


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

 УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 17 » 06 2016г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ТЕПЛООБМЕННИКА

Пояснительная записка

| | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
| Руководитель |  17.06.16 подпись, дата | к.т.н. доцент должность, ученая степень | А.И. Демченко инициалы, фамилия |
| Выпускник |  16.06.16 подпись, дата | | Р.П. Попека инициалы, фамилия |
| Рецензент |  22.06.16 подпись, дата | доцент к.т.н. должность, ученая степень | А.Е. Мухомов инициалы, фамилия |
| Консультанты: Организационно- экономический раздел |  26.05.16 подпись, дата | с.т.н. доцент должность, ученая степень | Е.Е. Качуровская инициалы, фамилия |
| Раздел безопасность и экологичность проекта |  17.05.16 подпись, дата | к.т.н. доцент должность, ученая степень | О.В. Чурбакова инициалы, фамилия |
| Нормоконтролер |  17.06.16 подпись, дата | с. преподаватель должность, ученая степень | С.Л. Бусыгин инициалы, фамилия |

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 17 » 06 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Студенту Р.П. Попека
Группа ЗМТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии сборки и сварки теплообменника»

Утверждена приказом по университету № 4280/с от 29.03.2016

Руководитель ВКР: А.И. Демченко, ПИ СФУ, к.т.н., доцент
(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Программа выпуска; 3. Технические условия на изготовление

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

1. Состояние вопроса
2. Технологическая часть
3. Расчетно-конструкторская часть
4. Организационно-экономическая часть
5. Безопасность и экологичность проекта

Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Чертеж изделия – 2 листа (A1);
2. Технология восстановления – 2 листа (A1);
3. Пост автоматической сварки – 1 лист (A0);
4. Флюсовая подушка – 1 лист (A1);
5. Вращатель – 1 лист (Нестандарт);
6. Планировка участка – 1 лист (A1);
7. Экономический лист – 1 лист (A1).

Консультанты по разделам

| Наименование раздела ВКР | Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу |
|---|---|
| Организационно-экономический раздел | Е.Е. Качуровская |
| Раздел безопасности жизнедеятельности и экологичности проекта | О.В. Чурбакова |

| | | | | | | |
|-----------|---------------|--|----------|--|-----------------------|--------|
| | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | | |
| Разраб. | Попека Р.П. | | 16.06.16 | Разработка технологии сборки и сварки теплообменника | Лист | Листов |
| Пров. | Демченко А.И. | | 17.06 | | 2 | 81 |
| Н. контр. | Бусьгин С.П. | | | | Каф. «Машиностроение» | |
| Утв. | Демченко А.И. | | 17.06 | | | |

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

| № этапа | Срок | Текстовая часть | Графическая часть |
|---------|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | с 08.03.2016 | ТЧП - 50 % | лист № 1 |
| | по 15.03.2016 | | |
| 2 | с 16.03.2016 | КЧП – 50 % ТЧП – 40 % | лист № 2 лист № 3 |
| | по 31.03.2016 | | |
| 3 | с 01.04.2016 по 15.04.2016 | КЧП – 50 % | лист № 4 |
| | | Б и ЭП – 40 % | лист № 5 |
| | | ОЭЧ – 25 % | |
| | | ТЧП – 10 % | |
| 4 | с 16.04.2016 по 30.04.2016 | Б и ЭП – 40 % | лист № 6 |
| | | ОЭЧ – 25 % | лист № 7 |
| | | | лист № 8 |
| 5 | с 01.05.2016 по 25.05.2016 | ОЭЧ – 50 % | лист №9 |
| | | | |
| Всего | на 25.05.2016 | 100% по разделам | 100% |

ТЧП – технологическая часть

КЧП – конструкторская часть

Б и ЭП – безопасность и экологичность проекта

ОЭЧ – организационно-экономическая часть

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ А.И. Демченко
(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

_____ Р.П. Попека
(подпись, дата)

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к проекту состоит из введения, четырех основных разделов (технологический раздел, конструкторский раздел, организационно - экономический раздел, безопасность и экологичность проекта), заключения и приложений.

В основных разделах изложены результаты работы над проектом: охарактеризован материал изделия, его свариваемость, технические требования и условия на изготовление, предложена технология сборки – сварки теплообменника с учетом изменений, внесенных в базовую технологию. Кроме этого, предложены приспособления для сборки – сварки теплообменника, чье применение подтверждено соответствующими расчетами. Рассчитаны также технико – экономические показатели. Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 82 страницы. В них 12 иллюстраций, 10 таблиц, 19 источников использованной литературы.

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 7 |
| 1. Технологическая часть | 9 |
| 1.1 назначение и область применения теплообменника | 10 |
| 1.2 краткое описание конструкции..... | 10 |
| 1.3 технические требования к теплообменнику..... | 12 |
| 1.4 технические требования к сварным соединениям теплообменника | 12 |
| 1.5. Краткая характеристика физико-химических свойств основного материала | 13 |
| 1.6 Подготовка материала под сварку..... | 17 |
| 1.7 Способы сварки | 18 |
| 1.7.1 Сварка под флюсом..... | 18 |
| 1.7.2 Дуговая сварка в защитных газах..... | 21 |
| 1.8. Выбор оборудования для сварки теплообменника..... | 22 |
| 1.9. Вспомогательные материалы, используемые при сварке | 24 |
| 1.10. Выбор режимов сварки для изготовления теплообменника..... | 25 |
| 1.11. Определение объемов и выбор контроля сварных швов | 26 |
| 1.12 Краткий техпроцесс сборки-сварки теплообменника | 30 |
| 2. Конструкторская часть | 36 |
| 2.1. Разработка сварочных приспособлений | 37 |
| 2.1.1 Треножник..... | 37 |
| 2.1.2. Кольцо прокруточное | 39 |
| 2.1.3 Кольцо разжимное..... | 41 |
| 2.2. Технические требования..... | 42 |
| 2.3. Расчет на срез и смятие штифтового соединения..... | 42 |
| 2.4 Расчет консольной балки..... | 47 |
| 3. Экономическая часть | 52 |
| 3.1. Определение типа производства..... | 53 |
| 3.2. Расчет нормы времени..... | 53 |
| 3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих | 55 |

| | |
|---|----|
| 3.4. Методика расчета потребности в оборудовании и количестве рабочих | 56 |
| 3.5. Расчет капитальных вложений | 57 |
| 3.6 Расчет текущих затрат | 58 |
| 3.7 Расчет годового экономического эффекта | 64 |
| 4. Безопасность и экологичность проекта | 65 |
| 4.1. Введение..... | 66 |
| 4.2. Объемно-планировочное решение проектируемого участка | 66 |
| 4.3. Производственная санитария..... | 66 |
| 4.3.1. Микроклимат производственных помещений | 67 |
| 4.3.2. Освещение рабочих мест..... | 67 |
| 4.3.3. Хозяйственно-питьевое водоснабжение..... | 69 |
| 4.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса..... | 70 |
| 4.4.1 Опасность поражения электрическим током | 70 |
| 4.4.2 Опасность поражения лучами электрической дуги, брызгами расплавленного металла и шлака | 73 |
| 4.4.3 Опасность травмирования движущимися частями | 73 |
| 4.5 Опасность взрыва и пожара | 74 |
| 4.6. Экологичность проекта..... | 75 |
| заключение..... | 79 |
| литература..... | 80 |

Введение

В условиях научно-технического прогресса особенно важно развитие тех областей науки, техники и производства, которые определяют технический прогресс. К таким областям могут быть причислены сварка и резка металлов, которые во многих отраслях промышленности являются одним из основных факторов, определяющих темпы технического прогресса, и оказывают существенное влияние на эффективность общественного производства.

