся в трубных решетках способом сварки и последующей развальцовки. Трубки размещаются в пучке в шахматном порядке с шагом $48 \pm 0,5$ мм.

Аппарат снабжен двумя съемными крышками со штуцерами для входа и выхода охлаждающей воды, движущейся внутри труб.

Трубное и межтрубное пространства разобщены. Второй теплоноситель (парогазовая фаза) движется в межтрубном пространстве, снабженном входным и выходным штуцерами.

Площадь проходного сечения межтрубного пространства значительно больше суммарного живого сечения труб, поэтому при одинаковых объемных расходах теплоносителей коэффициент теплоотдачи со стороны межтрубного пространства оказывается более низким. Для увеличения скорости теплоносителя в межтрубном пространстве размещены перегородки.

Условия эксплуатации данных аппаратов (агрессивная среда, избыточное давление, повышенные температуры) способствуют протеканию коррозионных процессов. С целью повышения коррозионной стойкости аппаратов на ремонтно-механическом заводе химического машиностроения для изготовления данных оболочковых конструкций используются специальные нержавеющие стали. Наиболее широко применяется сталь с содержанием 18% хрома и 8% никеля и с небольшим содержанием углерода (до 0,2%).

Для получения максимальной коррозионной стойкости нержавеющую хромоникелевую сталь 12X18Н10Т закаливают при температуре 1050 - 1100 °С с охлаждением в воде.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

К недостаткам хромоникелевых нержавеющей сталей можно отнести их склонность к межкристаллитной коррозии.

Межкристаллитная коррозия представляет собой такой вид коррозии, когда под воздействием определенной агрессивной среды коррозионный процесс протекает только по границам зерен. В результате этого связи между зернами ослабевают, они разобщаются между собой и возникают трещины, которые делают металл непригодным к эксплуатации.

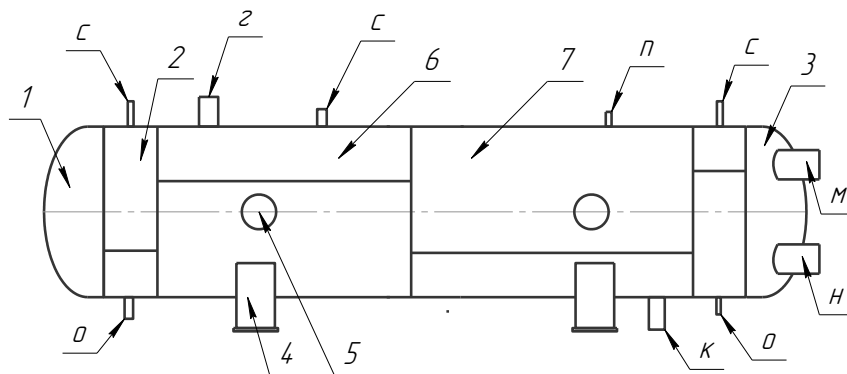


Рисунок 1.1 – Эскиз теплообменника, где 1 – Днище, 2 – Вставка, 3 – Опора, 4 – Днище, 5 – Строповые устройства, 6,7–Обечайки. Назначение штуцеров: г – вход парогазовой фазы, к – вход конденсата, н – вход охлаждающей воды, о – слив, с – сдувка, п – вход промывочной жидкости.

Как отмечалось ранее, межкристаллитную коррозию в аустенитной нержавеющей стали можно предотвратить различными методами.

На ремонтно-механическом заводе химического машиностроения в настоящее время для предотвращения межкристаллитной коррозии, горячих трещин в аустенитной нержавеющей стали после сварки применяют термическую обработку при температуре (1200-1300°C), обеспечивающей растворение карбидной фазы в твердом растворе с последующим быстрым охлаждением для фиксации гомогенного хромоникелевого аустенита.

1.2 Материал изделия и его свариваемость.

В проектом варианте для изготовления теплообменника АТ-08030 используется нержавеющая сталь аустенитного класса 12Х18Н10Т, которая

хорошо зарекомендовала себя при изготовлении конструкций, работающих в условиях совместного действия коррозионных сред, повышенных температур и избыточного давления.

Основным легирующим элементом всех типов нержавеющей сталей является хром, повышающий сопротивление коррозии. Влияние хрома на коррозионную стойкость объясняется способностью образовывать на поверхности стали устойчивую защитную поверхностную пленку окислов. Эта пленка, несмотря на очень незначительную толщину, предохраняет металл от коррозии. Образование защитной пленки на поверхности стали сопровождается повышением электродного потенциала. Изменение электродного потенциала и следовательно, коррозионной стойкости стали происходит с увеличением содержания хрома не постоянно, а скачкообразно.

На рисунке 1.2 приведена кривая зависимости электродного потенциала от содержания хрома в стали. Как видно из рисунка, электродный потенциал резко повышается при содержании хрома более 12%. Поэтому минимальное содержание хрома в нержавеющей стали должно составлять примерно 12%. Дальнейшее повышение коррозионной стойкости хромистой нержавеющей стали может быть достигнуто введением в нее никеля. В настоящее время в промышленности применяется ряд марок хромоникелевой нержавеющей стали с содержанием от 18 до 25% хрома и от 8 до 20% никеля. Наиболее широко применяется сталь с содержанием 18% хрома и 8% никеля и с небольшим содержанием углерода (до 0,2%).

Эти стали имеют высокую коррозионную стойкость при повышении прочности и пластичности.

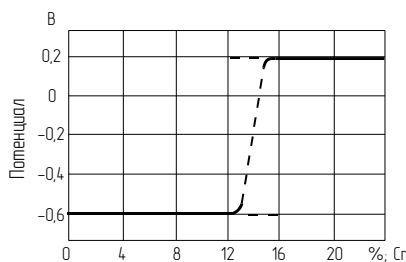


Рисунок 1.2 – Зависимость электродного потенциала от содержания хрома в стали.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

В таблицах 1.1 и 1.2 приведены химический состав и механические свойства стали 12X18H10T.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 12X18H10T (по ГОСТ 5632 –72)

В процентах

Марка стали	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P
12X18H10T	Не более 0,12	Не более 0,8	Не более 2,0	17,0 – 19,0	9,0 – 11,0	5xC – 0,8	Не более 0,020	Не более 0,035

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 12X18H10T (ГОСТ 5632 – 72)

Марка стали	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
12X18H10T	236	530	38	–

К числу основных сложностей разработки технологических процессов сварки применяемой стали следует отнести трещинообразование (причем природа трещин может быть как кристаллизационной, так и «холодной»). Кристаллизационные горячие трещины, как уже отмечалось, относятся к числу характерных и весьма опасных дефектов, возникающих в процессе затвердевания сварочной ванны. Следует отметить, что вероятность их возникновения в сварных соединениях из высоколегированных сталей значительно выше, чем в углеродистых сталях, в первую очередь это относится к аустенитным сталям. Как известно, аустенитные стали в процессе нагрева и охлаждения не претерпевают фазовых превращений, что приводит к сохранению первичных аустенитных зерен в широком температурном интервале от кристаллизации до полного охлаждения. Этим объясняется образование постоянных протяжных трещин кристаллов, которые служат магистралью будущей транскристаллитной трещины. С другой стороны, при повышенных температурах ускоряются диффузионные процессы атомов различных элементов, в том числе и вредных примесей серы и фосфора, образующих легкоплавкие эвтектики в пограничных областях зерен – одна из существенных причин разветвления

									Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.01.2018.309.00 ПЗ				11

кристаллизационных трещин. Указанные две причины усугубляются возникновением крайне неблагоприятного напряженного состояния в кристаллизующей сварной ванне – следствие линейной усадки. Существенную роль в образовании кристаллизационных трещин играет режим сварки. Известно, что наибольшей стойкостью обладают швы, выполненные при минимальных значениях погонной энергии с использованием сварочных материалов повышенной чистоты, причем неременным условием является минимальное проплавление основного металла.

Наряду с кристаллизационными трещинами существенные трудности при разработке сварочной технологии высоколегированных сталей вызывают околошовные горячие трещины. Причины их кроются в частичном расплавлении по границам кристаллов легкоплавких эвтектических прослоек. Весьма показательно, что меры борьбы с горячими трещинами в значительной мере основаны на локализации кристаллизационных трещин, которая обеспечивается путем:

- получения в околошовной зоне двухфазной структуры, что не всегда возможно в связи с необходимостью изменения состава свариваемой стали;
- повышения чистоты стали и сварочных материалов; в первую очередь, уменьшения содержания вредных примесей серы и фосфора;
- применения для сварки мелкозернистых сталей, что может быть иногда подменено проковкой свариваемых кромок.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к качеству сварного соединения высоколегированных сталей, является идентичность специальных свойств металла шва и зоны термического влияния характеристикам основного металла, а именно: коррозионной стойкости, жаростойкости и т. д., что в полной мере отражает области применения этих сталей, а так же многообразие условий эксплуатации нефтяного и химического оборудования.

Одним из основных факторов, снижающих эксплуатационные свойства сварных соединений коррозионностойких сталей является межкристаллитная коррозия (МКК), причиной возникновения которой служит интенсивное

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

карбидообразование на базе хрома, железа, следствием чего является обеднение хромом периферийных участков кристаллитов, что, в конечном итоге предопределяет резкое снижение коррозионной стойкости межзерных границ. Это явление усугубляется возникновением местных напряжений на границах зерен (причина – выпадение карбидов), что в еще большей степени способствует развитию коррозионных поражений в этих зонах.

Коррозия поражает так же участки сварных швов, подвергающихся повторным технологическим нагревам (например, участки пересечения швов, первый шов при двусторонней сварке и т. д.). В этом случае коррозия возникает на границе сварного шва и основного металла (ножевая коррозия). Для снижения ножевой коррозии, как правило, используются следующие технологические приемы, направленные на уменьшение перегрева околошовной зоны, в частности: сварка короткой дугой на максимальных скоростях, выполнение очередного валика только при завершении предыдущего, охлаждение сварного соединения со стороны раннее сформированного слоя и т. д. Кроме того, высоколегированные стали и в первую очередь, стали аустенитного класса, подвергаются коррозионному растрескиванию, являющемуся следствием интегрального эффекта растягивающих напряжений и химически агрессивных сред. Устранение коррозионного растрескивания достигается путем повышения содержания никеля в сварных швах до 40%, создание двухфазной аустенитно-ферритной или аустенитно-боридной структуры.

Аустенитные стали подвергаются сварке в отожженном состоянии аустенитно-ферритными электродами. Для достижения заданных свойств и предотвращения межкристаллитной коррозии требуется термическая обработка:

- закалка на гомогенный твердый раствор, при которой карбиды, растворенные во время нагрева в аустените не успевают выпасть по границам зерен;
- стабилизирующий отжиг – нагрев до 850 ... 900 °С с выдержкой в течении 2...3 часов и последующим охлаждением на воздухе. Это приводит к выравниванию содержания хрома в объеме зерна и делает металл не

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

чувствительным к коррозии, хотя на границах зерен выпавших карбидов очень много;

– сварка при малых погонных энергиях и интенсивное охлаждение металла в околошовной зоне.

В силу повышенной габаритности теплообменника выполнение термообработки невозможно.

По химсоставу металла (1) можно провести оценку его склонности к образованию горячих трещин на базе следующего показателя:

$$HCS = \frac{C[S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}] \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} \quad (1)$$

Горячие трещины не образуются, если $HCS < 2$. Величина данного показателя равна:

$$HCS = \frac{0,12 \left[0,02 + 0,035 + \frac{0,8}{25} + \frac{9}{100} \right] \cdot 10^3}{3 \cdot 2 + 17} = 0,923 < 2$$

Т.е.: металл не склонен к образованию горячих трещин.

В проектном варианте сварку деталей химаппарата, изготавливаемых из нержавеющей стали аустенитного класса 12Х18Н10Т, предлагается производить автоматическим способом с сопутствующим принудительным охлаждением зоны сварки, обеспечивающим предотвращение межкристаллитной коррозии.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса.

На предприятии РМЗ для сварки стыковых швов обечаек корпуса теплообменника АТ-08030 применяется способ ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочным материалом. В качестве неплавящегося электрода применяются вольфрамовые прутки марки ЭВЛ ГОСТ 23949, в качестве защитного газа – аргон газообразный по ГОСТ 10157, в качестве присадочного материала используется сварочная проволока марки Св – 01Х19Н9 по ГОСТ 2246, которая обеспечивает равнопрочность сварного соединения основному металлу, высокую пластичность и ударную вязкость металла шва, а также высокую стойкость против коррозии.

Сварка осуществляется горелками «Агни - 07М» (Рисунок 2.1).

Источником питания служит сварочный выпрямитель ВД – 306 (Рисунок 2.2).

Прихватки выполняются тем же способом сварки и сварочной проволокой, что и основная сварка.

Ручная аргонодуговая сварка выполняется на постоянном токе прямой полярности.

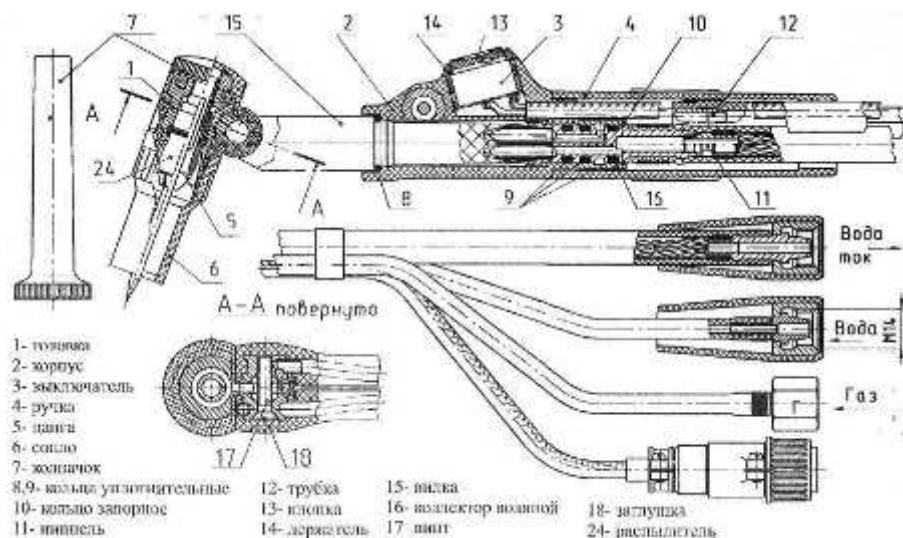


Рисунок 2.1 – Горелка газоплектрическая «Агни – 07М»



Рисунок 2.2 – Выпрямитель ВД – 306

Таблица 2.1 – Технические характеристики сварочного выпрямителя ВД – 306:

Параметры	Значения
Номинальный сварочный ток, А	315
Номинальный режим работы, ПН, %	60
Продолжительность цикла сварки, мин	5
Номинальное рабочее напряжение, В	32
Напряжение холостого хода, В,	не более 70
Пределы регулирования сварочного тока, А	45 – 315
Первичная мощность, кВт·А,	не более 21
КПД, %,	не менее 72
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	785 x 780 x 795
Масса, кг,	не более 164

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.

