

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте разработана технология сборки и сварки теплообменника.

Для сварки продольных и кольцевых швов используется автоматическая сварка в CO₂.

Рассчитаны режимы сварки, выбрано сварочное оборудование.

Спроектированы установки для сварки продольных швов обечайки, приваривания фланцев и сварки кольцевых швов.

Благодаря внедрению в технологический процесс приведенного выше сборочно-сварочного оборудования механизировано значительную часть процессов изготовления теплообменника.

В экономическом разделе рассчитаны такие показатели для новой технологии, как: технологическая себестоимость изделия по новой и базовой технологии и экономическая эффективность проектного решения.

В разделе охраны труда проанализированы основные вредные производственные факторы, которые влияют на здоровье рабочих и разработаны мероприятия по их предупреждению. Также рассмотрены вопросы охраны окружающей среды.

Дипломный проект представлен пояснительной запиской на 88 страницах, графическим материалом на 8 листах чертежей и плакатов, литературных источников 7.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					Технология сборки и сварки теплообменника	Лит.	Лист.	Листов
Пров.							3	
Реценз.								
Н. Контр.								
Утв.								
					Пояснительная записка			

THE SUMMARY

Technology of drafting and welding of heatexchanger is developed in a diploma project.

For welding of longitudinal and circular stitches the automatic welding is applied in CO₂.

The welding modes are expected, a welding equipment is chosen.

Options are projected for welding of longitudinal stitches of cowling and for welding of circular stitches.

Due to introduction in the technological process of the resulted higher assembling-welding equipment mechanized considerable part of processes of making of heatexchanger.

In an economic section such indexes are expected for new technology, as: technological prime price of good on new and base technologies and economic efficiency of project decision.

In the section of guard labours are analysed basic harmful factors of productions, which have an influence on a health of workers and the measures of their warning are developed. The questions of defence of guard of environment are considered .

A diploma project is presented an explanatory message on 88 pages, by graphic material on 8 leaves of drafts and placards, literary sources 7.

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЗОРНО- АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	7
1.1 Описание изделия и условия работы изделия	7
1.2 Способность к сварке стали 10Г2С	8
1.3 Технические условия на изготовление теплообменника	1
3	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	1
4	
2.1 Разработка технологического процесса	1
4	
2.2 Выбор способов сварки	1
7	
2.3 Выбор сварочных материалов	1
9	
2.4 Выбор типа сварных соединений и подготовки кромок	2
1	
2.5 Расчет параметров режимов сварки	2
3	
3 ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	3
1	
3.1 Источник питания	3
1	
3.2 Автомат для сварки продольных швов	3
2	
3.3 Механизм подачи проволоки	3
3	
4 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4	3
4.1 Установки для изготовления теплообменника	3
4	
4.2 Расчет роликового стенда	4
0	
5 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	4
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ЦЕХА	4
7	
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	4
8	
7.1 Определение технологической себестоимости изделия	5
1	
7.2 Расходы на основные материалы:	5
1	
7.3 Расходы на сварочные материалы	5
2	
7.4 Расходы на электроэнергию	5
5	
7.5 Расходы на заработную плату рабочих	5
5	
7.6 Амортизационные отчисления на оборудование	5
6	
7.7 Расходы на текущий ремонт и техническое обслуживание оборудования	5
8	
7.8 Расходы, связанные с содержанием и амортизацией площади здания, которое занимает оборудование	5
8	
7.9 Определение экономической эффективности проектного решения	6
1 ОХРАНА ТРУДА	6
3	
8.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов	6

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4	
8.2 Средства улучшения условий труда и повышения уровня производственной безопасности	6
8	
ВЫВОДЫ	7
8	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	7
9	
Приложения	8
0	

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

В связи с увеличением объемов производства очень остро стоит вопрос механизации сборочно-сварочных работ в производстве, поскольку проводить их вручную, без оснастки не целесообразно (за счет очень больших трудозатрат рабочих высокого разряда, и большого количества вспомогательных работ во время установки, фиксации и кантования конструкций).

Для решения этих вопросов необходимо спроектировать вспомогательное сварочное оборудование, разработать оптимальную и экономически целесообразную технологию изготовления, и внедрить ее в производство.

Часть этих задач рассматривается в данном дипломном проекте, в частности задачи по технологии изготовления теплообменника.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОБЗОРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И ЕГО УСЛОВИЙ РАБОТЫ

Теплообменник (рис.1.1) состоит из внутренней трубы диаметром 100 мм (1), внешней трубы с двумя отверстиями внутренним диаметром 218 мм (2), двух патрубков (3), и двух фланцев (4).