Сварку широко используют в народном хозяйстве страны.

Российская Федерация занимает далеко не последнее место среди крупнейших стран мира по развитию сварочной науки и техники, а по некоторым показателям сварочного производства – одно из первых мест, например по объему сварочных работ, по темпам роста производства сварочных материалов, оборудования и по количеству подготавливаемых сварщиков.

Наша страна - родина наиболее распространенного способа сварки сталей - дуговой, впервые была применена подводная, электрошлаковая, диффузионная сварка, сварка в космосе.

На предприятиях после кризисного периода 90-х годов прошлого века возрастают мощности по производству сварных изделий, неуклонно развивается производство наплавочных работ. Всё больше производится сварных изделий не только из сталей, но и из алюминия, меди, никеля, титана и их сплавов, а также из разнородных материалов, например алюминия и стали.

Для контроля качества сварки применяют как разрушающие, так и неразрушающие виды контроля, основанные, как правило, на последних достижениях науки и техники.

Выпускать продукцию отличного качества, совершенствовать приёмы труда, соблюдать новейшую передовую технологию могут только рабочие, хорошо овладевшие теорией и передовой практикой. Большое значение имеет повышение профессионального мастерства и культурно-технического уровня рабочих.

Изучение теоретических основ сварочного производства в сочетании с производственным обучением позволит автору проекта стать квалифицированным инженером-сварщиком.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 7 |

Актуальность выбранной темы дипломного проекта продиктована необходимостью увеличения объемов производства крупногабаритных конструкций и его автоматизацией с учетом современных технологических решений, получивших широкое распространение в наше время.

Применение разработанного в данной работе техпроцесса позволит повысить производительность, снизить долю ручного труда, снизить себестоимость изделия, повысить рациональность использования энергии, материалов и производственных площадей.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 8 |

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 9 |

1.1 Назначение и область применения теплообменника.

Теплообменник является составной частью системы централизованного отопления. Служит для нагрева воды в системе центрального отопления, путем передачи тепловой энергии от пара, проходящего через трубный пучок, к воде, находящейся в корпусе и омывающей трубный пучок, методом теплопередачи. Характер рабочей среды неагрессивный.

Группа сосуда 3 по ОСТ 26291-69 (расчётное давление 1,4 МПа, рабочая температура $T=400$ °С).

1.2 Краткое описание конструкции.

Теплообменник (рис. 1.1) представляет собой конструкцию из трех обечаек поз. № 1,2,3, фланца поз. № 8, днища поз. № 7, соединенных пятью кольцевыми швами. Рабочее положение теплообменника вертикальное, поэтому для крепления к нему симметрично приварены опоры поз. № 9. Теплообменник имеет штуцера: для входа пара поз. № 6 (диффузор), для выхода пара поз. № 5, для входа воды поз. № 8, для выхода конденсата пара поз. № 4.

Принцип действия: водяной пар с температурой нагрева около 400 °С поступает через диффузор поз. № 6, проходит через пустоты в трубном пучке и выходит через штуцер поз. № 5, тем самым, нагревая воду, которая поступает в трубный пучок через фланец поз. № 8 и оттуда же выходит, конденсат пара выходит через штуцер поз. № 4.

Конструкция теплообменника должна быть технологичной, надёжной в течение предусмотренного технической документацией срока службы, обеспечивать безопасность при изготовлении, монтаже и эксплуатации, предусматривать возможность осмотра (в т.ч. внутренней поверхности), очистки и ремонта.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 10 |

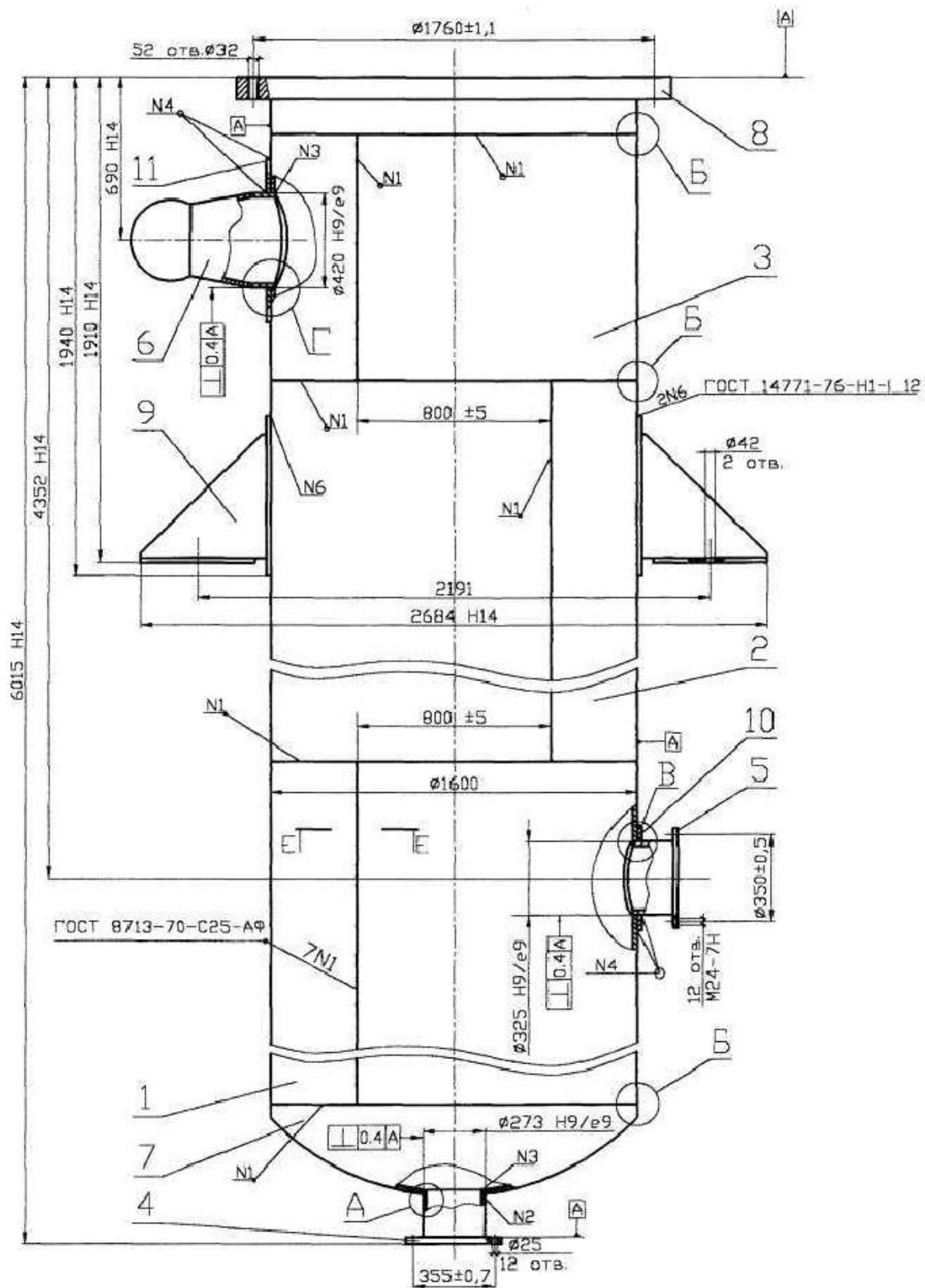


Рис 1.1. Теплообменник

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

ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ

Лист

11

1.3 Технические требования к теплообменнику.