Сопутствующее принудительное охлаждение как способ регулирования термических циклов в сварочном производстве находит широкое применение для достижения различных целей. Например, было показано, что применение принудительного охлаждения свариваемых элементов приводит к снижению сварочных напряжений в шве и околошовной зоне. В частности, использование охлаждения водой и водовоздушной смесью позволило решить проблему устранения коробления листовых конструкций при сварке. Применение ускоренного охлаждения пробы струями воды привело к исчезновению подвалковых трещин при сварке электродами с различным содержанием влаги в покрытии. Благоприятное действие высокой скорости охлаждения на сопротивляемость образованию холодных трещин объясняется замедлением диффузии водорода в феррите металла шва и уменьшением его концентрации в околошовной зоне.

Известны случаи применения принудительного охлаждения с целью регулирования фазового состава и структурного состояния неоднородных участков сварных соединений. Применение технологии сварки с регулированием термических циклов без существенного усложнения процесса сварки позволяет усовершенствовать и выбрать рациональную технологию сварки нефтехимической аппаратуры на повышенных погонных энергиях.

Исходя из анализа кривых термических циклов в целях повышения стойкости сварного соединения к образованию горячих трещин можно рекомендовать «идеальный термический цикл» (Рисунок 2.3, кривая 1), получаемый путем применения регулируемого сопутствующего охлаждения, проводимого в две стадии. Первая стадия должна обеспечивать высокие скорости нагрева и охлаждения и минимальную продолжительность нахождения околошовной зоны в аустенитном состоянии (Выше Ac_3) t_n° . Вторая стадия предполагает замедление скорости охлаждения металла околошовной зоны при заданных температурах распада аустенита за счет своевременного прерывания подачи охлаждающей среды.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

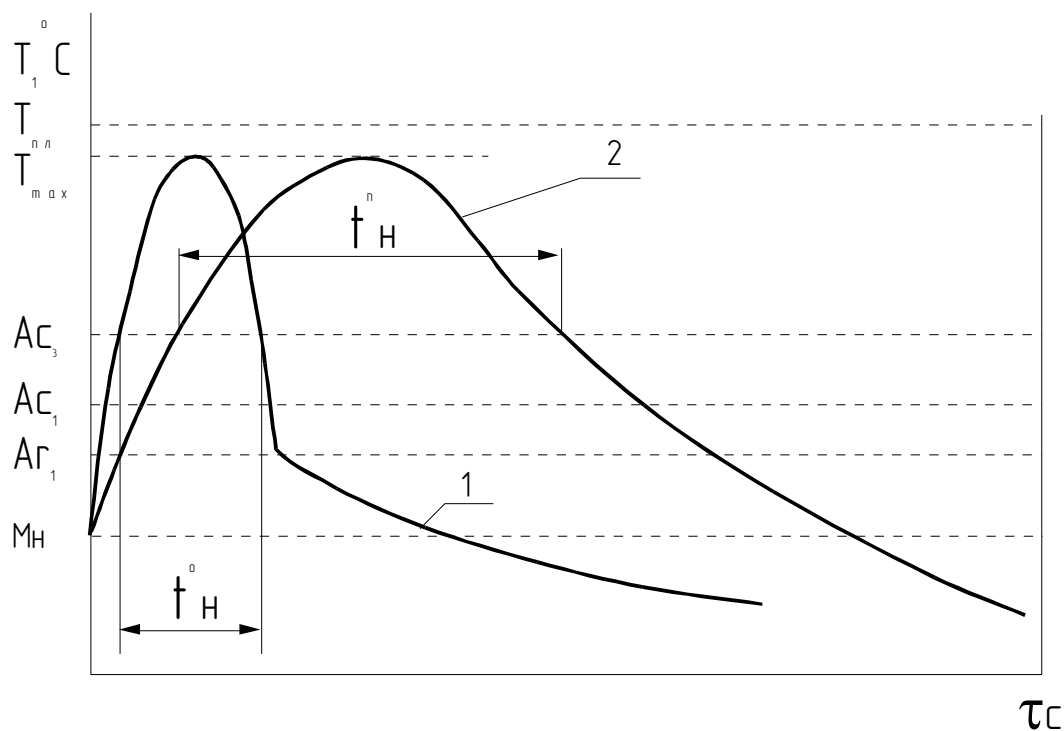


Рисунок 2.3 – Термические циклы при сварке с сопутствующим охлаждением (1) и подогревом (2).

Регулируемое воздействие на термические режимы сварки стали типа 12X18H10T за счет обеспечения благоприятных изменений основных параметров циклов сварки, является эффективным способом повышения работоспособности сварных соединений.

Использование принудительного охлаждения для регулирования термического цикла сварки соединений из стали 12X18H10T позволит:

- сократить длительность пребывания, увеличить скорости нагрева и охлаждения металла околошовных зон при максимальных температурах выше конца фазового превращения Ac_3 ;
- предотвратить рост зерна в области термического влияния при сварке и образование межкристаллитной коррозии (МКК).

Принципиальная схема процесса сварки с сопутствующим охлаждением, принятая в настоящей работе, изображена на рисунке 2.4.

Регулирование термического цикла осуществляется непосредственно с периода нагрева околошовной зоны при сварке. Охлаждающее устройство 5 устанавливается прямо под сварочной дугой и перемещается при сварке в

направлении движения электрода 2 со скоростью сварки (скорость движения дуги). Охлаждение производится тремя потоками охлаждающей среды 6, направленными высокотемпературные области ЗТВ и корень шва 4 и 7.

В качестве охлаждающей среды, как правило, используют воздух, водо-воздушную смесь, водные растворы слабых концентраций солей, жидкий азот и др. При производстве химической аппаратуры наиболее удобным является применение в качестве охладителя воды или водо-воздушной смеси.

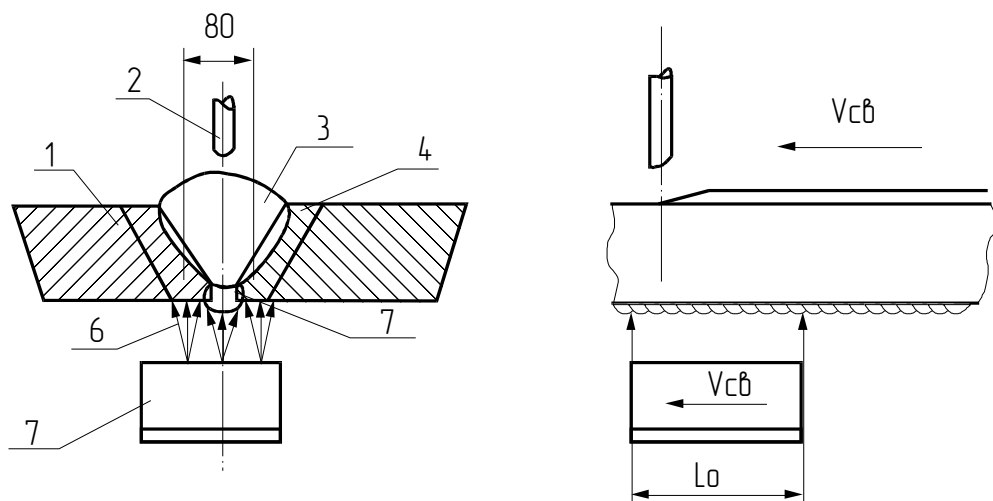


Рисунок 2.4 – Принципиальная схема сопутствующего охлаждения в процессе автоматической сварки на повышенных режимах.

Проведенным анализом установлено были определены следующие параметры охлаждения:

- расход охлаждающей воды с температурой 15 – 18 °С около 12 – 15 л на погонный метр шва;
- давление воздуха в форсунке в пределах 0,22 – 0,27 МПа;
- эффективная длина охлаждения $l_o = 42 - 45$ мм;
- ширина зоны охлаждения $b_o = 15 - 16$ мм;
- расстояние от форсунки до поверхности охлаждения $h = 38 - 40$ мм.

2.3 Выбор способа сварки.

Способ сварки в значительной мере определяет не только качество и трудоемкость изготовления сварочных конструкций, но и весь технологический процесс в целом.

Способ сварки назначают на стадии разработки проектно-технологической документации.

Выбор способов сварки определяется установленными техническими требованиями на изготовление конструкций, выбранного материала, программой выпуска, видом производства и производительностью процесса. При выборе способа сварки одним из основных показателей является качество сварных соединений.

Сварка высоколегированных коррозионностойких сталей типа 12Х18Н10Т имеет ряд особенностей, которые определяют различную технологию сварки (сварочные материалы, режимы сварки и т. д.).

Одна из основных трудностей при сварке рассматриваемых сталей – предупреждение образования в швах и околошовной зоне горячих трещин. Последнее достигается:

1) ограничением (особенно при сварке аустенитных сталей) в основном и наплавленном металлах содержания вредных (S,P) и ликвирующих (Pb, Sn, V) примесей, а также газов – O₂ и H₂.

Для этого следует применять режимы, уменьшающие долю основного металла в шве, использовать сварочные материалы с минимальным содержанием названных примесей. Техника сварки должна обеспечивать минимальное насыщение металла шва газами. Этому способствует применение для сварки постоянного тока обратной полярности. Необходимо так же принимать меры к удалению влаги из покрытия электродов путем их прокалки. Это уменьшит вероятность образования пор, вызываемых водородом.

2) получение такого химсостава металла шва, который обеспечил бы в нем двухфазную структуру. Для сталей с малым запасом аустенитности и содержанием никеля до 15 % это достигается получением аустенитно-ферритной структуры с 3...5 % феррита. Большое количество феррита может привести к значительному высокотемпературному охрупчиванию швов в виду их сигматизации. Благоприятно и легирование швов повышенным количеством Mo, Mn, W, подавляющих процесс образования горячих трещин. Количество феррита

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

в структуре швов из коррозионностойких сталей может быть повышено до 15 ... 25 %. Высоколегированные стали содержат в качестве легирующих присадок Al, Si, Ti, Nb, Cr и др. элементы, обладающие большим сродством к кислороду, чем железо. Поэтому при наличии в зоне сварки окислительной атмосферы возможен их значительный угар, что может привести к уменьшению содержания или полному исчезновению в структуре шва ферритной и карбидной фаз.

3) применением технологических приемов, направленных на изменение формы сварочной ванны и направление роста кристаллов аустенита. Действие растягивающих сил, перпендикулярное направлению роста столбчатых кристаллов, увеличивает вероятность образования горячих трещин. Изменяя схему кристаллизации металла шва можно уменьшить ее склонность к горячим трещинам.

4) уменьшением силового фактора, возникающего в результате термического цикла сварки. Снижение его действия достигается ограничением силы сварочного тока, заполнением разделки швами небольшого сечения и применением соответствующих разделок.

При сварке коррозионностойких сталей для предупреждения межкристаллитной коррозии не следует допускать повышения в металле шва содержания углерода за счет загрязнения сварочных материалов (графитовой смазки проволоки и т. д.), длительного и многократного пребывания металла сварного соединения в интервале критических температур.

Анализ технологии изготовления теплообменника на ремонтно-механическом заводе химического машиностроения позволил выработать направление по совершенствованию сварочных операций. Так, например, сварка деталей выполняется ручным способом с естественным охлаждением зоны сварки.

Дипломном проекте предлагаются при сварке стыковых швов обечаек применять автоматическую сварку под флюсом. Для данного способа сварки использовать сварочную проволоку марки Св – 01Х19Н9, флюс АН – 26. А также заменить способ ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом всех швов (в том числе прихваток) на механизированную аргонодуговую сварку

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

плавящимся электродом. Использовать сварочную проволоку той же марки Св – 01Х19Н9.

Данное решение принимаем в результате анализа свариваемости стали, применяемой при изготовлении рассматриваемого изделия, технических требований, предъявляемых к его изготовлению, а также сравнительного анализа различных способов сварки по показателям технологичности (Таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Выбор способа сварки по показателям технологичности

Показатель технологичности	Сварка под флюсом	Сварка в смеси защитных газов
Получение сварных швов с заданным химическим составом и структурой	Легирование через флюс и электродную проволоку +	Легирование только через электродную проволоку
Выгорание легирующих элементов	Минимальное +	Повышенное
Потери электродного металла	Отсутствуют	Повышенные
Внешний вид шва	Хороший, с плавным переходом от шва к основному металлу +	Поверхность шва бугристая, с более резким переходом от шва к основному металлу
Проплавающая способность дуги	При одинаковом режиме глубина проплавления ниже на 5...8%	При одинаковом режиме глубина проплавления больше на
Производительность расплавления электродного металла	В среднем меньше на 10 % +	В среднем больше на 10 %
Производительность наплавки	Одинаковая	
Зачистка швов	Необходимо полное удаление шлаковой корки перед каждым проходом	
Зачистка ЗТВ от набрызгивания металла	Не требуется +	Необходима зачистка
Сварка в разных пространственных положениях	Затруднена в потолочном, а вертикальное и горизонтальное положения возможны с применением	Возможна во всех пространственных положениях

Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-------	------	----------	-------	------

15.03.01.2018.309.00 ПЗ

Лист

22

Продолжение таблицы.

Наблюдение за сварочной дугой, ванной и направлением по стыку	Затруднено	Не затруднено +
Вредные примеси; необходимость вентиляции, защита от излучения.	Выделение токсичных веществ; необходима вентиляция	Повышенная загазованность; излучение дуги; необходима вентиляция и защита от излучения

При автоматической сварке под флюсом дуга, возбуждаемая между свариваемым изделием и голой электродной проволокой, горит под слоем сыпучего флюса, поступающего в зону сварки из бункера. В процессе расплавления кромок свариваемого изделия плавятся также электродная проволока, подача которой осуществляется специальным механизмом, и некоторое количество флюса, непосредственно примыкающего к зоне сварки. Затвердевающий металл сварочной ванны образует по мере передвижения дуги шов, покрытый шлаковой коркой, легко удаляемой после остывания. Нерасплавившаяся часть флюса с помощью отсасывающего устройства вновь поступает в бункер и может быть повторно использована.