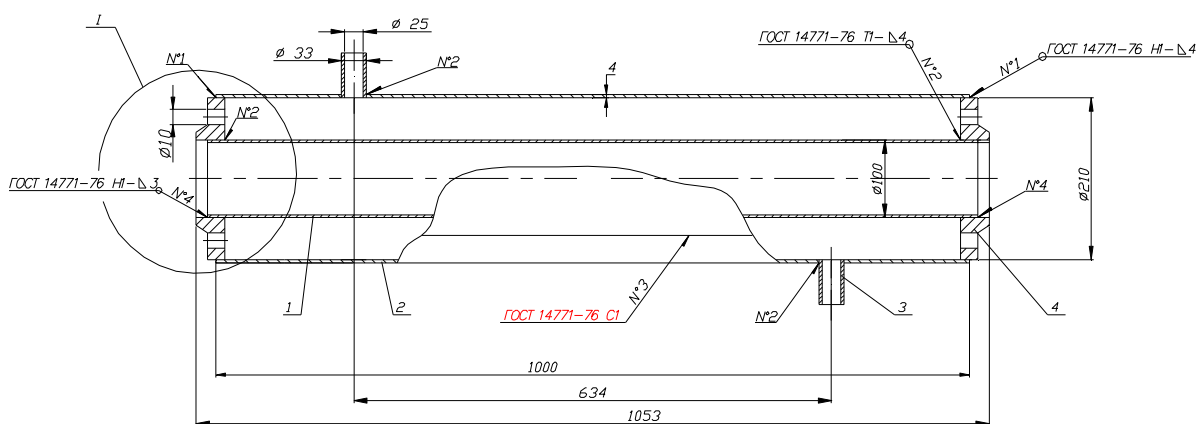


Рис. 1.1. Теплообменник.

Материал, из которого изготавливают данное изделие - сталь 10Г2С.

Данная конструкция относится к ответственным, поскольку ее эксплуатация характеризуется такими вредными факторами:

- Значительные нагрузки, которые возникают во время нагревания воды;
- Внутренняя поверхность контактирует с водой при температуре около 100⁰С.

					Арк.
					9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.2. СВАРИВАЕМОСТЬ СТАЛИ 10Г2С

Характеристика основного металла

В справочнике [2] находим химический состав данной стали.

Химический состав стали 10Г2С

Таблица 1.1

марка стали	Содержание химических элементов, %					
	C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni
Сталь 10Г2С	≤0.12	1.30- 1.65	0.80- 1.10	≤0.30	≤0.30	≤0.30

Химические свойства

Исходя из химического состава, сталь 10Г2С относится к низкоуглеродистым, низколегированным поскольку содержание углерода в ней – <0,24% (≤0.12). Класс стали перлитный. Химически активных элементов в ее составе нет.

Физические свойства

В справочнике [2], также, находим механические свойства этой стали.

Механические свойства стали 10Г2С

Таблица 1.2.

Марка стали	Временное сопротивление разрыва (В, кг/мм ²)	Граница текучести (Т, кг/мм ²)	Относительное удлинение (δ, %)
10Г2С	Не менее		
	54	40	19

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проблемы при сварке стали 10Г2С

Поры


В сталях данной группы (низкоуглеродистых, низколегированных) возможно образование пор за счет выгорания углерода, а также их могут вызвать растворенные в металле газы N₂ и H₂.

Методы предупреждения образования пор:

Предотвращают образование



Горячие трещины

Для сталей этой группы типично образование горячих трещин за счет образования жидких прослоек между зернами металла, который кристаллизуется 

Горячие трещины могут образовываться из-за повышенного содержания углерода. Способность материала к образованию горячих трещин можно определить по формуле:

$$HCR = \frac{C * (S + P + 0.25Si + 0.01Ni)}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

Если HCR < 0.004 - то горячие трещины возникать не будут.

Ограничение тока и скорости сварки уменьшает вероятность образования горячих трещин.

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Охрупчивание сварных соединений

Переходить в хрупкое состояние низкоуглеродистые и низколегированные стали могут при отрицательных температурах (-20-40⁰С). Этому способствует повышенное содержание N₂ и O₂.

В сталях ограничивают: N₂ < 0.08%, O₂ < 0.05%.

Обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом.

Механические свойства металла шва и сварного соединения зависят от его структуры, которая определяется химическим составом, режимом сварки, предшествующей и последующей термообработки.



						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проверка склонности основного металла к образованию горячих трещин

Проверяем склонность металла шва к возникновению горячих трещин при наиболее неблагоприятных условиях.

$$HCR = \frac{C(0.04Si + 0.01Ni)}{3Mn + Cr} =$$

Поскольку $HCR=0.0079 > 0.004$, - металл имеет склонность к образованию горячих трещин.

Проверяем возможность образования холодных трещин при наиболее неблагоприятных условиях



						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКА

- Перед сваркой сварочные материалы просушиваются в соответствии с режимом указанным на упаковке, кромки деталей и близлежащие поверхности зачищаются от краски, смазочных масел, ржавчины.



- Для предотвращения образования холодных трещин все сварочные работы во время изготовления теплообменника осуществляются при положительных температурах.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологический процесс сборки и сварки теплообменника:

заготовительные операции:

- 1) доставить трубы внутренним диаметром 100мм, 25 мм, листовой прокат и фланцы на место складирования;
- 2) а) править листовой прокат на листоправильных вальцах;
- б) очистить листовой прокат и трубы от смазочного масла и другой грязи;



сборочно-сварочные операции:

- 8) а) установить узел 1 и трубу диаметром 218 в сварочную установку для сварки кольцевых швов;
- б) выполнить автоматизированную сварку кольцевых швов;
- 9) установить патрубки диаметром 33 мм в отверстия во внешней трубе диаметром 218 мм и выполнить полуавтоматическую сварку в CO₂;

слесарная операция:

- 10) зачистить сварные швы от брызг расплавленного металла;

контрольная операция:

- 11) а) контролировать качество сварных швов ультразвуковым методом;
- б) контролировать катеты швов;

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в) контролировать размеры изделия;

отделочная операция:

12) выполнить покрытие конструкции грунтовкой и краской ПФ-115;

транспортная операция:

13) транспортировать изделие на склад готовой продукции.

2.2. ВЫБОР СПОСОБА СВАРКИ

Основные способы, которые применяются в производстве сварных конструкции такого типа это: ручная дуговая сварка (Е), механизированная и автоматизированная в CO_2 (УП), плавящимся электродом в инертных газах (ИП), автоматическая под флюсом (Ф), электрошлаковая (Ш).

Для определения способа сварки учитываем прежде всего такие факторы, как:

- химический состав материала;

////////////////////////////////////

- программа выпуска изделия, тип производства и т.п..

Рассмотрим данные факторы:

Первый фактор - сварочный материал сталь 10Г2С.

Для этого материала из предложенных выше способов подходят

////////////////////////////////////

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2.3. ВЫБОР ТИПА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПОДГОТОВКИ КРОМОК

В конструкции насчитывается четыре разновидности сварочных соединений, которые выполняются автоматизированным способом сварки в CO₂:

Соединение №1 и №4 – нахлесточные, катет шва принимаем по наименьшей толщине элемента (4 мм и 3 мм соответственно). Данные соединения односторонние, без разработки кромок. Выбираем из ГОСТ 14771-76 тип - Н1, который соответствует вышеуказанным требованиям.

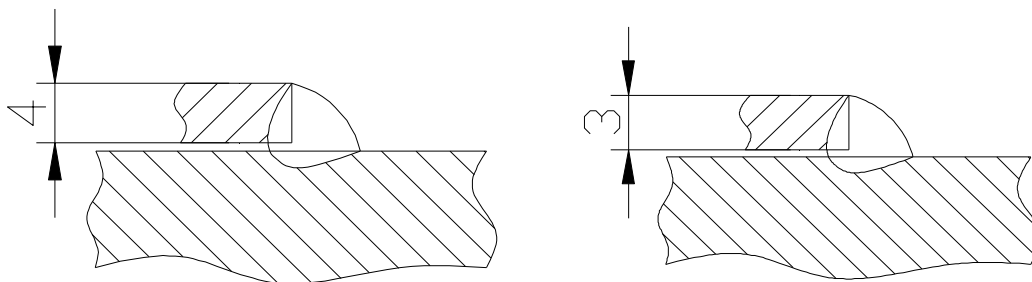


Рис 2.1. Соединения №1 и №4. Поперечный разрез.