1. Изготовление, испытания, контроль и эксплуатация теплообменника в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением" (ПБ 10-115-96).
2. Группа сосуда по ОСТ 26291-94.
3. Теплообменник испытать на прочность и герметичность гидравлическим давлением $P_{пр}=2,8$ МПа.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика

| Наименование параметра | Характеристика |
|---|----------------|
| Поверхность нагрева, м | 530 |
| Давление рабочее, МПа | 1,4 |
| Давление пробное при гидравлических испытаниях, МПа | 2,8 |
| Среда | Пар |
| Максимальная температура пара, °С | 400 |
| Объем корпуса, л | 8435 |
| Группа сосуда | 3 |

1.4 Технические требования к сварным соединениям теплообменника.

1. Сварные швы теплообменника I категории по ОСТ 26291-69.
2. Сварные швы должны быть термостойкими и термопрочными.
3. Сварные швы должны быть герметичными.
4. Подвергнуть продольные и кольцевые швы обечаек рентгеноконтролю, а остальные УЗК - контролю.
5. Материалы, используемые для производства теплообменника должны иметь сертификаты и сопроводительные документы.
6. Предусмотреть при выполнении сварки образцы-свидетели для разрушающего контроля швов.

Максимальная допустимая длина, ширина и суммарная длина пор, шлаковых, вольфрамовых и окисных включений для любого участка радиограммы длиной 100мм для сварных швов I класса указаны в табл 2.

Примечание к таблице 1.2:

- 1) Поры и включения с расстояниями между ними не более трех максимальных ширин и диаметров в классах I и II не допускается.

2) Поры и включения с длиной изображения менее 2 мм при расшифровке радиограмм не учитываются.

3) При различной толщине свариваемых элементов максимальный допустимый размер пор и включений выбирается по меньшей толщине.

4) Непровары не допускаются.

5) Трещины не допускаются.

Таблица 1.2

| Толщина свариваемых элементов, мм | Поры и включения | | Суммарная длина, мм |
|-----------------------------------|----------------------|-----------|---------------------|
| | Ширина (диаметр), мм | Длина, мм | |
| До 3 | 0,2 | 0,2 | 2,0 |
| 3-5 | 0,3 | 0,3 | 3,0 |
| 5-8 | 0,4 | 0,4 | 4,0 |
| 8-11 | 0,5 | 0,5 | 5,0 |
| 11-14 | 0,6 | 0,6 | 6,0 |
| 14-20 | 0,8 | 0,8 | 8,0 |
| 20-26 | 1,0 | 1,0 | 10,0 |
| 26-34 | 1,2 | 1,2 | 12,0 |
| 34-45 | 1,5 | 1,5 | 15,0 |
| 45-67 | 2,0 | 2,0 | 20,0 |
| 67-90 | 2,5 | 2,5 | 25,0 |
| 90-120 | 3,0 | 3,0 | 30,0 |
| 120-200 | 4,0 | 4,0 | 40,0 |
| 200-400 | 5,0 | 5,0 | 50,0 |

1.5. Краткая характеристика физико-химических свойств основного материала

Для изготовления теплообменника используется легированная сталь 12Х18Н10Т. В зависимости от основных свойств стали и сплавы относятся к 1-й группе: Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против электрохимической коррозии (атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой), межкристаллитной, коррозии под напряжением и другим.

Главными легирующими элементами являются хром и никель. Они определяют основные свойства и структуру высоколегированных сталей и сплавов.

Таблица 1.3 - Химический состав стали 12X18H10T

| Марка стали | C | Cr | Ni | Ti | Si | Mn | S | P |
|-------------|------|-------|------|------------------------|------|-------|------|-------|
| 08X18H10T | 0,12 | 17-19 | 9-11 | %C- 0,02 до 0,07 | ≤0,8 | 1-1,2 | 0,02 | 0,035 |

Стали и сплавы с содержанием хрома более 12% - являются нержавеющими, таковой и является – 12X18H10T. В зависимости от структуры высоколегированные стали делятся на классы: 12X18H10T – является сталью аустенитного класса. Основной структурой которой (12X18H10T) является аустенит. Легирующие элементы сообщают высоколегированным сталям и сплавам особые свойства: прочность, жаропрочность, жаростойкость, стойкость против некоторых видов коррозии. Увеличение содержания хрома или других стабилизирующих феррит – элементов приводит к тому, что сталь становится ферритно – аустенитной. Количество феррита в такой стали зависит от соотношения содержания суммы аустенитообразующих (Ni, C, Mn, N) и ферритообразующих элементов (Cr, Mo, W, V и др.). Феррит в таких сталях оказывает определенное влияние на свойства. Отличаясь более низкой пластичностью, чем аустенит, он осложняет процессы обработки, способствуя появлению надрывов. Феррит отрицательно влияет на жаропрочность. Регулируют количество феррита в основном соотношением содержания в сталях хрома и никеля.

Таблица 1.4 - Механические свойства стали 12X18H10T

| Марка стали | Закалка при тем-ре, °C | Механические свойства | | | |
|-------------|------------------------|-----------------------|----|----|----|
| | | G _B | τ | δ | ψ |
| 08X18H10T | 1050-1100 | кгс/мм ² | | % | |
| | | 48 | 20 | 40 | 55 |

Несмотря на сложный химический состав, высокое содержание легирующих элементов и в некоторых случаях сложность фазовых и

структурных изменений, хромоникелевые высоколегированные стали различного назначения можно отнести к удовлетворительно, а иногда и хорошо свариваемым. Однако сварка этих сталей и обеспечение требуемых свойств сварных соединений требует часто принятия специальных мер. Сложность сварки хромоникелевых высоколегированных сталей во многом определяется их структурным классом и состоянием, фазовыми превращениями, которые могут протекать при сварочном нагреве и охлаждении, и специфическими требованиями к свойствам, которыми должны обладать сварные соединения жаропрочных, хладостойких, кислотостойких и высокопрочных сталей. Основные трудности сварки связаны со склонностью к образованию горячих трещин в швах и околошовных зонах (аустенитные стали), со склонностью к образованию холодных трещин в ЗТВ, с появлением после сварочного нагрева в высокотемпературной зоне б-феррита, с выделением карбидов из аустенита в определенных участках в определенных участках ЗТВ и ухудшении в этих местах стойкости против МКК и других свойств. Определенные осложнения вносит повышенное, по сравнению с железом, сродство хрома к кислороду и вследствие этого повышенная его окисляемость и возможная в связи с этим загрязненность металла шва. В аустените с высоким содержанием никеля растворимость водорода повышена, и это может стать причиной повышенной пористости. Эти особенности процессов и явлений, характерных для высоколегированных хромоникелевых сталей, необходимо учитывать при их сварке. Сталь 12X18H10T – имеет аустенитную структуру с небольшим (2-7%) количеством б-феррита. Основную структуру металла сварных швов на хромоникелевых сталях выражает диаграмма Шеффлера, которая представляет собой зависимость структуры от эквивалентов хрома и никеля. Кроме указанных элементов в сумму, представляющую эквивалент никеля, может быть включено содержание меди с коэффициентом примерно 0,6 и азота с коэффициентом 10-30. И наоборот, в выражении для эквивалента хрома можно ввести содержание вольфрама с коэффициентом около 0,5 и титана с коэффициентом в пределах 2-5.