Эффективная защита дуги при сварке голой проволокой вследствие применения флюса, способного также обеспечить хорошую форму шва и возможность значительно приблизить к сварочной ванне место подвода тока к электроду позволили резко повысить величину сварочного тока, а , следовательно, и производительность этого способа сварки по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Металл сварного шва, выполненный в обычных условиях, состоит приблизительно на 1/3 из расплавленного присадочного металла и на 2/3 из переплавленного основного металла. Отношение веса расплавленного флюса к весу расплавленного присадочного металла составляет примерно 1:1.

Основными преимуществами сварки под флюсом являются: высокая производительность процесса, повышение качества металла шва и сварного соединения, снижению расхода сварочных материалов, электроэнергии и общей стоимости сварочных работ.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

Повышение производительности достигается увеличением плотности тока, повышением скорости сварки, повышенным использованием тепла дуги по сравнению со сваркой открытой дугой, уменьшением объёма наплавляемого металла вследствие более глубокого проплавления основного металла, повышением коэффициента наплавки до 14-16 г/Ач при однодуговой сварке и до 25-27 г/Ач при сварке трёхфазной дугой.

Улучшению качества наплавленного металла и сварного соединения способствуют надёжная защита зоны сварки от атмосферного воздействия, стабильность процесса, обеспечивающая однородность химического состава металла, и снижение опасности непровара вследствие более глубокого проплавления основного металла.

Лучшее использование тепла дуги, уменьшение расхода электродной проволоки на угар, разбрызгивание и огарки, а также на заполнение шва вследствие уменьшения площади разделки кромок, создают значительный экономический эффект.

Наряду с этим механизация технологического процесса сварки, улучшение условий труда в сварочных цехах и ряд других обстоятельств способствуют обеспечению эксплуатационных преимуществ сварки под флюсом перед ручной.

Для предотвращения горячих трещин предлагаем применять при механизированной сварке плавящимся электродом в среде аргона сопутствующее охлаждение за счёт водо-воздушной смеси. При автоматической сварке под флюсом также использовать сопутствующее охлаждение.

2.4 Выбор сварочных материалов.

Материалы и полуфабрикаты для изготовления теплообменного оборудования перед запуском в производство проходят входной контроль с целью предотвращения запуска в производство продукции, по техническим показателям не обеспечивающей заданного нормативной документацией уровня качества.

При входном контроле основных и сварочных материалов, полуфабрикатов проверяется:

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

- Наличие сертификата завода-изготовителя, подтверждающего качество и свойства материалов и полуфабрикатов, а также полноту заполнения сертификата на соответствие ГОСТу, ТУ;

- Наличие маркировки на материале, на упаковке и соответствие маркировки данным сертификата;

- Визуальный контроль основных материалов проводится с целью выявления поверхностных трещин, расслоений, закатов, недопустимых забоин, раковин, плен, шлаковых включений, и других несплошностей. Сварочная проволока проверяется на отсутствие ржавчины, задигов, вмятин, окалины. На электродах контролируется сплошность покрытия, разность толщины покрытия, размеры. На поверхности вольфрамовых электродов не должно быть раковин, расслоений, трещин, окислов, остатков технологической смазки, посторонних включений и загрязнений.

- Измерительный контроль основных и сварочных материалов, полуфабрикатов проводится с целью проверки соответствия их геометрических размеров (сортамента) требованиям стандартов, а также допустимых размеров выявленных дефектов при визуальном контроле;

- Контроль основного материала на отсутствие внутренних дефектов в соответствии с требованиями конструкторской документации (КД).

По требованию КД проводится дополнительный контроль химического состава основного материала и стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК) на образцах, вырезанных из основного материала.

При входном контроле защитного газа проверяется наличие сопроводительного документа о качестве газа – паспорта, в котором указывается: наименование, марка, сорт, стандарт, дата наполнения и производитель. Качество защитного газа в каждом баллоне проверяется сварщиком непосредственно на рабочем месте путем пробы на «цветное пятно». При обнаружении пор, серого или черного налета на валике – газ в данном баллоне бракуется.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

Сварочные материалы на предприятии хранятся по партиям в сухих отапливаемых помещениях, в условиях, исключающих их загрязнение или повреждение.

Сварочная проволока перед использованием должна быть очищена от следов смазки, окислов и других загрязнений, электроды и флюсы – прокалены.

Покрытые электроды и флюсы после хранения следует хранить в закрытых мешках из водонепроницаемой ткани (полиэтиленовой пленки) или в закрытой таре с крышкой с резиновым уплотнением, или сушильных шкафах при температуре $80 \pm 20^\circ \text{C}$, или в кладовых при температуре не ниже 15°C и относительной влажности воздуха не более 50%.

При хранении после прокаливании покрытых электродов и флюсов в упаковке или сушильных шкафах срок их хранения и срок использования без проверки содержания влаги и без дополнительного прокаливании не ограничивается.

При хранении после прокаливании в кладовых покрытые электроды и флюсы могут быть использованы без проверки содержания влаги и без повторного прокаливании; 15 суток для остальных электродов; 3 суток для флюса марки 48-ОФ-6; 15 суток для других марок флюсов.

При нарушении условий хранения или по истечении указанных сроков электроды и флюсы перед использованием подлежат проверке на содержание влаги или повторному прокаливанию.

Прокаливание электродов допускается проводить не более трех раз; флюса марки 48-ОФ-6 – не более пяти раз. Число прокаливаний остальных флюсов не ограничивается.

При выдаче сварщикам аустенитные электроды и проволоку следует проверять магнитом.

Каждая партия материалов для дефектоскопии (порошков, пенетрантов, пленок, реактивов и т.п.) контролируется на наличие документов (сертификатов и др.) с проверкой полноты данных по их свойствам, соответствие качества материалов требованиям НТД, отсутствие и повреждений упаковки и самих материалов, действия сроков годности.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

Материалы для дефектоскопии должны быть использованы в течение гарантийного срока хранения.

Порядок хранения, выдачи в производство, возврат неиспользованных материалов определяется инструкцией предприятия, применяющего материалы.

При положительных результатах входного контроля на материал дается разрешение на выдачу его в производство. Разрешение оформляется представителем ОТК в журнале предъявлений.

Для теплообменника АТ-08030 техническими условиями предусмотрен контроль металла на отсутствие внутренних дефектов ультразвуковым методом.

Ультразвуковой метод контроля основан на пропускании сквозь контролируемый материал ультразвуковых волн, представляющих собой упругие механические колебания высокой частоты (0,2 – 10 МГц), и на последующем улавливании отраженного или прямого сигнала от поверхности дефекта.

Для данного метода контроля рекомендуется использовать малогабаритный ультразвуковой дефектоскоп марки «ВД-92НП» (Таблица 2.3) с цифровой индикацией результатов контроля.

Таблица 2.3 – Технические характеристики дефектоскопа «ВД-92НП»

Параметры	Значения
Толщина стенки контролируемого изделия, мм:	5...50
Диапазон измерения координат, мм:	5...199
Частота ультразвука, МГц:	0,1...2
Погрешность измерения координат, мм	±1
Напряжение питающей сети, В:	
трехфазного тока частотой 50 Гц:	220
аккумулятора:	9
Допускаемая температура эксплуатации, °С:	-10...+40
Габариты, мм:	264x150x260
Масса, кг:	2

Продолжение таблицы.

Комплектность поставки:	
электронный блок	1 шт
набор наклонных искателей	1 комплект
соединительные кабели	1 комплект
документация	1 комплект

2.5 Расчет режимов сварки.

Расчёт режимов сварки продольных и кольцевых швов обечаек, выполненных по проектному варианту

Режимы сварки продольных и кольцевых швов обечаек произведём применительно к предложенным в проекте способам: механизированной сварке плавящимся электродом в аргоне и автоматической сварке под слоем флюса.

Данные сварные соединения выполняли в v-образную разделку кромок за два прохода (Рис 2.4). Рассматриваемое соединение относится к типу С21 (ГОСТ 14771-76) и имеет следующие размеры:

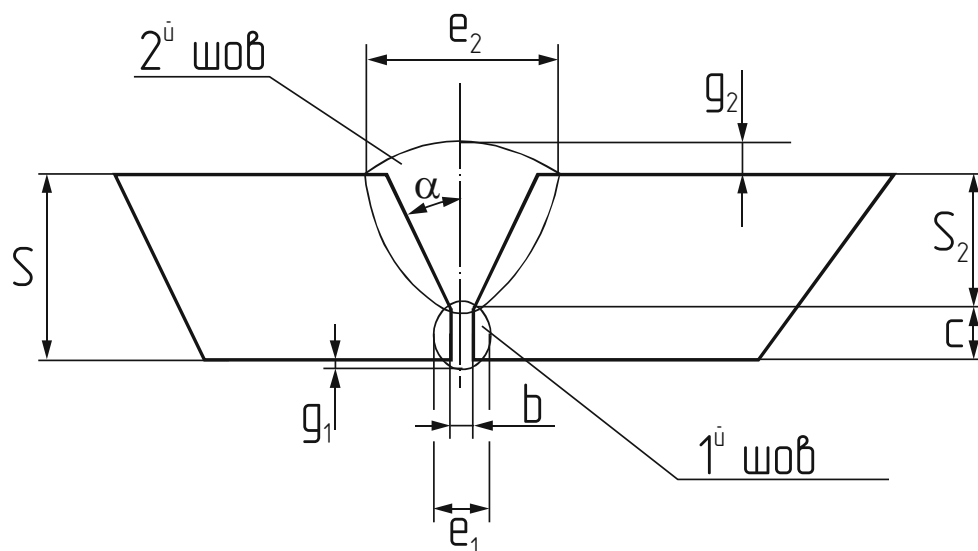


Рисунок 2.4 – Изображение сварного соединения, выполненного в v-образную разделку

$$e_2 = 12 \pm 2 \text{ мм};$$

$$e_1 = 8 \pm 2 \text{ мм};$$

$$g_2 = 1 \pm 1 \text{ мм};$$

$$g_1 = 1 \pm 1 \text{ мм};$$

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

$$\alpha = 30^\circ \pm 3^\circ;$$

$$b = 2 \pm 1 \text{ мм};$$

$$S = 8 \text{ мм};$$

$$S_2 = 6 \text{ мм};$$

$$c = 2 \pm 0,5 \text{ мм}.$$

Рассчитаем параметры режима сварки первого шва (с внутренней стороны обечайки):

Параметрами режима сварки в смеси газов являются: диаметр и марка электродной проволоки d_3 , ток сварки $I_{св}$ (А), скорость сварки $V_{св}$ (см/с, м/ч), скорость подачи электродной проволоки V_3 (см/с), вылет электрода l_3 , расход защитного газа $Q_г$ (л/мин).

Определяем площадь минимального наплавленного металла первого шва и минимальная глубина проплавления:

$$F_{Н1} = c \cdot b = 2 \cdot 2 = 4 \text{ (мм}^2\text{)} = 0,04 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$h_{пр1} = c + 1 = 2 + 1 = 3 \text{ (мм)}$$

Расчёт параметров произведём в программе Excel согласно алгоритму расчётов, представленному в источнике (11):

1. Силу сварочного тока, А:

$$I_{св} = h_{пр1} * (80 \dots 90) = 200$$

2. Диаметра электродной проволоки, мм:

$$d_{31} = 1,13 \sqrt{\frac{I_{св}}{i_1}} = 1,6$$

4. Скорость сварки, $\frac{\text{м}}{\text{ч}}$:

$$V_{св1} = \frac{P}{I_{св}} = 1,4 = 50$$

5. Скорость подачи проволоки $\frac{\text{см}}{\text{с}}$, $\frac{\text{м}}{\text{ч}}$:

$$V_{под1} = \frac{\alpha_p * I_{св1}}{3600 * F_{31} * \gamma} = 5,2 = 190$$

6. Вылет электрода, мм:

$$l_{31} = 10 \cdot d_{31} = 10 * 1,4 = 15$$

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

7. Напряжение дуги, В:

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05I_{\text{св1}}}{\sqrt{d_{\text{э}}}} = 25$$

8. Коэффициент формы провара:

$$\varphi_{\text{пр}} = k'(19 - 0,01I_{\text{св1}}) \frac{d_{\text{э}} * U_{\text{д}}}{I_{\text{св1}}} = 3,95$$

9. Погонная энергия, необходимая для выполнения первого шва, Кал/см:

$$q_{\text{п}} = \frac{0,24 * I_{\text{св1}} * U_{\text{д}} * \eta}{V_{\text{св1}}} = 600$$

10. Фактическая глубина проплавления, мм:

$$H_{\text{пр1}} = 0,0165 * \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\varphi_{\text{пр}}}} = 2$$

11. Ширина шва, мм:

$$B = 8$$

12. Площадь проплавления металла при выполнении первого шва, см², мм²:

$$F_{\text{пр1}} = 0,8 = 8$$

13. Усиление валика, мм:

$$C = 1,35$$

14. Общая высота шва, мм:

$$D = H_{\text{пр1}} + C = 2 + 1,35 = 3,35$$

Проводим расчет с обязательной разделкой при первоначальных параметрах, мм:

$$H_1 = D - C_1 \quad (2)$$

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

$$C_1 = \frac{F_{\text{пр1}} - D * p}{0.73 * B - p} = \frac{8 - 3,35 * 2}{0.73 * 8 - 2} = \frac{1,3}{3,84} = 0,35$$

$$H_1 = 3,35 - 0,35 = 3$$

Высота которую заполнил расплавленный металл в разделке кромок, мм:

$$H_2 = D - (C_1 + c) = 3,35 - (0,35 + 2) = 1$$

Занимаемый объём в разделке кромок:

$$F_{\text{вытека}} = 1^2 * tg30^0 + 2 * 1 = 2,57 \text{ мм}^2$$

Полученные размеры удовлетворяют ГОСТ.

Рассчитаем параметры режима сварки второго шва (с внешней стороны обечайки):

Параметрами режимов сварки под слоем флюса являются: диаметр электродной проволоки d_3 , ток сварки $I_{\text{св}}$, напряжение на дуге, скорость сварки $V_{\text{св}}$, скорость подачи электрода $V_{\text{п}}$, расход флюса, вылет электрода l_3 .