					Арк.
					17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.4. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ СВАРКИ

Расчету режима сварки предшествует подготовка исходных данных. В исходные данные входят:

- группа и марка сварочного материала;

////////////////////////////////////

- общие размеры шва.

Параметры режима автоматизированной сварки в CO_2 составляют:

- диаметр сварочной проволоки $d_{э.п}$;
- сварочный ток $I_{св}$;

////////////////////////////////////

- Расход защитного газа (CO_2) $q_{зг}$.

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Расчет параметров режима сварки для соединений № 1,2

Соединение №1 и №2 образуются угловым швом с катетом 4мм, имеют одинаковую площадь наплавленного металла, поэтому их сварка выполняется на одном режиме:

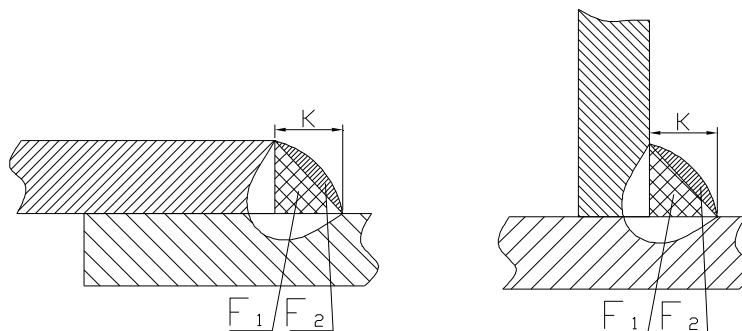


Рис. 2.4. Расчет площади поперечного сечения швов.

$$\begin{aligned} F_H &= F_{H1} + F_{H2} = 0,5 * K^2 + 0,7 * e * g = \\ &= 0,5 * 16 + 0,7 * 5,65 * 1 = 11,96 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

Диаметр электродной проволоки:

$$d_{\text{э.п.}} = K_d * F_{ni}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) * 11,96^{0,625} = 0,703 \dots 1,928 \text{ мм}^2$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и уровня автоматизации, для автоматизированной сварки в нижнем положении $K_d = 0,149 \dots 0,409$.

Принимаем значение $d_{\text{э.п.}} = 1,2 \text{ мм}$

Вылет электродной проволоки:

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

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Скорость сварки:

Скорость сварки зависит от площади наплавленного металла



Расчет параметров режима сварки для соединения № 3

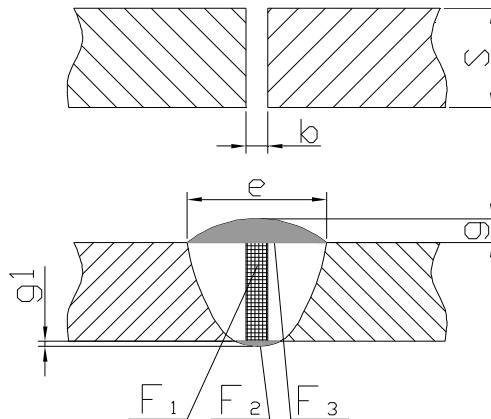



Рис. 2.5. Соединение С4. Площадь наплавленного металла.

s = s1	b		e, не более	g		g1	
	Номин.	Предельное отклонение		Номин.	Предельное отклонение	Номин.	Предельное отклонение
2,2-4,0	0	+1,5	8,0	1,5	± 0,5	1,5	± 1,0

Диаметр электродной проволоки $d_{э.п.}$ может изменяться в широких диапазонах, поскольку зависит от толщины материала и глубины проплавления h . Однако, глубина проплавления зависит от величины зазора ($b=1,0$) и формы подготовки кромок 

Тогда:

$$h_p = 4 - 0.5 * 1.5 = 3.25 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 * h_p = \sqrt[4]{3,25} \pm 0,05 * 3,25 = 1,18 \dots 1,5 \text{ мм}$$

					Арк.
					20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Значение диаметра электродной проволоки ограничивается способом сварки по уровню автоматизации и положения шва.



3. ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Исходя из полученных ранее результатов расчетов (максимальное значение сварочного тока 267 А) выбираем соответствующий источник тока.

Для сварки данным способом подходит исключительно источник постоянного тока с жесткой вольт-амперной характеристикой.

Из справочника [3] выбираем выпрямитель

АВТОМАТ ДЛЯ СВАРКИ ПРОДОЛЬНЫХ ШВОВ

Учитывая режимы сварки и характер производства выбираем автомат для сварки в CO₂ - А-1411Г (рис. 3.1.) для сварки продольных швов.