Структурная диаграмма Шеффлера пригодна для установленных условий сварки, которые определяют обычно применительно к ручной дуговой сварке.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 15 |

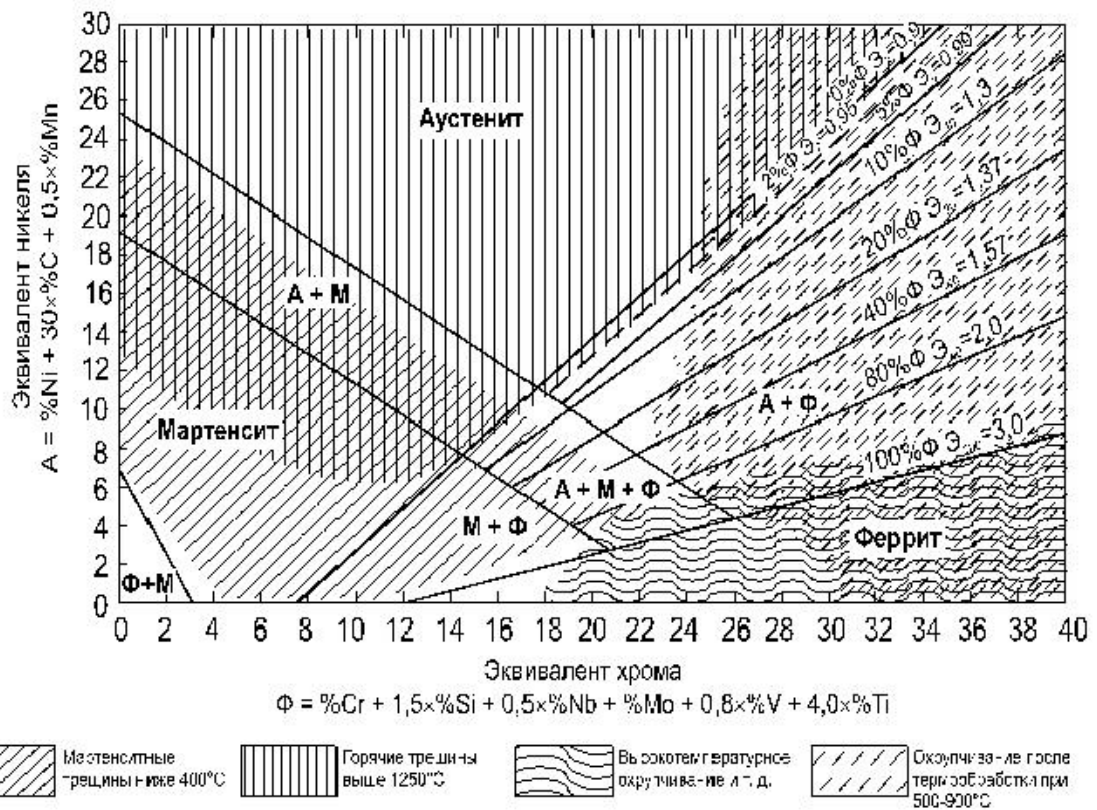


Рис. 1.2 – Диаграмма Шеффлера

Поскольку основной проблемой обеспечения сплошности сварных соединений является предотвращение образования кристаллизационных трещин в металле сварного шва. Установлено, что при прочих равных условиях склонность металла сварного шва к образованию трещин является функцией содержания феррита в стали. Наличие 2-6% феррита уже ограничивает возможность повышения трещин. Наличие определенного количества феррита позволяет решить проблему обеспечения сплошности сварных соединений, однако оно снижает удлинение металла сварного шва, вязкость, повышает переходную температуру и способствует образованию σ -фазы при длительной выдержки сварного шва в условиях повышенных температур, а также влияет и на коррозионную стойкость металла сварного шва.

Высокий коэффициент теплового расширения не позволяет осуществлять полную термообработку сварных конструкций большего размера и более сложной формы, так как при этом можно нарушить

стабильность их размеров или вызвать новые напряжения при охлаждении. Аустенитные стали можно сваривать всеми доступными способами без ограничения. Присадочные материалы выбирают состава, аналогичного основному металлу, с учетом прочностных требований и сопротивляемости образованию кристаллизационных трещин. При очень жестких требованиях к коррозионной стойкости можно применить также присадочный материал, не содержащий ферритной составляющей.

1.6 Подготовка материала под сварку.

Для получения качественного соединения свариваемые поверхности перед сваркой необходимо подготовить: необходимо произвести разделку кромок для полного провара стыка; очистить металл от грязи и ржавчины, чтоб исключить несплошности в металле шва; обезжирить, для исключения появления пор.

1.6.1 *Разделка кромок под сварку* согласно ГОСТ 14771-76.

Перед сваркой зачистить свариваемые кромки от загрязнений и ржавчины металлической щёткой АК 2847-3104 и роторной машинкой ИП 20-15 на расстоянии 20-30 мм от кромки с обеих сторон до металлического блеска.

Подготовку кромок и сборку соединения под сварку производят в зависимости от толщины металла, типа соединения и способа сварки согласно соответствующим ГОСТам или техническим условиям. Свариваемые детали для фиксации положения кромок относительно друг друга и выдерживания необходимых зазоров перед сваркой собирают в универсальных или специальных сборочных приспособлениях или с помощью прихваток. Длина прихватки зависит от толщины металла и изменяется в пределах 20-120 мм при расстоянии между ними 500-800 мм. Сечение прихваток равно примерно 1/3 сечения шва, но не более 25-30 мм². Прихватки выполняют покрытыми электродами или на полуавтоматах в углекислом газе. При сварке прихватки следует переплавлять полностью, так как в них могут образовываться трещины из-за высокой скорости теплоотвода. Перед сваркой прихватки тщательно зачищают и осматривают. При наличии в прихватке трещины ее вырубает или удаляют другим способом. При автоматических способах дуговой и электрошлаковой сварки в начале и конце шва устанавливают входные и выходные планки.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 17 |

Сварка стыковых швов вручную или полуавтоматами в защитных газах и порошковыми проволоками выполняется на весу. При автоматической сварке требуются приемы, обеспечивающие предупреждение прожогов и качественный провар корня шва. Это достигается применением остающихся или съемных подкладок, ручной или полуавтоматической в среде защитных газов подварки корня шва, флюсовой подушки и других приемов. Для предупреждения образования в швах пор, трещин, непроваров и других дефектов свариваемые кромки перед сваркой тщательно зачищают от шлака, оставшегося после термической резки, ржавчины, масла и других загрязнений.