Для выбранного способа сварки применим флюс марки АН - 26 и проволоку марки св-01Х19Н9. Химический состав флюса и проволоки представим в таблицах (2.4; 2.5):

Таблица 2.4 – Химический состав флюса марки АН – 26:

В процентах

SiO ₂	MnO	CaF ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	FeO не более
29–33	2,5–4,0	20–24	15–18	4–8	19–23	1,5

Таблица 2.5 – Химический состав проволоки марки св-01Х19Н9 по ГОСТ 2246

В процентах

Углерод Не более	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Сера Не более	Фосфор Не более
0,03	0,50–1,00	1,00–2,00	18,00– 20,00	8,0–10,0	0,015	0,025

Второй шов выполняется сварочной проволокой Св – 01Х19Н9 диаметром 3 мм .

Определяем площадь минимального наплавленного металла второго шва и минимальная глубина проплавления:

$$F_{н2} = 6 * 2 + 0.73 * 12 * 1 + 7^2 * tg30^0 - F_{проп} = 38 \text{ мм}^2$$

$$H_{пр} = S - H_1 + 1 = 8 - 3 + 1 = 6$$

1.Выбираем силу сварочного тока, А:

$$I_{св} = h_{пр1} * (80 \dots 90) = 350$$

2. Окончательный выбор диаметра электродной проволоки, мм:

$$d_{э2} = d_{э1} = 1,13 \sqrt{\frac{I_{св}}{i_1}} = 1,6$$

3. Скорость сварки, см/с, м/ч :

$$V_{св1} = \frac{P}{I_{св}} = 0,45 = 16$$

4. Скорость подачи проволоки $\frac{\text{см}}{\text{с}}, \frac{\text{м}}{\text{ч}}$:

$$V_{под1} = \frac{\alpha_p * I_{св1}}{3600 * F_{э1} * \gamma} = 2,5 = 90$$

5. Вылет электрода, мм:

$$l_{в1} = 10 \cdot d_{э1} = 10 * 3 = 30$$

6. Определяем напряжение дуги:

$$U_d = 20 + \frac{0,05 I_{CB1}}{\sqrt{d_э}} = 22$$

7. Определяем коэффициент формы провара :

$$\varphi_{пр} = k'(19 - 0,01 I_{CB1}) \frac{d_э * U_d}{I_{CB1}} = 3,5$$

8. Определяем погонную энергию, необходимую для выполнения второго шва:

$$q_{п} = \frac{0,24 * I_{CB1} * U_d * \eta}{V_{CB1}} = 3360 \text{ Кал/см}$$

9. Глубина проплавления:

$$H_{пр2} = 0,0165 * \sqrt{\frac{q_{п}}{\varphi_{пр}}} = 5,1 \text{ мм.}$$

10. Ширина шва:

$$B = 16,1 \text{ мм}$$

11. Определяем площадь проплавления металла при выполнении второго шва:

$$F_{пр1} = 41 \text{ мм}^2$$

Высота шва:

$$D = H_{пр2} + C = 5,1 + 3,1 = 8,2 \text{ мм}$$

Проводим расчет с обязательной разделкой при первоначальных параметрах:

$$H_2 = D - C_2$$

$$C_2 = \frac{F_{пр1} - h^2 * tg\alpha - Cp}{0,73 * B - p} = \frac{41 - 14,2 - 6,2}{0,73 * 16 - 2} = \frac{20,6}{10,4} = 1,9 \text{ мм}$$

$$H_2 = 8,2 - 1,9 = 6,3 \text{ мм}$$

Значение коэффициента формы шва:

$$\varphi_{пр} = \frac{B}{D} = \frac{16,1}{8,2} = 1,9$$

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

Теперь все размеры шва удовлетворяют заданным и нормативным.

Данный расчет показал, что назначенные параметры позволяют выполнить сварку с полным проваром разделки и без прожога металла первого шва.

Параметры охлаждения шва и ЗТВ подбирались аналитическим путем:

- расход охлаждающей воды с температурой 15 – 18 °С около 12 – 15 л на погонный метр шва;
- давление воздуха в форсунке в пределах 0,22 – 0,27 МПа;
- эффективная длина охлаждения $l_0 = 42 - 45$ мм;
- ширина зоны охлаждения $b_0 = 15 - 16$ мм;
- расстояние от форсунки до поверхности охлаждения $h = 38 - 40$ мм.

2.6 Выбор сборочного и сварочного оборудования

2.6.1 Описание конструкции сборочной установки.

Раскрой материала.

Карта раскроя сборочных единиц (обечайки, корпуса, днища) представляет собой чертеж развертки на плоскости, который определяет количество и габаритные размеры листов заготовок, расположение и протяженность продольных и поперечных швов.

От вида раскроя зависят основные технологические операции (особенно сборочно-сварочные и их последовательность), возможная точность изготовления изделия, необходимое оборудование, себестоимость изделия, а так же отходы металла.

Среди многочисленных разновидностей на практике имеют место две принципиально разные карты раскроя корпусов аппаратов.

Первый тип – метод обечаек, характеризуется тем, что продольная ось листа располагается перпендикулярно оси аппарата.

Второй тип – метод карт, характеризуется тем, что продольная ось листа располагается параллельно оси аппарата.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

Для раскроя корпуса предлагается первый тип – метод обечаек. Последнее связано с тем, что листовой прокат обладает анизотропией механических свойств (механические характеристики – предел текучести, предел прочности в направлении проката несколько выше, чем в поперечном направлении) и наиболее рациональное расположение листа – когда направление проката совпадает с направлением действия кольцевых напряжений, действующих в стенке корпуса оболочки (последние в два раза превышают осевые напряжения).

После нанесения разметки идет этап резки заготовок. Для этой операции была предложена установка для автоматической воздушно-плазменной резки типа АПР-404 УХЛ4 (Таблица 2.6) с циркониевым электрода. Данная резка применяется для раскроя металла практически неограниченной толщины. Стоимость оборудования низкая, и она остается неизменной с увеличением толщины разрезаемого листа.

Таблица 2.6 – Техническая характеристика установки для автоматической воздушно-плазменной резки металлов типа АПР – 404 УХЛ4

Параметры	Значения
Наибольшая толщина разрезаемого металла, мм	60
Наибольшая сила тока, А	400
Тип плазмотрона	ВПР – 1
Источник тока	Тиристорный
Мощность дуги, кВт	80

В технологическом процессе изготовления теплообменника АТ - 08030 гибка является одним из основных формоизменяющих процессов. Гибке подвергается листовой прокат с целью придания ему формы обечайки. Формоизменение при гибке осуществляется путем пластического деформирования металла. Гибочные операции главным образом осуществляются в холодном состоянии.

Операцию круговой гибки выполняют на валковых листогибочных машинах.

Четырехвалковые машины (Рисунок 2.7) отличаются широкими технологическими возможностями: на них можно получать цилиндрическую

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

обечайку подогнутыми концами без съема и перестановки листа и вальцевать обечайку за один проход. Ввод листа горизонтальный. Выравнивание листа на боковых валках автоматическое. Привод верхнего и нижнего валков – с регулируемым выравниванием скоростей.

Отсутствует холостой пробег листа: после гибки первого конца происходит гибка обечайки, а затем автоматическая гибка второго конца.

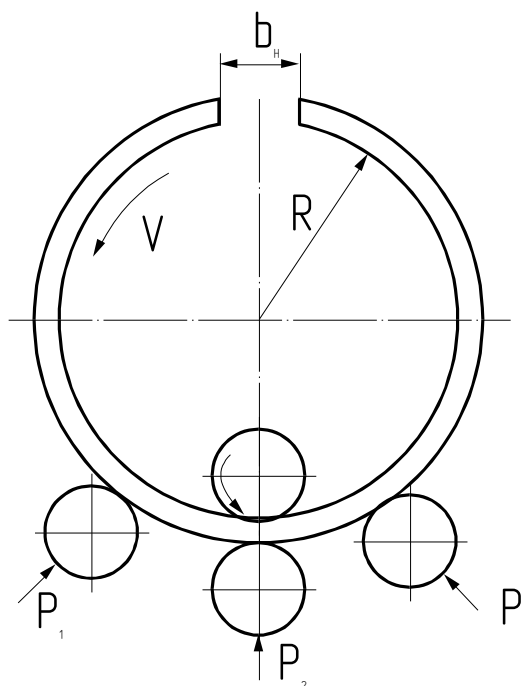


Рисунок 2.7 – Схема гибки четырех валковой листогибочной машины (P_1, P_2, P_3 – усилия на роликах, V – скоростьгиба, R – радиусгиба, b_n – расстояние между стыкуемыми кромками)

В течение всего рабочего процесса заготовка зажата между верхним и нижним валками. Регулируемое давление позволяет настраивать машину в зависимости от материала и толщины листа. Операция гибки металлов требует строго соблюдения технологических режимов. Холодную гибку не следует производить при температуре ниже 20°C .

Как показала практика использование операций гибки для получения заготовки обечайки корпуса под сварку для теплообменника АТ – 08030 первоначальный зазор между стыковыми кромками b_n составляет порядка 20 мм. Вследствие этого для выполнения сварных стыков необходима дополнительная

операция сборки, обеспечивающая требуемую величину зазора в корневой зоне разделки $b = 2$ мм .

2.6.2 Подготовка кромок под сварку.

Для обеспечения высокого качества сварных швов необходимо выполнять требования технологического процесса на заготовку, обработку и все последующие операции, обеспечивающие качественную подготовку к сварке конструкций.

Для конструкций, выполненных из коррозионностойких сталей, особое внимание следует уделять тому, чтобы в области сварных швов отсутствовали: пыль, грязь, атмосферные осадки, масло и т. п. Вследствие этого металл следует хранить в закрытых складских помещениях. Обработка кромок под сварку является ответственной технологической и от ее качества зависит качество сварного шва и сварного узла изделия в целом.

Для подготовки кромок деталей допускается применение плазменно-дуговой резки с последующим удалением механической обработкой слоя металла толщиной не менее 1,0 мм от максимальной впадины. Подготовка кромок труб выполняется только механической обработкой.

Для сварки стыковых швов обечайки корпуса аппарата использовали V – образную разделку кромок (Рисунок 2.8) с притуплением $c = 1 \pm 0,5$ мм и углом раскрытия $\alpha = 30^{+3^\circ}$.

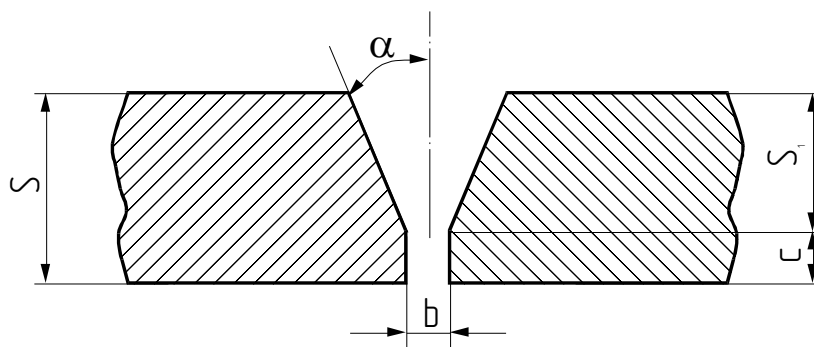


Рисунок 2.8 – Разделка кромок под сварку стыковых швов

Для механической обработки кромок в проектом варианте рекомендуется применять машинку электрическую Rebir TSM 1-150 (отрезной круг 150x20x32, шлифовальный круг 150x20x32).

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

После механической обработки и контроля качества кромок поверхности деталей подготавливают под сварку: кромки очищаются от смазки, краски, наждачной пыли и других загрязнений, после чего обезжириваются быстро растворяющимися растворителями – ацетоном, уайт-спиритом или спиртом. Ширина указанных участков должна быть не менее 20,0 мм.

2.6.3 Установка для сборки обечаек по продольным стыкам.

Установка для сборки и прихватки обечаек по продольным стыкам предназначена для обеспечения требуемой геометрии разделки кромок под сварку продольных стыковых швов и качественного выполнения прихваток продольного стыка и показана на рисунке 2.9.

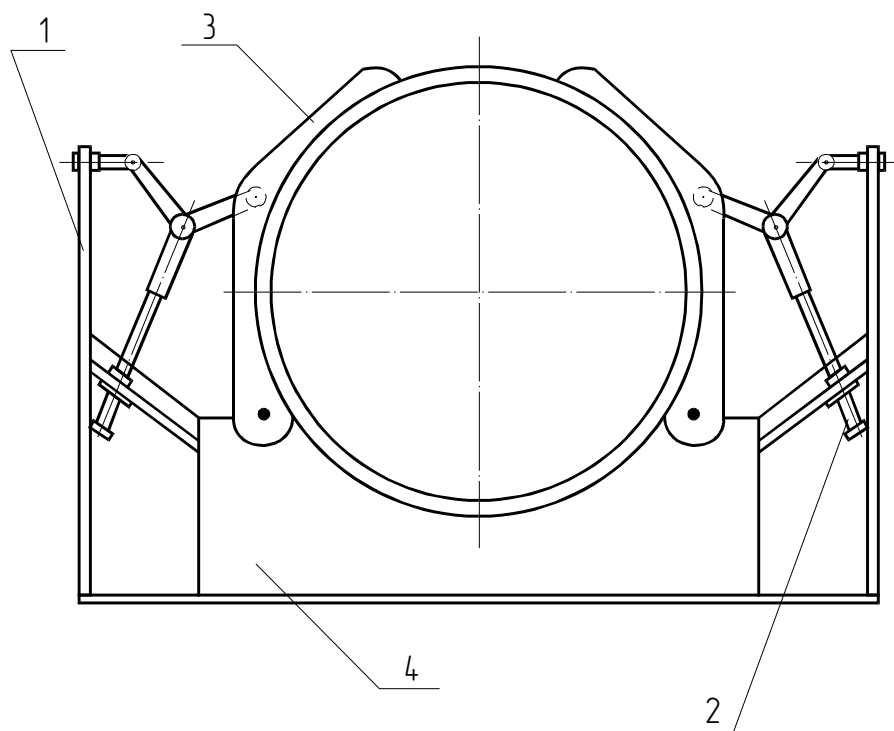


Рисунок 2.9 – Установка для сборки и прихватки обечаек по продольным стыкам

На сварной раме 1 размещены два рычажных прижима 3 с пневмоцилиндрами 2 и опорный ложемент 4 на который укладывается обечайка. В осевом направлении положение обечайки определяется торцевым упором. При подаче воздуха прижимы с обеих сторон обжимают обечайку по наружному диаметру, соединяя кромки продольного стыка. На этом же стенде производят прихватку, так как прижимы расположены сбоку и продольный стык остается открытым.