Автомат А1411Г предназначен для сварки в защитных газах прямолинейных и кольцевых швов [3].

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

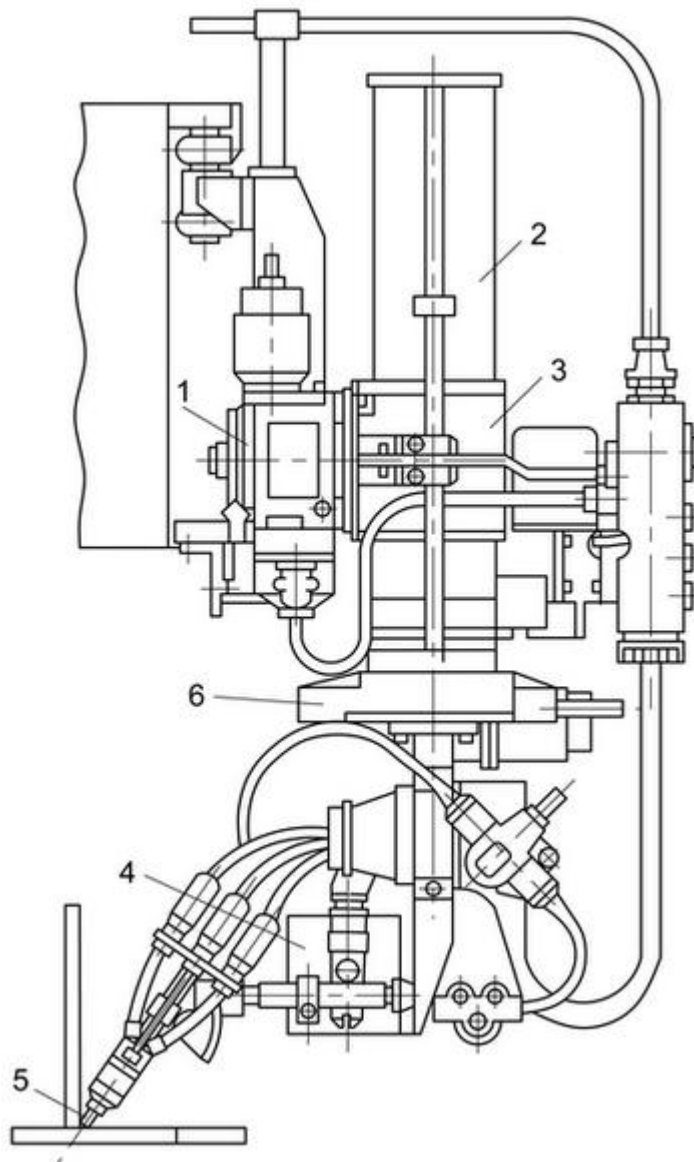


Рис. 3.1. Сварочный автомат А-1411Г.

Автомат состоит из тележки (1), штанги (2), ////////////////////

					Арк.
					22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1. УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКА

Во время изготовления теплообменника имеем такие основные этапы:

- изготовление обечайки;
- изготовление внутреннего узла теплообменника путем сборки и сварки внутренней трубы с фланцами;
- сварка внутреннего узла теплообменника с внешней оболочкой;
- вваривание патрубков.

Для каждого из основных этапов проектируем отдельные сборочно-сварочные установки.

Установка для сварки продольного шва

Для изготовления обечайки (сварка продольного шва) проектируем установку, которая позволяет фиксировать заготовку обечайки, и сваривать продольный шов автоматической сваркой в