Таким образом, предлагается следующий механизм подготовки материалов под сварку: разделка кромок по ОСТ 8713-79 и ОСТ 14771-76, механическая зачистка и обезжиривание.

Обезжирить свариваемые кромки под сварку салфеткой, смоченной в бензине Б-70 ГОСТ 14675-75 и отжатой, просушить на воздухе до полного удаления влаги.

1.6.2 Подготовка материала под сварку. Сталь 12Х18Н10Т не нуждается в специальной подготовке под сварку (предварительный и сопутствующий подогрев), т.к. поставляется в закаленном состоянии.

1.7 Способы сварки.

1.7.1 Сварка под флюсом.

Автоматическую сварку выполняют электродной проволокой диаметром 3-5 мм, полуавтоматическую - диаметром 1,2-2 мм. Равнопрочность сварного соединения достигается подбором флюса и сварочных проволок, а также выбором режимов и техники сварки. При сварке высоколегированных коррозионностойких сталей типа 12Х18Н10Т сталей в большинстве случаев применяют флюсы АНФ-16, АН-26 и 48-ОФ-6 и электродные проволоки Св-04Х19Н9, Св-04Х19Н11М3 и подобные. Использование указанных материалов позволяет получить металл шва с мех. свойствами равными или превышающими мех. свойства основного металла, а также стойкость к межкристаллитной коррозии.

Сварка под флюсом (рис. 1.3) является ведущим технологическим процессом в производстве химической и нефтехимической, энергетической аппаратуры из низкоуглеродистых и низколегированных, а также

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 18 |

коррозионностойких сталей, к которой и относится теплообменник. Столь широкое применение сварки под флюсом обусловлено постоянством условий процессов и, как следствие, постоянством химического состава и свойств металла шва.

Автоматическая сварка под флюсом рекомендуется при толщине свариваемого металла свыше 4 мм с получением прямолинейных и кольцевых (диаметром 80 мм и выше) швов. При толщине свариваемого металла менее 4 мм наблюдается коробление и увеличенное число дефектов в шве. Однако при необходимости под флюсом сваривают и детали с толщиной кромок 2-3 мм. Сварку под флюсом можно производить как на переменном, так и на постоянном токе. Диаметр сварочных проволок 2-5 мм.

Автоматическая сварка под слоем флюса

Общие сведения

При автоматической и полуавтоматической сварке под флюсом (рис. 2.3) дуга, возбуждаемая между свариваемым изделием 1 и голой электродной проволокой 2, горит под слоем сыпучего флюса 3, 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.

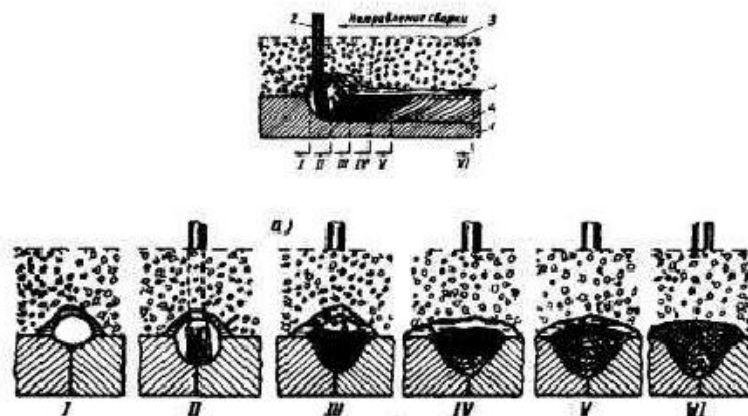


Рис. 1.3 - Процесс образования шва при сварке под флюсом:
a — продольный разрез зоны сварки; *б* — поперечное сечение зоны сварки.

Затвердевающий металл сварочной ванны образует по мере передвижения дуги шов 4, покрытый шлаковой коркой 5, 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.

Сварка под флюсом может осуществляться переменным и постоянным током, для этого в первом случае используются трансформаторы, а во втором — генераторы постоянного тока и выпрямители.

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

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

Улучшению качества наплавленного металла и сварного соединения способствуют надежная 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.

Параметры режима сварки и их влияние на форму шва

Основными параметрами, определяющими режим сварки под флюсом являются:

1. сварочный ток и диаметр электродной проволоки,
2. напряжение на дуге;
3. скорость сварки (скорость перемещения дуги).

На форму поперечного профиля сварочной ванны металла шва оказывает влияние также целый ряд других факторов, к которым относятся:

- ◆ марка применяемого флюса, его состояние и грануляция (при прочих

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 20 |

равных условиях);

- ◆ наклон электрода относительно изделия,
- ◆ величина вылета электрода из мундштука
- ◆ род тока и полярность;
- ◆ конструктивная форма соединения и величина зазоров.

Вывод: в качестве основного способа сварки швов теплообменника выбрана автоматическая сварка под флюсом, применение которой обосновано:

- возможностью сварки металла средних толщин, используемого в изделии;
- хорошим качеством шва;
- высокой производительностью процесса;
- данный метод является ведущим в производстве химической и энергетической промышленностях.

1.7.2 Дуговая сварка в защитных газах.

Среди швов теплообменника есть швы, где применение сварки под флюсом нецелесообразно с экономической точки зрения. В качестве вспомогательного вида сварки будем использовать п/а сварку в среде защитных газов. Защитным газом выберем смесь аргона и углекислого газа в соотношении 80 % - 20 %, в виду экономии средств и высокопроизводительности процесса. Данный вид сварки применяется на малых толщинах или в труднодоступных местах, поэтому данным способом сварки будем выполнять приварку штуцеров и опор к корпусу теплообменника, а также производить прихватку.

Сварка в защитных газах.

При сварке высоколегированных коррозионностойких аустенитных сталей типа 12Х18Н10Т для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны используют как инертные, так и активные газы. В качестве защитных находят применение и смеси углекислого газа с аргоном или кислородом до 30%. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в углекислом газе выполняют плавящимся электродом. В некоторых случаях, для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединениях из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3-2,0 мм (например, канистр,

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 21 |

корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50-70% от прочности основного металла.

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при сварке швов, расположенных в нижнем положении - проволоку диаметром 1,2-3,0 мм.

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на высоколегированных коррозионностойких сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Влияние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

На свойства металла шва влияет качество газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовываться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно. Увеличение напряжения дуги, повышая угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

1.8. Выбор оборудования для сварки теплообменника

1. Для автоматической сварки продольных швов обечаек выбираем следующее оборудование: стапель для сварки продольных швов, комплект оборудования АДФ-1004.

Назначение АДФ-1004:

Трактор общего применения для автоматической сварки под флюсом постоянным током, однодуговой, предназначен для сварки стыковых соединений. Представляет собой четырёхколёсную тележку, на которой укреплены сварочная головка с механизмом подачи проволоки, кассета для проволоки, бункер для флюса и пульт управления. Сварка стыковых соединений возможна как внутри, так и вне колеи колёс автомата, головка поворачивается в любое положение над швом.

Технические характеристики АДФ-1004:

Диаметр проволоки - 3,0-6,0 мм;

Исв - 300-1200 А;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 22 |

Скорость подачи проволоки - 60-360 м/ч;

Скорость сварки - 12-120 м/ч;

Источник питания - ВДУ-1001

2. Для автоматической сварки выбираем следующее оборудование: установка для сварки кольцевых швов, сварочный роликовый стенд 60СД-1, сварочную поворотную колонну ПК- 4, комплект оборудования АДФ-1004.