Для того чтобы предохранить ложемент и прижимы от быстрого износа, к ним привинчены накладки.

В приспособлении использованы пневмоцилиндры, так как они имеют ряд преимуществ по сравнению с другими средствами автоматизации:

- 1) надежное фиксирование;
- 2) простота конструкции и сравнительная легкость его эксплуатации и обслуживания;
- 3) пневмоприводы относительно дешевы и являются гибким средством при автоматизации производственных процессов;
- 4) возможность осуществлять возвратно-поступательное движение (электрические исполнительные механизмы в данном случае не пригодны);
- 5) относительно малые объемы и вес (малое отношение веса к мощности; при равных мощностях вес пневмоприводов в 2...3 раза меньше, чем электроприводов);
- 6) нечувствительность к длительным перегрузкам и способность хорошо переносить высокие статические нагрузки при длительном их действии в режимах работы на упор;
- 7) долговечность (десятки тысяч рабочих часов);
- 8) по сравнению с гидроприводами – большее быстродействие.

Предлагается использовать пневмоцилиндр марки 1011-40-160 по ГОСТ 15608 – 81*Е.

Установка для сборки и прихватки обечаек по кольцевым стыкам

При сборке обечаек по кольцевым стыкам необходимым условием, обеспечивающим качественное выполнение кольцевых стыковых соединений, является точное совмещение торцевых кромок обечаек по всей окружности и прижатие обечаек друг к другу. В соответствии с этим основным элементом оборудования для сборки кольцевых стыков являются осевые и радиальные прижимы.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

В предлагаемом технологическом проекте используется установка для сборки обечаек по кольцевым стыкам. Данная установка (рисунок 2.10) представляет собой тележку 5 со скобой 4, передвигающаяся по рельсам 10, размещенным между роlikоопорами 11, на которых располагаются собираемые обечайки. На скобе закреплены три пневмоцилиндра: передний 1, средний 3 и задний 6. Штоки пневмоцилиндров связаны с прижимами. Шток переднего пневмоцилиндра заканчивается прижимной пятой, а штоки среднего и заднего пневмоцилиндров соединены с прижимами рычажными передачами, что обеспечивает прижимное усилие в несколько раз превышающее усилие, развиваемое пневмоцилиндрами.

На верхней части скобы против прижимов переднего и среднего пневмоцилиндров 1 и 3 размещены три регулируемых винтовых упора 2. Скоба может подниматься и опускаться в пределах 0,45 м с помощью электропривода 9 по направляющим 7, закрепленным на тележке. Тележка передвигается по рельсам с помощью электропривода 8.

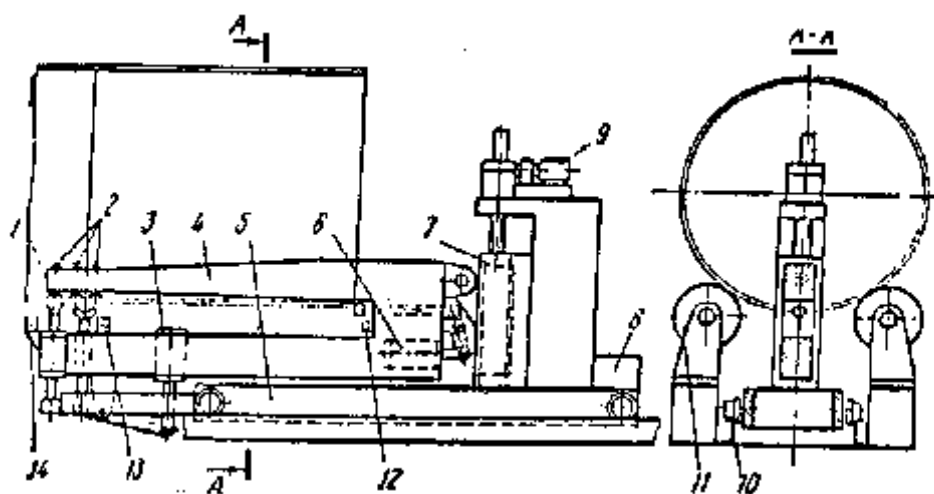


Рисунок 2.10 – Установка для сборки и прихватки обечаек по кольцевым стыкам

В исходном состоянии шток переднего пневмоцилиндра 1 своим нижним концом опирается на тележку, а конец скобы под действием собственного веса опускается до упора верхней крышки переднего пневмоцилиндра в поршень (воздух выключен, давления во всех пневмоцилиндрах нет). Прижим среднего

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

пневмоцилиндра 3 в данном случае под действием веса поршня находится сверху, а прижим заднего 6 – в крайнем правом положении.

В начале работы с помощью механизма подъема скоба 4 устанавливается на таком уровне, чтобы упоры 2 были на 15... 20 мм выше нижней стенки обечайки. После подачи воздуха в верхнюю полость переднего пневмоцилиндра 1 передний конец скобы 4 поднимается. Одновременно воздух подается так же в нижнюю полость среднего пневмоцилиндра и средний прижим опускается. В таком положении тележка 5 заводит скобу 4 внутрь обечайки, расположенной на роликоопорах установки, до тех пор, пока кольцевой стык не окажется под средним прижимом (т.е. между вторым и третьим верхними упорами 2). После подачи воздуха в нижнюю полость переднего пневмоцилиндра 1

вначале наблюдается опускание переднего конца скобы (пока передний верхний упор 2 не опустится на нижнюю стенку левой обечайки), после чего поршень поднимается и зажимает левую обечайку между передним прижимом и упором. Затем последовательно включается задний пневмоцилиндр 6, прижимающий правую обечайку к левой, и средний 3, прижимающий кромки обеих обечаек к верхним упорам 2, предварительно отрегулированным на необходимую высоту. После выравнивания кромок обечаек производится прихватка по кольцевым стыкам. И, наконец, после окончания операции прихватки пневмоцилиндры переключаются и все прижимы отводятся от обечаек. После этого скоба 4 отводится из обечайки. Освобожденные обечайки поворачиваются на роликовом стенде, и происходит подгонка и прихватка в соседних местах стыка. После сборки и прихватки обечаек тележка со скобой откатывается, и на стенд устанавливаются новые обечайки.

2.6.3 Описаний конструкций сварочной установки для механизированной сварки в аргоне.

В сварочном производстве зачастую используются традиционные источники питания: трансформаторы, сварочные преобразователи, сварочные агрегаты, выпрямители. У них есть несколько общих недостатков: повышенная энергоемкость, увеличенные масса и габариты, недостаточное быстроедействие,

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

узкий диапазон регулирования режима сварки. И кроме того, низкая частота преобразования (50 Гц).

Инверторные источники - новое поколение источников питания сварочной дуги, которые обеспечивают высокое быстродействие, потребляют гораздо меньше энергии, имеют широкий диапазон регулирования режимов сварки, а также универсальные внешние статические характеристики. Сердцевиной таких преобразователей является инвертор - электронный блок, преобразующий постоянный ток в переменный повышенной частоты.

Инверторный источник питания можно приблизить непосредственно к рабочему месту сварщика. Будучи укомплектованной УЗО (устройствами защитного отключения), распределительная система энергоснабжения становится абсолютно безопасной даже при повреждениях сетевого провода.

Преимущества инверторных источников питания:

Технические

- высокий КПД - 85-95%;
- идеальный коэффициент мощности - 0,99;
- минимальный расход дефицитных электротехнических материалов;
- широкий диапазон регулирования параметров режима - от нескольких ампер до сотен и тысяч;
- продолжительность нагрузки источников питания в рабочем диапазоне режимов сварки - до 80%;
- возможность параллельной работы источников на единую нагрузку;
- плавная регулировка сварочного режима в широком диапазоне токов и напряжений;
- дистанционное управление источником;
- минимальные потери электрической энергии в сварочных кабелях и соединительных элементах;
- удобство переноски и доставки источника к месту сварки;
- небольшие габариты и масса;

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

- высокий уровень электробезопасности за счет двойной изоляции.

Технологические

- сварка покрытыми электродами любых марок на постоянном и переменном токе;
- универсальность внешней статической характеристики, обеспечивающей ручную дуговую сварку покрытым электродом, неплавящимся - в среде аргона, механизированную плавящимся электродом в защитных газах;
- стабильность зажигания дуги за счет высокого U_{xx} и осцилляции;
- возможность сварки короткой дугой, уменьшающей энергопотери и улучшающей качество сварного соединения благодаря уменьшению зоны термического влияния;
- качественное формирование шва во всех пространственных положениях;
- минимальное разбрызгивание при сварке;
- нет залипания ("примерзания") электрода при окончании сварки;
- возможность исключить магнитное дутье при сварке на постоянном токе;
- сварка трудносвариваемых сталей и сплавов;
- возможность сварки сложных металлоконструкций сварщиками недостаточной квалификации.

В результате анализа характеристик различных источников питания, принято решение о применении в предлагаемом проекте для механизированного способа сварки многофункционального сварочного аппарата с цифровым инвертором PHOENIX 521 PULS в комплекте со сварочной горелкой force Arc (Рисунок 2.10).

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43



Рисунок 2.10 – PHOENIX 521

Описание:

- Многофункциональный сварочный аппарат для сварки проволокой в среде защитных газов, цифровой инвертор последнего поколения;
- Продуманная конструкция корпуса с улучшенными воздухоотводами, повышающими мощность охлаждения и снижающими загрязнение аппарата;
- Многофункциональная и эргономичная концепция ручек: удобство работы, практичный держатель для пакета шлангов, защита от ударов и столкновений;
- Практичный комфорт: резиновый коврик в качестве укладочной поверхности на крышке корпуса, ящик для хранения быстроизнашивающихся деталей горелки и инструментов;
- Удобство транспортировки: лёгкость перемещения за счёт больших колёс, возможна транспортировка краном.

Сварочный аппарат PHOENIX 521 обладает рядом отличительных особенностей:

- Отличные результаты сварки с минимальным разбрызгиванием благодаря полностью цифровой технологии импульсных сварочных аппаратов;
- Сварочная горелка осуществляет сварку открытой дугой со струйным переносом металла, дуга под давлением убыстряет расплавление металла, увеличивает производительность по сравнению со стандартным способом сварки;
- Понятная, доступная для каждого система управления аппаратом;

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
						44
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- Оптимально запрограммированные сварочные задания и быстрый выбор рабочего режима с возможностью плавной регулировки сварочного напряжения, тока, скорости подачи проволоки;
- Устройство подачи проволоки выносное (модели decompact) с 4-роликовым механизмом;
- Цифровая индикация сварочного напряжения, тока и других параметров сварки;
- Регулируемые параметры: скорость подачи проволоки, коррекция сварочного напряжения, динамика, время продувки газа и др;
- Охлаждение сварочной горелки (жидкостное или газовое);
- Крепление катушек Д/К 300 массой до 18 кг;
- Защита от перегрева.

Сварочный аппарат PHOENIX 521 (Таблица 2.6) может применяться для сварки нелегированных, низко- и высоколегированных сталей, алюминия и его сплавов, меди и сплавов. Сварка может производиться сплошными и порошковыми проволоками диаметром от 0,8 до 3,2 мм. Аппарат может применяться для производственных и ремонтных работ.

Сварочный аппарат имеет панель управления с отображением режимов сварки.

В памяти аппарата 115 готовых программ сварки. Автоматический подбор оптимальной вольтамперной характеристики в зависимости от типа свариваемого материала, вида используемого защитного газа, диаметра и типа проволоки.

Параметры	Значения
Сила сварочного тока, А	5 – 520
Напряжение, В	3*400В (-25%,+20%)
Частота, Гц	50
Мощность, кВт	36,1 – 42,8

Продолжение таблицы

Габариты установки, мм	1100*454*951
Масса, (с жидкостным охлаждением), кг	140
(с воздушным охлаждением)	20,5

Таблица 2.6 – Технические параметры PHOENIX 521 PULS force Arc:

2.6.3 Описание конструкций сварочной установки для автоматической сварки под флюсом.

Оборудование для автоматической сварки должно отвечать следующим требованиям:

а) Сварка ведется на постоянном токе обратной полярности (т.к. при обратной полярности происходит минимальное насыщение шва газами).

б) Сварка ведется на следующих режимах:

- $I_{св} = 350 - 600 \text{ A}$
- $U_g = 32-35 \text{ В}$
- $V_{п} = 104,5 - 107,75 \text{ м / Г}$
- $V_{св} = 14,4 - 28,9 \text{ м / Г}$

Для сварки продольных и кольцевых (с внешней стороны) швов обечаек корпуса аппарата применим сварочные головки A2 SAW для сварки под слоем флюса (Рисунок 2.11).

Сварочная головка A2 SAW предназначена для автоматической сварки и может укомплектовываться различными модулями для увеличения производительности и качества сварки: системой рециркуляции флюса, системой автоматического слежения сварочной головки по стыку. Используется совместно с блоком управления сварочным процессом PЕН, который позволяет сохранить в памяти до 10 сварочных программ. Блок управления PЕН облегчает подборку режимов сварки и уменьшает влияние человека на качество сварного соединения.

Система автоматического слежения GMD обеспечивает автоматическое позиционирование головки A2 SAW относительно свариваемого стыка во время сварки. Кроме того, пульт управления GMD позволяет позиционировать сварочную головку до сварки с использованием джойстика, выбирать отслеживаемые системой GMD поверхности, начинать и заканчивать сварку.

Система рециркуляции флюса OPC Super обеспечивает автоматический подбор нерасплавившегося флюса с помощью всасывающего сопла и возврат его во флюсовый бункер, расположенный над сварочной головкой.