CO₂ 

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

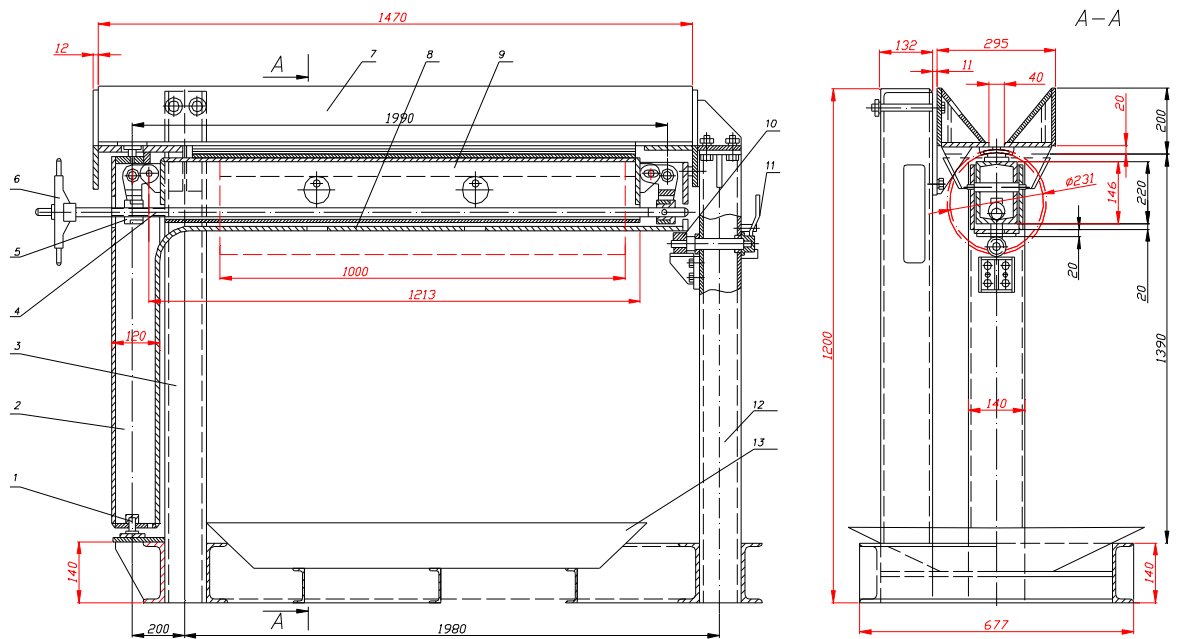


Рис.4.1. Стенд для сварки продольных швов.

Стенд для сварки продольного шва обечайки (рис 4.1.) состоит из поворотной стойки (2) с консолью (8) на которой установлена



Принцип работы установки для сварки продольных швов

На поворотную консоль устанавливается



Зафиксированные кромки свариваются с помощью сварочного автомата А-1411Г.

Установка для приваривания фланцев


Для изготовления внутреннего узла теплообменника проектируем установку, которая выполняет функции фиксации фланца и трубы диаметром 100 мм для сварки шва с внутренней стороны теплообменника; обеспечивает вращение и соосность деталей во

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

время сварки; выполняет поворот - передачу полученной заготовки для выполнения шва с внешней стороны теплообменника.

Устройство и принцип работы установки для приваривания фланцев

Установка состоит из следующих основных блоков и механизмов:

- блок фиксации и вращения изделия;
- основание;
- система управления;
- сварочное оборудование;

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Предусмотрены следующие режимы работы установки:

- автоматический;
- полуавтоматический;
- ручной (наладочный) с управлением от кнопок.

Автоматический режим работы установки состоит в свою очередь из:

- подведения горелки;
- включения сварочного оборудования;
- вращения изделия со скоростью сварки (с изменением режима сварки);

• 

при необходимости выполнения основного шва в два прохода - остановка вращения после первого оборота с прерыванием дуги, поднятие горелки и повторное включение сварочного оборудования с вращением изделия.



4.2. РАСЧЕТ РОЛИКОВОГО СТЕНДА

В установке для сварки кольцевых швов используется роликовый стенд, который предназначен для вращения заготовки теплообменника со скоростью сварки и с маршевой скоростью.

Для данной установки мы выбрали роликовый стенд с двумя роликоопорами.

Приводные ролики выбираем безредукторного типа.

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

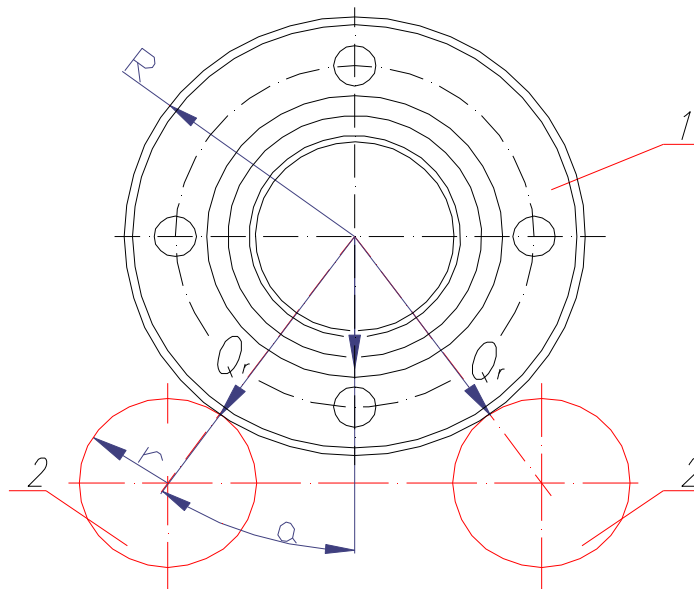


Рис.4.5. Расчетная схема роликового стэнда.