Характеристика сварочного роликового стенда 60СД-1:

Грузоподъемность -19,4 т;

Диаметр роликов — 400 мм;

Диаметр свариваемых изделий - 500-4800 мм;

Характеристика сварочной поворотной колонны ПК-4:

Высота от пола до мундштука сварочной головки - 1500-4100 мм;

Расстояние от оси колонны до оси электрода - 1150-3650 мм;

Угол поворота - 270 °;

Диаметр свариваемых швов - 1000-4000 мм;

Наибольшая длина прямолинейных швов - 2500 мм;

3. Для полуавтоматической сварки в среде защитных газов используем следующее оборудование: полуавтомат ВД-306-ДК, сварочное приспособление для сборки-сварки штуцера и днища - треножник.

Технические характеристики ПДГ-306:

U сети- 220/380 В;

Isв-315А;

Диаметр проволоки -0,8-2мм;

Скорость подачи проволоки $-5 \cdot 10^{-2}$ - $2 \cdot 10^{-7}$ м/с

Назначение ВД-306-ДК: Сварочный выпрямитель предназначен для ручной дуговой, полуавтоматической и аргодуговой сварки из сталей на постоянном токе.

Имеет возможность подключения приставки для аргодуговой сварки (БУСП-ТИГ), подающих механизмов для полуавтоматической сварки ПДГО-508, 510 с блоком питания типа БП-01, ПДГ-421А или ПДГ-421 с соответствующим блоком, пульта дистанционного регулирования тока.

Выпрямитель имеет тиристорное управление.

В качестве дополнительных функций имеет регулировку тока короткого замыкания, переключатель крутизны вольтамперных характеристик на три положения, переключатель на три вида сварки и

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 23 |

переключатель сварки электродом с целлюлозным или основным покрытием.
Обладает высокими сварочными свойствами.

Техническая характеристика.

| 1. напряжение питающей сети, В | MMA | TIG | MIG/MAG |
|---|---------|--------|---------|
| | | 3x380 | |
| 2. Частота питающей сети, Гц | 50 | | |
| 3. Номинальный сварочный ток, А(ПВ, ПН%) | 315(60) | | |
| 4. Пределы регулирования сварочного тока, А | 30-350 | 10-350 | 50-350 |
| 5. Напряжение холостого хода, В, не более | 95 | | |
| 6. Номинальное рабочее напряжение, В | 32 | 22 | 30 |
| 7. Потребляемая мощность, кВА, не более | 22 | | |
| 8. Масса, кг не более | 140 | | |
| 9. Габаритные размеры, мм, не более | | | |
| 1. Длина | 615 | | |
| 2. Ширина | 400 | | |
| 3. Высота | 600 | | |

Кроме того, используется смеситель для двух газов ВМ-2М.

Техническая характеристика ВМ-2М

| | |
|------------------------|---|
| Газ | N ₂ /CO ₂ (0-100%), Ar/ CO ₂ (0-25%) |
| Входное давление | мин 4,5 Бар, макс 230 Бар |
| Мощность газовой смеси | 8-25 Нл/мин |
| Точность регулировки | ± 1 % 0-25% |

1.9. Вспомогательные материалы, используемые при сварке.

Для сварки теплообменника используют следующие вспомогательные материалы:

1. Проволока сварочная Св-04Х19Н9 Ø3 ГОСТ 2246-78. Используется для автоматической сварки под флюсом продольных швов обечаек и кольцевых швов днища и крышки, а также обечаек.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 24 |

2. Проволока сварочная Св-04Х19Н9 Ø 1,2 ГОСТ 2246-78. Используется для полуавтоматической сварки в среде защитных газов криволинейных швов в местах стыка штуцеров обечаек, а также для прихваток.

3. Флюс АНФ-16 ГОСТ 9087-81. Используется для механизированной и автоматизированной дуговой сварки под слоем флюса высоколегированных коррозионностойких сталей с применением соответствующей проволоки. Технологические свойства: устойчивость дуги удовлетворительная, формирование шва хорошее, склонность к образованию пор и трещин низкая, отделимость шлака после сварки хорошая.

5. Аргон газообразный (высший сорт) ГОСТ 10157-79.

6. Газ углекислый ГОСТ 8050-76.

7. Бензин Б-70 ГОСТ 14675-75 для обезжиривания поверхности деталей перед сваркой.

8. Перчатки х/б ГОСТ 50007-87.

1.10. Выбор режимов сварки для изготовления теплообменника.

При сварке швов теплообменника в зависимости от материала и его толщины (19мм) и от способа сварки выбраны следующие режимы.

1. Сварка продольных швов обечаек автоматическая под слоем флюса плавящимся электродом с разделкой кромок С39 по ГОСТ 8713-79 на стапеле для сварки продольных швов с двух сторон в один проход с каждой стороны.

Режим сварки:

$I_{св} = 400-450 \text{ А}$

$V_{св} = 23-30 \text{ м/ч}$

$U_{д} = 36-37 \text{ В}$

2. Сварка автоматическая под слоем флюса плавящимся электродом кольцевых швов (днища и обечайки, фланца и обечайки) с разделкой кромок С39 по ГОСТ 8713-79 на установке для сварки кольцевых швов с двух сторон в один проход.

Режим сварки. $I_{св} = 400-450 \text{ А}$

$V_{св} = 23-30 \text{ м/ч}$

$U_{д} = 36-37 \text{ В}$

3. Сварка полуавтоматическая в среде защитных газов плавящимся электродом (стыков штуцеров и обечаек, днища со штуцером) с разделкой кромок Т1, У5 по ГОСТ 14771-69 непосредственно на изделии в 4-5

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 25 |

проходов.

Режим сварки:

$I_{св} = 120-130 \text{ А}$

$V_{св} = 28-30 \text{ м/ч}$

$U_{д} = 27-29 \text{ В}$

Расход газа 12-15 л/мин

4. Сварка полуавтоматическая в среде защитных газов для прихваток.

Режим сварки: $I_{св} = 120-130 \text{ А}$

$U_{д} = 14-15 \text{ В}$

Расход защитного газа 7-9 л/мин

Таблица 1.5 - Ориентировочные режимы двусторонней сварки без разделки кромок под флюсом АНФ-16 стали 12Х18Н10Т.

| Толщина металла, мм | Зазор между кромками, | Ток, А | Напряжение дуги, В | Скорость сварки, м/ч |
|---------------------|-----------------------|---------|--------------------|----------------------|
| 8 | $1 \pm 0,5$ | 400-460 | 31-33 | 23-27 |
| 10 | $1 \pm 0,5$ | 420-480 | 32-35 | 28-35 |
| 12 | $1 \pm 0,5$ | 440-500 | 33-36 | 23-30 |
| 16 | $2 \pm 0,5$ | 500-600 | 34-37 | 19-27 |
| 20 | $2 \pm 1,0$ | 550-680 | 36-38 | 19-25 |

Примечание. Ток постоянный обратной полярности Диаметр проволоки 3,0 мм

Таблица 1.6 - Ориентировочные режимы двусторонней сварки под флюсом АНФ-16 стали 12Х18Н10Т с Х-образной разделкой кромок

| Толщина металла, мм | Зазор между кромками, | Ток, А | Напряжение дуги, В | Скорость сварки, м/ч |
|---------------------|-----------------------|----------|--------------------|----------------------|
| 16 | $1,5 \pm 0,5$ | 500-600 | 34-37 | 19-27 |
| 25 | $2 \pm 1,0$ | 650-750 | 36-38 | 10-23 |
| 30 | $3 \pm 1,0$ | 700-800 | 36-39 | 16-23 |
| 40 | $4 \pm 1,0$ | 900-1000 | 38-41 | 14-17 |

Примечание. Ток переменный

Диаметр проволоки 3,0 мм

1.11. Определение объемов и выбор контроля сварных швов

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 26 |

В процессе сварки контролируется соблюдение технологии. Исходя из требований ГТН РФ, предъявляемым к сварным швам корпуса теплообменника, который относится к сосудам, работающим под давлением, контроль в себя включает:

1. Внешний осмотр.