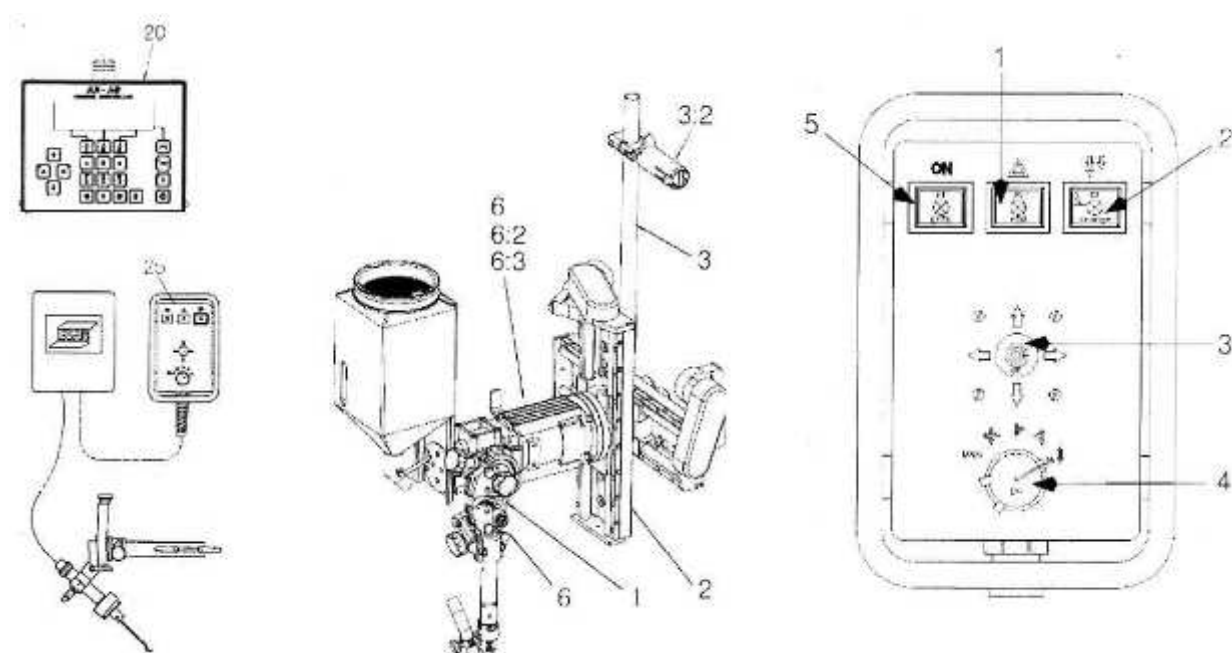


Рисунок 2.11 – Сварочная головка A2 SAW для сварки под слоем флюса:

а) блок управления сварочным процессом РЕН, ниже – система автоматического слежения GMD

В качестве источника питания для работы предложенных сварочных головок применим выпрямители LAF 1000 (Рисунок 2.12).

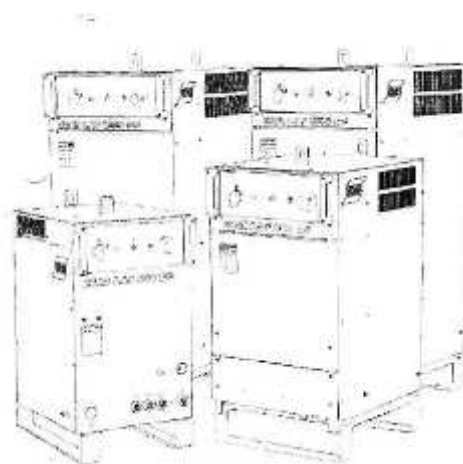


Рисунок 2.12 – Выпрямители LAF

LAF 1000 являются дистанционно управляемыми сварочными источниками питания, работающими от трёхфазной сети, и предназначены для высокоэффективной сварки в среде защитных газов (MIG/MAG) или автоматической сварки под слоем флюса (SAW). Эти выпрямители предназначены для совместной работы с блоком управления РЕН (описанном ранее).

Выпрямители LAF 1000 – это установки с принудительным воздушным охлаждением и встроенной защитой от перегрева. При срабатывании защиты загорается жёлтая контрольная лампа на передней панели, и после охлаждения до допустимой температуры установка автоматически запускается в работу.

Источник питания и блок управления соединены вместе 2-жильной контрольной шиной, что позволяет установить точное управление процессом сварки.

Все установки выпрямителя могут производиться и контролироваться оператором с пульта блока управления. Даже параметры начала и окончания сварки также могут быть установлены с пульта управления.

Сварочные источники питания серии LAF 1000 (Таблица 2.7) имеют отличные сварочные характеристики во всём диапазоне токов и напряжений. Особенно хороши характеристики первичного и вторичного зажигания дуги. Источники обеспечивают стабильную дугу, как на высоких, так и на низких величинах напряжения.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Плавное регулирование напряжения дуги позволяет чётко управлять сварочными параметрами.

Выпрямители LAF 1000 обеспечивают стабильную дугу при очень малых величинах напряжений. Это значит, что они идеальны для сварки не только под слоем флюса, но и в защитном газе.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

Таблица 2.7 – Технические характеристики LAF 1000:

	LAF 1000	
Напряжение сети	400/415/500	В
	400/440/550 В	
Допустимая нагрузка при 100% ПВ	3...50	Гц
Диапазон регулирования при сварке MIG/MAG	3...60 Гц	
SAW	800А/44В	
Напряжение х.х.	50А/17В – 800А/45В	
Мощность х.х.	40А/22В – 800А/45В	
К.П.Д.	52В	
Коэффициент мощности	145Вт	
Вес	0.84	
Габариты	0.95	
Класс защиты	330 кг	
Класс применения	646 / 552 / 1090	
	IP 23	
	S	

2.9 Установка для автоматической сварки продольных швов обечаек.

Для выполнения продольных стыков обечайки корпуса аппаратуры была взята установка 2/RMB2.0x2.0 (Таблица 2.8) для автоматической сварки продольных стыков обечаек под слоем флюса (Рисунок 2.13).

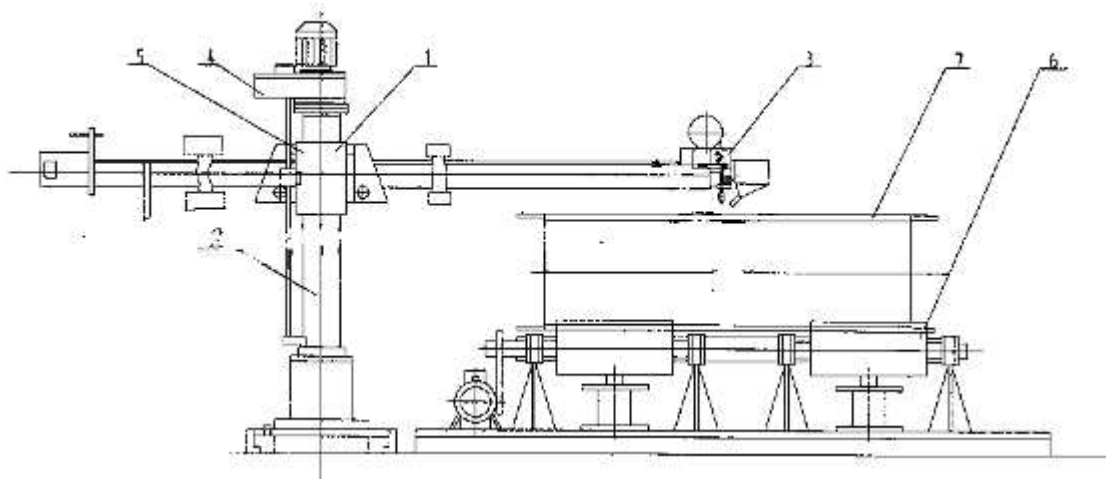


Рисунок 2.13 – Установка 2/RMB2.0x2.0 для автоматической сварки продольных стыков обечаек

В состав установки входит: колонна (2) с консолью (1), на которой располагается головка автомата; механизмы вертикального и горизонтального перемещения консоли (4,5) и роликовый стенд (6) для вращения обечайки (7).

Сборку продольных швов производят следующим образом. На роликоопоры роликового стенда (6) устанавливаются обечайка (7).

Вначале проваривают внутренний шов механизированной сваркой в аргоне. Затем поворачивают обечайку (7) на 180° продольным стыком вверх. Производят настройку сварочной головки (3). Сварочная головка (3), закрепленная на конце консоли колонны (1), имеет возможность перемещения вверх-вниз и возвратно-поступательного движения с помощью механизмов вертикального перемещения (5).

Затем производят настройку охлаждающего устройства. Охлаждающее устройство включает в себя штангу, форсунки водовоздушного охлаждения, опорный ролик и хомут, который соединяет консоль колонны и штангу охлаждающего устройства. При возвратно-поступательном движении консоли со

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

скоростью сварки $V_{св}$ происходит одновременное перемещение сварочной головки (3) и охлаждающего устройства. Настраивают охлаждающее устройство таким образом, чтобы форсунка охлаждения была расположена под сварочной дугой и были соблюдены параметры сопутствующего охлаждения. Роликоопора с закрепленной штангой позволяет постоянно удерживать охлаждающее устройство в первоначальном положении относительно сварочного шва при возвратно-поступательном движении консоли. Далее производят сварку под флюсом с регулированием термического цикла сопутствующим охлаждением продольного шва обечайки снаружи.

Включение и отключение привода сварочной головки и консоли, обеспечение синхронности работы охлаждающего устройства с помощью автоматического управления всей системой.

Таблица 2.8 – Технические характеристики установки:

Размеры обечаек, мм:	Параметры
Диаметр	до 1500
Длина	до 2500
толщина стенки	до 20
Скорость сварки, мм/мин	75 - 3768
Скорость, м/мин	
перемещения консоли:	7,5
раздвижения роликов:	0,32
Окружная скорость роликов, м/мин	2,4
Установленная мощность электроприводов, кВт	6

2.10 Установка для автоматической сварки кольцевых стыков обечаек

Для выполнения кольцевых стыков обечаек корпуса аппарата была взята установка 2/RMB2.0x2.0 для автоматической сварки швов, показанная на рисунке (2.14).

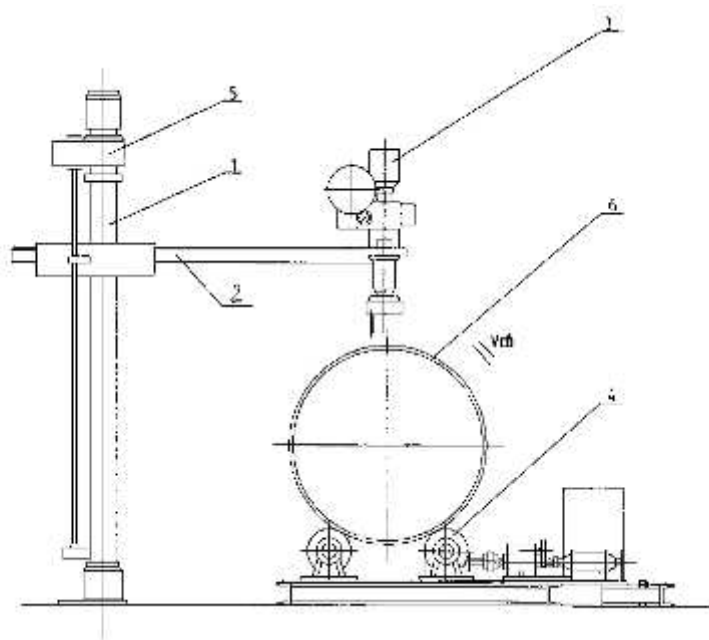


Рисунок 2.14 – Установка 2/RMB2.0x2.0 для автоматической сварки
кольцевых стыков обечаек корпуса теплообменника

Данная установка (Таблица 2.9) включает в себя колонну(1) с консолью (2), ,
роликовый стенд (4), механизм вертикального движения консоли (5).

Установка работает следующим образом. На роликоопоры роликового стенда
(4) устанавливается мостовым краном сборка из двух обечаек, выполненная на
прихватках на установке для сборки обечаек по кольцевым стыкам. Сначала
производят сварку первого шва кольцевого стыка механизированным способом в
аргоне.

Затем внутри корпуса аппарата вводится устройство охлаждения кольцевых
стыков и производится его настройка. Устройство располагается под кольцевым
стыком, для которого выполняется сварка второго шва с сопутствующим
охлаждением. Охлаждающая среда (воздушная смесь) подается через воздушно-
гидравлические форсунки специальной конструкции, закрепленные в
охлаждающем устройстве.

Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2018.309.00 ПЗ

Лист

53

Таблица 2.9 – Техническая характеристика установки для автоматической сварки кольцевых стыков обечаек:

Размеры обечаек, мм	Значения
Диаметр	до 1500
Длина	до 2500
толщина стенки	до 20
Длина свариваемых корпусов, мм	до 8000
Допускаемая нагрузка на	
роlikоопоры, кН	130
Скорость сварки, м/ч	12,5–60

Роликовые вращатели М61061

Роликовые стенды (Рисунок 2.15) предназначены для вращения цилиндрических изделий при выполнении кольцевых швов, а также для установки этих изделий при выполнении продольных швов. Они состоят из унифицированных узлов – приводных и холостых роlikоопор и приводов, различное сочетание которых позволяет монтировать в производственных условиях роlikовые стенды для изделий различных диаметров и длины.



Рисунок 2.15 – Роликовые вращатели М61061

Роликовые вращатели М61061 предназначены для вращения цилиндрических изделий со сварочной скоростью при автоматической сварке внутренних и наружных кольцевых швов, а так же для установки изделий на маршевой скорости в положение, удобное для ручной и полуавтоматической сварки.

С помощью вращателей достигается рациональное расположение сварочного участка, за счёт чего сокращается вспомогательное время на сварку до минимума.

Вращатель М61061 (Таблица 2.10) состоит из одной приводной и двух неприводных секций. Секции устанавливаются на фундамент. Возможна поставка вращателя с установкой приводной и неприводной секций на стационарные подставки или рельсовые тележки. Это позволяет производить перемещение секций в зависимости от длины изделия.

Настройка вращателя на заданный диаметр свариваемого изделия производится перемещением роликоопор на секциях с помощью винтовой передачи до совмещения стрелки на роликоопоре с соответствующим диаметром на линейке. Кроме того, перемещение роликоопоры позволяет уменьшить или ликвидировать осевое перемещение свариваемого изделия.