1- Свариваемая конструкция; 2 - ролики.

Обязательным условием для передачи вращения к конструкции является то, что приводные и опорные ролики должны быть одного диаметра и размешены под одним углом к вертикальной оси.



						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Входной контроль качества

Входному контролю подлежат сварочные материалы. Сварочные материалы, марки которых неизвестны использовать запрещается. Входной контроль необходимо выполнять согласно ГОСТ 24297 - 87 "Входной контроль продукции. Основные положения".

Пооперационный контроль качества

Пооперационный контроль проводится после каждого технологического перехода в процессе изготовления теплообменника (контролируется соблюдение всех технологических режимов и операций).

Приемочный контроль качества

Приемочный контроль включает в себя внешний осмотр и измерения размеров теплообменника. Внешний осмотр необходимо проводить после выполнения всех сварочных швов.



						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ЦЕХА

В основу проектирования участка цех заложен принцип последовательности технологического процесса изготовления теплообменника.

Основные принципы проектирования участка цеха это:

1) принцип унификации модульных конструкций, поскольку все цеховые помещения строятся из стандартных элементов, которые определяют будущие размеры как самого цехового помещения, так и размеры между колоннами, размеры кран-балок, проездов и т.п.;



									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

7. ВЫВОДЫ

- В данном дипломном проекте разработана технология сборки и сварки теплообменника;
- Исходя из основного материала конструкции сталь 10Г2С и толщины металла выбран способ сварки и подобраны сварочные материалы;
- Рассчитаны режимы сварки всех сварных соединений теплообменника по площади наплавленного металла. Спроектированы установки для автоматической сварки узлов изделия, которые обеспечивают полный провар продольных и кольцевых швов;
- Исходя из технологического процесса, спроектирован план участка цеха изготовления теплообменника;
- Разработанная схема обеспечения качества позволяет осуществлять пооперационный контроль на всех этапах сборки и сварки теплообменника;
- Экономический эффект от внедрения новой технологии составляет 112370 руб. в год;
- Разработанные мероприятия из охраны труда обеспечивают безопасные условия работы и защиты окружающей среды.

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/
Под ред. академика Б. Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1974.767с.
2. Сварка в машиностроении. Т. 3/ Под ред. доктора технических наук
В. А. Винокурова. - М.: Машиностроение,1979.567с.
3. Сварка в машиностроении. Т. 4/ Под ред. доктора технических наук
Ю. Н. Зорина. - М.: Машиностроение,1979.512с.
4. Справочник сварщика/ Под ред. доктора технических наук
професварка В. В. Степанова. - М.: Машиностроение,1982.560с.
5. Риморов Е.В. Новые сварочные приспособления/ - Л.: Будиздат,
Ленин.издат.,1988.- 125 с., ил.

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ПРИЛОЖЕНИЯ

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Прим.
				<u>Документация</u>		
			03.000 СК	<u>Сборочные единицы</u>		
		1	03.001	Механизм прижима фланца	1	
		2	03.002	Механизм прижима и вращения трубы	2	
		3	03.003	Блок вращения	1	
		4	03.004	Рама	1	
		5	03.005	Механизм поворота	1	
		6	03.006	Горелка	1	
		7	03.007	Выталкиватель	1	
		8	03.008	Пульт управления	1	
		9	03.009	Подставка	1	
		10	03.010	Электродвигатель ПЛ-062	2	
		11	03.011	Датчик присутствия	1	
		12	03.012	Блок датчиков	1	
		13	03.013	Агрегат	1	
		14	03.014	Кронштейн	1	
		15	03.015	Пневмоцилиндр		
		16	03.016	Полуавтомат с горелкой	1	
		17	03.017	Полуавтомат без горелки	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					Установка для приваривания фланцев	Лит.	Лист	Листов
Провер.							1	1
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.								