Внешнему осмотру ГОСТ 3242-76 подвергаются:

- стальные листы на отсутствие внешних повреждений (забоин, вмятин), а также сборочные единицы (штуцера, диффузор, опоры);
- качество подготовки кромок деталей под сварку (зачистка, обезжиривания кромок);
- контроль прихваток (длина, шаг, зачистка, отсутствие внешних дефектов);
- контроль сварных швов на отсутствие наружных дефектов: визуально.

А также проверяется наличие сертификатов и сопроводительных документов на все материалы, используемые при сварке (флюс, сварочная проволока, инертный газ).

2. Радиографический контроль швов ГОСТ 23055-78, выполненных автоматической сваркой. Для контроля продольных швов обечаек и кольцевых швов обечаек используется рентгенограф РУП-200-20-5.

Описание метода:

Рентгенография - метод, основанный на регистрации интенсивности рентгеновского излучения, взаимодействующего с контролируемым объектом на рештеноплёнке. Оптическая площадь почернения плёнки зависит от дозы ионизирующего излучения, поэтому она больше на участках, перекрытых менее плотными местами контролируемого объекта. Вследствие этого выявляется картина внутреннего состояния контролируемого объекта.

Описание прибора: рентгенограф РУП-200-20-5 предназначен для просвечивания изделий в лабораторных, цеховых и полевых условиях. Конструкция штатива и моноблока обеспечивает возможность поворота моноблока вокруг продольной оси с фиксацией в любом месте.

Технические характеристики РУП 200 - 20 - 5:

Напряжение на трубке - 70-200 кВ;

Максимальный анодный ток - 20 мА;

Размер оптического фокуса: ширина - 5 мм;

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 27 |

Мощность - 7 кВА;

Толщина контролируемого изделия - 60 мм.

Передвижной

3. Ультразвуковой контроль швов ГОСТ 23055-78, выполненных механизированной сваркой в смеси газов. Для контроля внутренних поверхностей швов штуцеров на отсутствие дефектов (неплотностей, шлаковых включений, пор, непроваров, трещин) используется метод ультразвуковой дефектоскопии (УЗК-дефектоскоп А1214 ЭКСПЕРТ).

Описание метода:

Метод основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами. При помощи ультразвука можно обнаружить трещины, раковины, непровары, поры, включения. Для проверки качества сварного шва дефектоскоп подключают к сети переменного тока, рядом со швом устанавливают пьезоэлектрический щуп, который посылает в шов короткий ультразвуковой импульс определённой частоты. Попав в бездефектный шов, ультразвук достигает противоположной стороны шва и, отразившись, попадает снова в щуп, при этом на экране появится сигнал в виде пика. Если на пути ультразвука дефект, ультразвук отразится от поверхности дефекта и противоположной стороны шва. Изменение регистрируется на экране дефектоскопа в виде трёх пиков, по величине которых можно определить глубину залегания дефекта.

Описание прибора: Ультразвуковой дефектоскоп А1214 ЭКСПЕРТ - полностью цифровой, малогабаритный ультразвуковой дефектоскоп общего назначения. Обеспечивает реализацию типовых и специализированных методик ультразвукового контроля, высокую производительность и точность измерений.

Назначение ультразвукового дефектоскопа А1214 ЭКСПЕРТ:

Дефектоскоп А1214 ЭКСПЕРТ предназначен для контроля сварных швов, поиска мест коррозии, трещин, внутренних расслоений и других дефектов, определения координат и оценки параметров дефектов типа нарушений сплошности и однородности материала в изделиях из металлов и пластмасс, а также для измерения толщины изделия.

Отличительные особенности ультразвукового дефектоскопа А1214

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 28 |

ЭКСПЕРТ:

- большой высококонтрастный электролюминесцентный дисплей (320x240 точек) позволяет долго работать с прибором, не напрягая зрение.
- самый удобный интерфейс работы с использованием клавиш "быстрого доступа"
- диапазон рабочих температур $-30^{\circ}\text{C} \div +50^{\circ}\text{C}$
- максимальное время непрерывной работы - 12 часов
- вес дефектоскопа с аккумулятором - 1,9 кг
- быстросъемный аккумулятор
- полностью цифровой тракт
- интуитивный интерфейс настройки и работы с прибором
- ударопрочный корпус, степень защиты по IP65
- большая библиотека настроек (100 конфигураций)
- энергонезависимая память на 500 изображений экрана (развертки типа А с соответствующими параметрами)
- традиционная развертка типа А с возможностью отображения сигналов как в детектированном виде, так и в недетектированном виде (радиосигнал)
- запоминание на экране огибающей максимумов сигнала
- автоматическое определение уровня сигнала и координат дефекта при работе с АСД (два временных строба)
- возможность ручного измерения уровня и координат принятых сигналов с помощью экранного курсора
- программируемая форма зондирующего импульса
- регулируемая частота посылки зондирующих импульсов (до 200 Гц)
- построение функции ВРЧ по свободному закону (32-х точечная интерполяция)
- встроенные АРД-диаграммы для совмещенных преобразователей с автоматическим расчетом эквивалентной площади дефектов
- дополнительные режимы: "стоп - кадр", "электронная временная лупа"
- построение развертки типа В
- наличие режима толщиномера
- связь с компьютером по высокоскоростному USB-порту
- совместимость с широким спектром преобразователей различных производителей

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 29 |

Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа А1214
ЭКСПЕРТ:

Максимальная толщина объекта контроля (по стали): 3500 мм
Рабочие частоты: 0,5 ÷ 15,0 МГц
Динамический диапазон дефектоскопа не менее: 100 дБ
Диапазон изменений интервалов времени дефектоскопа: 1 ÷ 1200 мкс
Диапазон настроек скорости ультразвука: 1000 ÷ 15000 м/с
Полоса частот приемного тракта: 0,14 ÷ 21 МГц
Диапазон перестройки аттенюатора: 0 ÷ 90 дБ
Динамический диапазон ВРЧ не менее: 30 дБ
Параметры зондирующего импульса:
- число периодов: 0,5÷5
- амплитуда (половина размаха): 20, 100, 200 В
- длительности фронтов не более: 20 нс
- частота повторения зондирующих импульсов: 5÷200 Гц
Тип дисплея: электролюминесцентный
Количество точек экрана: 320 x 240
Размеры отображающего поля экрана: 115 x 86 мм
Питание: сменный аккумуляторный блок
Время непрерывной работы: 12 ч
Диапазон рабочих температур: - 30°С ÷ +50°С
Габаритные размеры: 250 x 160 x 80 мм
Масса электронного блока: 1,9 кг

4. Механические испытания. На каждый шов перед сваркой изделия проводится сварка образцов свидетелей с последующими испытаниями на разрыв. Цель испытаний – определение механических свойств металла шва, которые должны быть не ниже механических свойств основного металла. Образцы – свидетели изготавливаются из того-же материала, что и основной металл, подвергаются одинаковой термообработке и свариваются на одних режимах и на одном оборудовании.