Таблица 2.10 – Технические характеристики роликовых вращателей М61061:

Параметры	Значения
Грузоподъёмность, кг	наибольшая 12500
Крутящий момент на оси вращения приводных роликов, Н·м,	не менее 2000
Диаметр роликов, мм, наружный	400±3
Скорость сварки, мм/мин	75 – 3768
Количество секций	
приводных	1
неприводных	2
Мощность электродвигателя привода вращения, кВт	2*1,5
Габариты секции, мм:	
приводной	3530*840*820
неприводной	2690*350*570
Масса, кг	1395

Приспособление для фиксации перегородки в днище

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

Предложено устройство для сборки и сварки перегородок с днищами (Рисунок 2.16). Данное приспособление предназначено для удобства работы сварщика при приваривании перегородок к днищам. Данная конструкция легко устанавливается на днище и закрепляется с помощью болтов, для перегородки имеется специальная прорезь. Благодаря такому приспособлению сварщик сможет выполнять сварку перегородок с днищами без посторонней помощи.

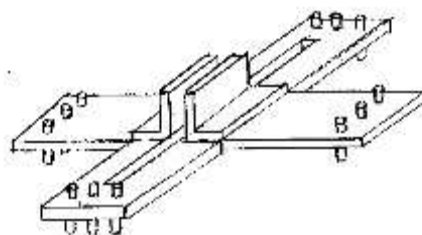


Рисунок 2.16 - Устройство для фиксации перегородки в днище

3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

3.1 Способы и средства для контроля качества сварных швов

Контроль качества сварных соединений включает проверку:

- наличия разрешения на применении технологии сварки (наплавки);
- аттестации сварщиков;
- выполнения производственных сварных соединений;
- аттестации работников, выполняющих контроль и оценку качества сварных соединений;
- аттестации инженерно-технических работников (ИТР), руководящих работами по сборке, сварке и контролю;
- состояния оборудования для сварки, термообработки и контроля;
- качества основных и сварочных материалов, материалов для дефектоскопии;
- качества подготовки деталей и сборочных единиц под сварку;
- операционный контроль;
- неразрушающий контроль;
- разрушающий контроль;
- контроль качества исправления дефектов;
- гидравлические (пневматические) испытания.

Производственные контрольные сварные соединения выполняются с целью проверки соответствия характеристик металла производственных сварных соединений. Производственные контрольные сварные соединения должны быть однотипны контролируемым сварным соединениям оборудования и завариваться по аттестованной технологии сварки в условиях, идентичных условиям сварки оборудования.

Производственные контрольные сварные соединения заваривает каждый сварщик, участвующий в сварке оборудования.

Производственные контрольные сварные соединения контролируются неразрушающими методами контроля, предусмотренные для

производственного сварного соединения, в объеме 100% и должны удовлетворять нормам для сварного соединения более высокой категории

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

изделия. Контроль качества производственных контрольных сварных соединений предусматривает:

- определение механических свойств;
- металлографические исследования;
- испытания на стойкость против МКК.

К руководству сборочно-сварочным работам и контролю за соблюдением технологии сварки, а также к руководству работами по контролю качества сварных соединений допускаются ИТР, производственные и контрольные мастера, работники лабораторий, прошедшие проверку знаний правил, норм и инструкций по безопасности в атомной энергетике. Аттестация ИТР проводится комиссией с периодичностью в 3 года.

При проверке сварочного и термического оборудования проверяется их соответствие паспортным данным, а также пригодность измерительного инструмента, приборов и кабелей.

Проверка проводится службами главного механика, главного энергетика, главного метролога по графику, составленному в соответствии с требованиями эксплуатационных документов.

Контроль качества сварочных материалов описан ранее.

Контроль качества подготовки деталей под сварку:

До начала сварочных работ проверяют:

- чистоту и состояние помещения в соответствии с требованиями стандартов;
- отсутствие дефектов на свариваемых кромках;
- правильность разделки кромок под сварку;
- размеры внутренних диаметров стыкуемых труб;
- чистоту поверхности кромок стыка.

После сборки стыков под сварку проверяют:

- зазоры в соединениях и размеры изделий;
- соосность, отсутствие переломов осей и смещения кромок;
- правильность сборки деталей и их крепления в приспособлениях;
- качество прихваток при визуальном контроле и правильность их выполнения;

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

- наличия защитного покрытия от брызг.

Операционный контроль охватывает проверку соблюдения требований ПТД при подготовке и сборке под сварку, сварке и термической обработке.

Неразрушающий контроль включает следующие методы:

- визуальный;
- измерительный;
- капиллярный;
- радиографический;
- ультразвуковой;
- контроль герметичности.

При разрушающем контроле проводят механические испытания (испытание на растяжение при нормальной температуре, испытание на статический изгиб, испытание на сплющивание труб), испытание на МКК, металлографические испытания.

Сварные соединения в составе конструкций подвергаются гидравлическим (пневматическим) испытаниям в соответствии с указаниями в КД.

3.2 Допустимые и недопустимы дефекты.

Так как на обечайке корпуса установлена I категория. При визуальном контроле сварного шва недопустимыми дефектами являются: непровары, подрезы. Допускаются две поры и включения на любые 100 мм протяженности сварного шва с максимальным размером 0,6 мм. Обязательным контролем для I категории является стилоскопирование сварного шва на подтверждение марки сварочного материала. Радиографический метод контроля выявляет внутренние дефекты сварного шва. Для I категории недопустимы трещины, свищи, усадочные раковины, непровары. Допускаются одиночные включения размером 1,0 мм макс. и включения размером 1,8 макс., допускаемое число включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм.

При обнаружении таких недопустимых дефектов дефектный участок шва удаляется, производится повторная сварка и последующий контроль.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

Исправление дефектов на одном и том же участке шва для I категории производится не более 2-х раз.

Гидравлическому испытанию подвергаются все сварные соединения конструкций, работающих под давлением. Корпус теплообменника испытывается гидравлическим давлением:

- межтрубное пространство на прочность 0,33 МПа (3,3 кгс / см²); на герметичность – 0,25 МПа (2,5 кгс / см²)

- трубное пространство на прочность 0,46 МПа (4,6 кгс / см²); на герметичность – 0,353 МПа (3,53 кгс / см²).

Аппарат считается выдержавшим гидравлические испытания, если не обнаружено:

- падения давления по манометрам;
- пропусков испытательной среды (течи, слезок, потения, пузырьков) в сварных соединениях и на основном металле;
- трещин, признаков разрыва;
- остаточной деформации;

На изготовленное и принятое отделом технического контроля (ОТК) оборудование оформляется паспорт в соответствии с формой стандарта.

Теплообменник в соответствии с требованиями КД подлежит приемке КПИ (контрольно-приемочная инспекция).

3.3 Оборудование для контроля качества.

Радиографический контроль.

Радиографический контроль проводят с целью выявления в сварных соединениях (шве и околошовной зоне):

- трещин;
- непроваров;
- пор;
- металлических и неметаллических включений, плотность которых отличается от плотности металла сварного соединения (вольфрамовых, шлаковых, окисных и т.д.);

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

- недоступных для внешнего осмотра подрезов, прожогов и т.д.

Объем контроля и нормы оценки качества сварных соединений по результатам контроля устанавливаются НТД.

Подлежащие контролю сварные соединения должны быть очищены от окалины, шлака, брызг металла и других загрязнений. При этом должны быть устранены все обнаруженные при внешнем осмотре наружные дефекты.

В качестве источника излучения использовать рентгеновский аппарат, называемый гамма-дефектоскопом, типа «Гаммарид» (Таблица 3.1). Основой его является радиоизотопный источник (иридий – 192).

Таблица 3.1 – Технические данные гамма-дефектоскопа «Гаммарид – 192 / 120»:

Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения (МЭД), А/кг:	Значения
на расстоянии 1 м от поверхности радиационной головки	1,3
на расстоянии 50 мм от поверхности радиационной головки	50
на расстоянии 100 мм от поверхности радиационной головки	25
Оптимальная толщина просвечиваемых материалов, мм	
сталь	80
легкие металлы или сплавы	250
Общая масса рабочего комплекта, кг	30

3.4 Методы исправления дефектов сварных швов.

Все выявленные в процессе неразрушающего контроля дефекты подлежат исправлению.

Удаление дефектов сварных соединений производится только механическим способом (фрезерованием, абразивным инструментом и др.). Заварка дефектов производится ручной аргонодуговой сваркой.

Форма и размеры подготовленных выборок дефектов должны обеспечивать возможность их качественной заварки по всему объему.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

Исправление дефектов с помощью сварки на одном и том же участке шва допускается не более двух-трех раз в зависимости от категории сварного шва по степени ответственности.

Исправление дефектов производится до окончательной механической обработки.

Методы контроля и нормы оценки качества после исправления дефектов должны соответствовать методам контроля и нормам оценки качества для данного сварного соединения.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ технологического процесса по опасным и вредным факторам

На проектируемом участке производятся работы, связанные с заготовительными операциями, сборкой и сваркой теплообменника АТ-08030.

Выполнение указанных работ на заводах химического машиностроения при неправильной организации труда и производства может привести к появлению опасных и вредных факторов, которые могут вызвать несчастные случаи, профзаболевания.

При сварке под слоем флюса основными вредными факторами являются: пылегазообразные вещества, инфракрасное излучение, шум. А опасными: электрический ток и движущиеся механизмы и изделия. При ручной дуговой сварке, также применяемой для изготовления изделия, вредными факторами, кроме перечисленных для сварки под слоем флюса, дополнительно имеются: ультрафиолетовое и видимое излучение, статическая нагрузка на руки. А к опасным факторам относятся уже перечисленные для сварки под слоем флюса и искры, брызги и выбросы расплавленного металла.

При сварке под слоем флюса, а также ручной дуговой сварке воздушная среда загрязняется аэрозолями, содержащими пыль, вредные пары и газы (газообразные фтористые выделения, окись азота, окись углерода). Концентрация аэрозолей в зоне дыхания сварщика по усредненным данным составляет 5,1 – 12,2 мг/м³, а концентрация окислов марганца – от 0,11 – 0,7 мг/м³ (18). На повышение концентрации аэрозолей в значительной степени влияют выполнение вручную операций по сбору и пересыпке флюса и зачистке шва. Кроме того, запыление зоны дыхания сварщика при использовании свежего флюса в 2...3 раза ниже, чем при использовании флюса, бывшего в употреблении (19). Концентрация аэрозоля также зависит от состава и степени измельчения флюса, направления воздушных потоков и т. д. Основными вредными веществами в составе сварочного аэрозоля при использовании автоматической сварки под слоем флюса являются фтористые соединения.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

При мехобработке (подготовке кромок под сварку, вырезке отверстий под штуцера и т. п.) наиболее опасными вредными факторами являются пыль и мелкие металлические стружки, которые представляют опасность при попадании в глаза и на кожу. При работе на гильотине, а также на стендах для сборки изделий под сварку наибольшую опасность представляет попадание рабочих органов человека в зону действия гильотины или действия механизмов пневмосистемы, что связано с травматизмом конечностей.

При проведении сварочных работ самым опасным видом травматизма является поражение электрическим током, в результате которого могут быть поражены внутренние органы или участки кожного покрова. Применяемый в промышленности переменный ток с частотой 50 Гц является наиболее опасным, так как воздействие на центральную нервную систему может в ряде случаев (при длительном нахождении человека под напряжением) привести к параличу нервной системы.

При ультразвуковом контроле к самым опасным факторам относится ультразвук. У дефектоскопистов, работающих с ультразвуковой аппаратурой, нередко наблюдаются нарушения нервной системы, изменение давления, головная боль и быстрая утомляемость (19).

Нарушения техники безопасности при работе с грузоподъемными механизмами также могут привести к несчастным случаям и травматизму среди рабочих.

Вышесказанное свидетельствует о том, что наряду с решением основной производственной задачи важное значение имеют мероприятия по разработке технических, санитарно-гигиенических и других норм и правил на производстве.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ.

Работа на установках организована в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003 – 75 «Работы электросварочные. Общие требования безопасности», а также нормативными документами по безопасности труда. В частности, изготовление корпуса теплообменника АТ - 08030 производят с соблюдением правил «Типовой инструкции по технике безопасности».

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

При разработке планировки участка сборки и сварки предусмотрены безопасные расстояния между смежными габаритными приспособлениями, оборудованием, рабочими местами. Размещение оборудования производилось в соответствии с ГОСТ 12.3.003 – 75 (см. раздел 4.7 Проектирование планировки сварочного участка). Так как зона сварки при выполнении продольных и кольцевых швов на соответствующих стендах расположена на высоте 4 метра, то для оперативного обслуживания сварочного оборудования предусмотрены рабочие участки с настилом из неэлектропроводного материала с лестницами подъема, предусмотрено ограждение высотой 1,1 м.

Для обеспечения безопасности работающих при выполнении всех технологических операций предусмотрено применять только исправные инструменты и приспособления. Для индивидуальной защиты рабочих, обслуживающих электроустановки, от поражения электрическим током используются изолирующие штанги и клещи. Одежда обслуживающего персонала – хлопчатобумажные костюмы без манжет, карманы закрытые, кожаные ботинки, брезентовые рукавицы, головной убор. Присоединение и отсоединение от сети установок, а также наблюдение за их исправным состоянием производит электротехнический персонал данного предприятия. К проведению работ допускается персонал с квалификационной группой по технике безопасности не ниже 2-ой. Для защиты рабочих от тепловых, механических и других воздействий применяется специальная обувь и одежда. Для данных работ применяются костюмы из парусины с огнезащитной пропиткой по ТУ 17-98-69-77 (20). Брюки – гладкие, без отворотов внизу, носятся только на выпуск. Полусапоги имеют клееную подошву по ГОСТ 1.24.032 – 77. Для защиты рук применяются рукавицы однопалые – для защиты от высоких температур и механических воздействий по ГОСТ 12.4.010 – 75. Для защиты глаз используются защитные очки со светофильтрами типа С – 10 (при $I_{св} > 600$ А). Для защиты от действия ультразвука при ультразвуковом контроле используют следующее: применяемое оборудование (дефектоскопы) выполнено в звукоизолирующем исполнении (кожух дефектоскопа изготавливается из листовой стали, обклеенной

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

резиной). При осуществлении транспортных операций, связанных с перемещением грузов с помощью листового крана соблюдать предписанные инструкции и правила и технику строповки грузов. Все производственные рабочие ежегодно проходят и должны иметь удостоверение стропальщика соответствующего разряда. Кроме того, подъемные механизмы (краны, подъемники) снабжены предупреждающей сигнализацией.

Рабочие места на участке достаточно освещены, должны содержаться в чистоте. Электрическое оборудование, сборочно-сварочное оборудование, стеллажи и т. д. заземлены. Поквартально производится инструктаж работников по технике безопасности.

4.2.1 Санитарно-гигиенические мероприятия.

При выполнении сварочных работ выделяются различные вредные примеси, концентрация которых на рабочих местах не должна превышать предельно допустимых значений:

- для соединений марганца – 0,3 мг/м³;
- для окиси углерода – 20 мг/м³;
- для окиси азота – 0,05 мг/м³.

Борьба с газовыми выделениями и пылью ведется как путем локализации вредных веществ, так и с помощью систем общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Все сварочные установки и рабочее место для ручной дуговой сварки оборудованы отсосами. Количество вредных веществ, локализуемых щелевыми отсосами, составляет не более 75%. Оставшееся количество разбавляется до ПДК с помощью общеобменной вентиляции.

4.2.2 Мероприятия по электробезопасности

Воздействие электрического тока на человека может привести к местным травмам, к которым относятся ожоги, металлизация кожи, электрические знаки в виде следов, механические повреждения.

Параметры микроклимата производственного помещения влияют на сопротивление тела человека, а, следовательно, на исход поражения электрическим током. Увеличение температуры, влажности, снижение

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

подвижности воздуха приводят к росту опасности поражения, так как влаговыделение (в том числе выделение пота) обуславливает снижение сопротивления кожных покровов. Кроме того, сварочные процессы ведут к возникновению токопроводящей пыли, осаждающейся на проводах и проникающей внутрь механизмов. Железобетонный пол промышленных помещений является также токопроводящим элементом. Также существует возможность одновременного прикосновения человека к заземленным элементам металлоконструкций зданий, с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой стороны. В связи с этим при работе на сборочно-сварочном участке предусматриваются следующие мероприятия по обеспечению электробезопасности (21):

Для защиты рабочих от поражения электрическим током используется изоляция токоведущих частей источников питания и сборочно-сварочной оснастки путем размещения их в металлических кожухах.

1. Предусмотрена проверка состояния проводов не реже одного раза в месяц. Осмотр подвижных контактов и выключателей осуществляется не реже одного раза в три дня. Осмотр и чистка электросварочного оборудования и пусковой аппаратуры производится не реже одного раза в месяц.

2. Электросварочное оборудование и установки, находящиеся под высоким напряжением (больше 110 В) заземлены (сечение заземляющих проводов не менее 25 мм², минимальное сопротивление не более 4 Ом).

3. Проводится проверка состояния изоляции проводов не реже 1 раза в месяц.

4. Запрещается производить осмотр и ремонт электросварочного оборудования под напряжением.

5. Запрещается производить работы без средств индивидуальной защиты.

6. Установка и ремонт оборудования проводится силами электромонтеров.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

7. Работающие на электросварочном оборудовании (в том числе сварщики) проходят соответствующий инструктаж по правилам электробезопасности.

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности.

Проектируемый участок по классификации производства по пожарной опасности, приведенной в НП 105–95, относится к категории Г – пожароопасное производство по переработке негорючих материалов в нагретом состоянии. Степень огнестойкости – 2 (Здание, в котором расположен участок, изготовлен из негорячего материала – бетона, степень огнестойкости которого по СНиП 2.09.02 – 85 «Огнестойкость элементов здания» от 2 до 4 часов).

Места, отведенные для проведения сварочных работ, должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе 5 м. Оборудование цеха постоянно находится под напряжением, в связи с чем для тушения пожара запрещается использовать воду (так как она, имея в своем составе различные соли и поданная компактной, обладает значительной электропроводностью). На участке предусмотрены следующие средства пожаротушения: щит пожарной охраны с полным набором инструментов и огнетушителями – химическим пенным ОХП – 10, углекислотным ОУ–8 и ящиками с песком. Их расстановка показана на планировке участка.

В случае пожара эвакуация производственного персонала производится по плану эвакуации цеха.

4.2.4 Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией.

Уровень шума на сборочно-сварочном участке на постоянных рабочих местах не превышает 85 дБ. Технологическое вентиляционное оборудование, создающее шум и вибрацию следует устанавливать на виброизолирующих основаниях.

Присоединение воздуховодов к вентиляторам предусмотрено выполнять с помощью виброизолирующих брезентовых рукавов-вставок.

Повышенный шум создают пневмоцилиндры, установленные в приспособлении для сборки обечаек. На выхлопные отверстия электропневматических клапанов предусмотрено устанавливать глушители шума.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

Норма вибрации при работе машины – устройства по зачистке шва обечайки не превышает 109 дб, что соответствует ГОСТ 12.1.012 – 90. Рабочие обеспечиваются виброзащитными рукавицами по ГОСТ 12.4.002 –74.

4.3 Проектирование планировки сборочно-сварочного участка.

При разработке планировки участка сборочно-сварочных работ основным моментом является определение требуемого числа пролетов и их размеров – длины, ширины и высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы участка подлежат, как правило, уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом их рекомендуемых размеров по нормам технологического проектирования (22).

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров участка сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещение принятого по расчетам количества оборудования, сборочно-сварочных стенов и других рабочих мест. При этом необходимо стремиться к обеспечению прямооточности производства и рациональной специализации работ в каждом пролете, а так же к достижению грузоподъемности транспортных средств.

Складские места предусмотрено размещать либо со стороны проезда, либо в продольном направлении пролета – между двумя последовательно расположенными рабочими местами производственного потока.

При этом необходимо определить значение всех размеров составляющих ширину пролета, в том числе размеры рабочих и складских мест. Затем путем суммирования этих размеров получают предельные значения требуемой ширины данного пролета.

1. Расчет склада металла.

Величина склада обычно рассчитывается по формуле (3):

$$F = \frac{N \cdot t}{\gamma \cdot \Phi \cdot g} \cdot (1 + \alpha + \beta) \quad (3)$$

где N – объем выпуска конструкции в тоннах (N = 7784 кг·5000 шт = 38920 т);

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

t – средний срок хранения металла на складе в днях (для серийного производства $t = 40$ дней);

γ – коэффициент использования металла ($\gamma = 0,8 \dots 0,9$);

Φ – количество дней использования склада в году ($\Phi = 365$ дней);

g – удельное давление на груза на пол ($g = 2 \dots 4 \text{ Т/м}^2$);

α – коэффициент, увеличивающий площадь за счет проходов и проездов ($\alpha = 0,3$);

β – коэффициент, увеличивающий площадь за счет мест досмотра и контроля ($\beta = 0,1 \dots 0,2$)

$$F = \frac{38920 \cdot 40}{0,8 \cdot 365 \cdot 3} \cdot (1 + 0,3 + 0,2) = 2665,75 \text{ м}^2$$

2. Расчет ширины пролета.

Ширина пролета определяется исходя из следующих выражений (4):

$$(b_{np})_{\min} = 2(b_1 + b_m) + b_n \quad (4)$$

$$(b_{np})_{\max} = 2(b_1 + b_m + b_2 + b_{скл}) + b_n$$

где b_1 – расстояние в метрах от тыльной стороны рабочего места до оси продольного ряда колонн (или стены здания цеха), $b_1 = 2$ м;

b_2 – расстояние между рабочим местом или ограждением сварочной кабины или складским местом для прибывающих деталей и сборочных единиц, а также для сборочных единиц, отправляемых с данного рабочего места на следующие рабочие места рассматриваемой линии, $b_2 = 1,6$ м;

b_n – ширина проезда между двумя линиями рабочих мест, расположенными в одном пролете, $b_n = 4$ м;

b_m – ширина рабочего места в сборочно-сварочных отделениях цеха, $b_m = 2,5 + 0,6 + 1$ на проходы $4,1$ м;

$b_{скл}$ – ширина складского места, $b_{скл} = 2,5$ м.

$$(b_{np})_{\min} = 2 \cdot (2 + 4,1) + 4 = 16,2 \text{ м}$$

$$(b_{np})_{\max} = 2 \cdot (2 + 4,1 + 1,6 + 2,5) + 4 = 24,4 \text{ м}$$

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

В соответствии с нормами технического проектирования выбираем ширину пролета 24 м (табл. 24 /22/). Данному значению ширины пролета соответствует шаг колонн, равный 12 м.

Выбираем компоновку участка с двумя пролетами, общая протяженность которой определялась путем суммирования размеров (габаритных) сварочного оборудования, складских мест, заготовительного оборудования с учетом безопасных расстояний между ними и составила ≈ 120 м (протяженность одного пролета – 60 м.).

3. Расчет высоты пролета

Высота пролета проектируемого сборочно-сварочного участка обусловлена размерами подлежащих изготовлению в нем сборочных единиц и изделия в целом, габаритными размерами оборудования и применением верхнего транспорта.

При наличии верхнего транспорта высота пролета определяется:

$$H_{\text{п}} \geq h_1 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \quad (6.15)$$

$$H_3 \geq H_{\text{п}} + h_7 + h_8,$$

где $H_{\text{п}}$ – высота пролета цеха от пола до уровня поверхности головки рельса подкрановых путей, м;

H_3 – высота пролета цеха от пола до нижнего уровня затяжки стропил перекрытия, м;

h_1 – наибольшая в рассматриваемом пролете высота производственного оборудования, $h_1 = 10,2$ м;

h_3 – расстояние от уровня головки рельса подкрановых путей до наиболее низкой точки подъемного крюка в его наиболее высоком положении, $h_3 = 0,75$ м;

h_4 – расстояние между наиболее низкой точкой подъемного крюка крана и наиболее высокой точкой транспортируемого узла, $h_4 = 0,5$ м;

h_5 – наибольшая высота грузов, транспортируемых в этом пролете, $h_5 = 2,5$ м;

h_6 – расстояние между наиболее низкой точкой поднятых грузов и наивысшей точкой размещенного в этом пролете оборудования, $h_6 = 0,5$ м;

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71

h_7 – расстояние между высшей точкой оборудования тележки мостового крана и уровнем головки рельса подкранового пути, $h_7 = 1$ м;

h_8 – расстояние между высшей точкой оборудования тележки крана и нижним уровнем затяжки стропил перекрытия, $h_8 = 0,8$ м.

$N_{\text{п}} = 10$, ` размерам по нормам технологического проектирования (табл. 24 (22)).

Общая площадь участка, отведенная для размещения заготовительного и сборочно-сварочного оборудования, а также с учетом складских мест составляет 1440 м^2 .

Рассмотрим порядок движения деталей на проектируемом участке:

1) Листы со склада (1) поступают на машину для плазменной резки «АПР-404 УХЛ4»

2) После этого листы поступают на четырёхвалковую листогибочную машину ИВ2424А (3), на которой происходит вальцовка заготовок. Полученные изделия размещают на складе обечаек (4).

3) Прихваченные заготовки поступают на установку для сборки и прихватки обечаек по продольным стыкам (8), на которой происходит выполнение прихваток продольного стыкового шва обечаек аппаратом для механизированной сварки PHOENIX 521

4) После этого обечайки поступают на установку (9) для выполнения продольного шва автоматической сваркой под флюсом.

5) Для контроля качества швов обечаек применяется ультразвуковой метод контроля (16).

6) Обечайки, прошедшие контроль качества, поступают на установку для сборки и прихватки обечаек по кольцевым стыкам (11).

7) После прихватки изделия поступают на установку для сварки кольцевых стыков (14), где проводится автоматическая сварка кольцевых швов корпуса аппарата.

8) После сварки проводится контроль качества кольцевых швов (в том числе УЗК).

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

9) Обечайки, не прошедшие контроль качества поступают на место исправления брака (4).

10) Готовые изделия поступают на склад готовой продукции (18).

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

5. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Антикайн П.А., Зыков А.К., Зверьков Б.В. Изготовление и ремонт объектов котлонадзора: Справочник. – М: Металлургия, 1988. – 624 с.
2. Шахматов М.В., Ерофеев В.В., Игнатьев А.Г., Стихин В.А. Оборудование и технология сварочного производства / Руководство по дипломному проектированию. – Челябинск: изд. ЮУрГУ, 2003. – 77 с.
3. Попков А.М. Технологическая прочность и свариваемость металлов и сплавов: Текст лекций. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1991. – 66 с.
4. Логанов Д.Т., Банников М.Т., Петропавловский Ю.К. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производства. – М.: Машиностроение, 1989. – 120 с.
5. Медовар Б.И. Сварка хромоникелевых аустенитных сталей. – Киев, 1958. – 336 с.
6. Федосьев В.И. Соппротивление материалов: Учебник для втузов. – 9-е изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 512 с.
7. Кульневич Б.Г., Кульневич Т.В., Кузьмина Н.Д. Задания для курсовых работ по гидравлике: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЧПИ, 1983. – 46 с.
8. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В. П. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов. М.: Машиностроение, 1977. – 432с.
9. Шахматов А.В., Игнатьев А.Г. Оболочковые конструкции: Текст лекций по курсу «Производство сварных конструкций». – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1997. – 73 с.
10. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 656 с.
11. Воронов Е.Л., Колесниченко Л.Ф. Оборудование заводов металлических конструкций: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

12. РТМ 26-17-034-84. Сварка автоматическая и ручная химнефтеаппаратуры из высоколегированных и хромоникельмолибденовых коррозионностойких сталей. 1984. – 95 с.

13. Троицкий В.А., Валевиц М.И, Неразрушающий контроль сварных соединений. – М.: Машиностроение, 1988. – 112 с.

14. Клыков Н.А., Шахматов М.В., Голиков В.Н., Пуйко А.В, Производство сварных конструкций: Учебное пособие по курсовому проектированию. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1997. – 73 с.

15. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферы воздуха: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 136 с.

16. Юдик Е.Я. Охрана труда в машиностроении. М.: Машиностроение, 1983. – 136 с.

17. Долинин Л.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 211 с.

18. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. М.: Машиностроение, 1989. – 319 с.

19. Четвертко А.И. Флюсовая аппаратура для автоматизированной и механизированной сварки. – М: Машиностроение, 1986. – 160 с.

20. Когут Н.С., Шахматов М.В., Ерофеев В.В. Несущая способность сварных соединений. - Львов: Свит. - 1991. -184с.

21. Томсен Э., Янг Ч., Кобояши Ш. Механика пластических деформаций при обработке металлов. - М: Машиностроение.-1969.-502с.

					15.03.01.2018.309.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75