Кроме того, полностью готовое изделие проходит гидроиспытания.

1.12 Краткий техпроцесс сборки-сварки теплообменника.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 30 |

Теплообменник (Рис. 1.1) состоит из нескольких составных частей. Для начала сборки их в одно целое необходимо собрать каждую из этих частей в отдельности.

Сначала из стальных листов толщиной 19 мм сворачиваются три обечайки и штампуется днище. После этого свариваются обечайки продольными швами и три обечайки между собой двумя кольцевыми швами. Далее собирается днище со штуцером. Затем к днищу привариваются обечайки. После привариваются к обечайкам фланец. К готовому корпусу теплообменника привариваются диффузор, штуцер и опоры.

Процесс сборки-сварки каждой из частей теплообменника состоит из ряда последовательных операций: комплектации, подготовки поверхностей, сборки, сварки и контроля.

И так проследим весь техпроцесс сборки-сварки теплообменника, опишем режимы сварки и оборудование, которое применяется:

1. Первая операция комплектовочная: комплектовать согласно спецификации и карте комплектации.

2. Перед началом подготовки к сварке все поступившие детали подвергнуть тщательному контролю на наличие сертификатов и сопроводительных документов, на отсутствие механических повреждений, забоин и вмятин. В случае обнаружения дефектов детали заменить качественными.

3. После проверки свариваемые кромки деталей зачистить до металлического блеска на расстоянии 20-30 мм с обеих сторон и обезжирить бензином Б-70 ГОСТ 14675-75.

4. В первую очередь свариваем продольный шов обечайки поз.1. Для этого необходимо предъявить свариваемые кромки, затем установить обечайку в приспособление для сборки-сварки продольных швов.

4.1. Прихватить кромки и вводно-выводные пластины полуавтоматической сваркой в смеси газов.

Режимы сварки:

$I_{св} = 120-130$ А;

Расход смеси газов 7-9 л/мин;

Сварочная проволока Св-04Х19Н9 Ø 1,2 мм.

Оборудование для сварки:

источник ВД-306-ДК;

стапель для сборки- сварки продольных швов обечаек;

4.2. Сварить шов с наружной стороны автоматической сваркой под слоем флюса с присадочным металлом на стапеле для сварки продольных швов обечаек в 1 проход.

Режимы сварки:

$I_{CB} = 400-450 \text{ А};$

$V_{CB} = 27-30 \text{ м/ч};$

$U_d = 34-35\text{В};$

Сварочная проволока Св-04Х19Н9 $\varnothing 3 \text{ мм};$

Флюс - АНФ-16.

Оборудование для сварки:

Стапель для сварки продольных швов;

комплект оборудования АДФ-1004.

4.3. Очистить шов от шлака и остатка флюса.

4.4. Вырубить корень шва.

4.5. Сварить шов с внутренней стороны в один проход (режимы см. п.4.1.).

4.6. Очистить шов от шлака и брызг.

Инструмент:

Металлическая щетка, роторная машинка, слесарное зубило, молоток.

4.7. Отделить вводно-выводные пластины.

4.8. Контролировать шов визуально на отсутствие непроваров и видимых несплавлений, трещин.

4.9. Рентгеноконтроль сварного шва на соответствие ГОСТ 23055 - 70.

Оборудование: Рентгенограф РУП 200-20-5.

4.10. Маркировать сварной шов личным клеймом сварщика.

5. Повторить операции 4-4.10 для сборки-сварки обечаек поз.2, поз.3.

6. После обечаек собираем днище поз.7 и штуцер поз.4. Для этого защищенные и обезжиренные детали собираем в приспособлении и свариваем п/а сваркой в смеси защитных газов 80% Ar + 20% CO₂.

6.1. Прихватить детали между собой с наружной стороны.

6.2. Убрать приспособление.

6.3. Сварить штуцер и днище с наружной стороны в 4-5 проходов.

Прихватки переплавлять полностью.

Режимы сварки:

$I_{CB} = 120-140 \text{ А};$

$U_d = 27-29 \text{ В};$

$V_{CB} = 28-30 \text{ м/час};$

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 32 |

Расход защитных газов - 12-15 л/мин;

Сварочная проволока Св-04Х19Н9 Ø 1,2 мм.

6.4. Зачистить сварной шов от шлака и брызг.

6.5. Визуальный контроль шва.

6.6. Сварить штуцер и днище с внутренней стороны в 4-5 проходов.

6.7. Зачистить сварной шов от шлака и брызг.

6.8 Визуальный контроль шва.

6.9. УЗК - контроль сварного шва на соответствие ГОСТ 23055-70.

Оборудование:

УЗК - дефектоскоп А1214 ЭКСПЕРТ.

6.10. Маркировать сварные швы личным клеймом сварщика.

7. Следующий этап сборки теплообменника - сборка-сварка днища поз. 7 и обечайки поз.1. Для чего зачищенные и обезжиренные детали собираем в приспособлении и прихватываем полуавтоматической сваркой в смеси газов (режимы см. п.4.1).

7.1. Сварить детали автоматической сваркой под слоем флюса в один проход с наружной стороны (режимы см. п. 4.2). Прихватки переплавлять полностью.

7.2. Зачистить сварной шов от шлака и остатков флюса.

7.3. Визуальный контроль.

7.4. Убрать кольцо разжимное.

7.5. Сварить шов в один проход с внутренней стороны автоматической сваркой под слоем флюса (режимы см. п. 4.2).

7.6. Зачистить сварной шов от шлака и остатков флюса.

7.7. Визуальный контроль.

7.8. Рентгеноконтроль сварного шва на соответствие ГОСТ 23055 - 70.

7.9. Маркировать сварной шов личным клеймом сварщика.

8. Повторить операции 7-7.8 для сборки-сварки обечаек поз.1 и поз.2, затем поз.2 и поз.3.

Примечание: соблюдать расстояние между продольными швами обечаек (рис. 2.1).

9. Теперь приварим фланец поз. 8 к обечайке поз.3. Так как это замыкающий шов, в данном случае применяется односторонняя разделка кромок.

9.1. Собрать в приспособлении фланец поз. 8 и полученную сборочную единицу. Прихватить полуавтоматической сваркой в смеси газов с наружной

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 33 |

стороны (режимы см. п.4.1).

9.2. Сварить корневой шов п/а сваркой в смеси защитных газов 80% Ar + 20% CO₂. Режимы см. п. 6.3. Прихватки переплавлять полностью.

9.3. Сварить основной шов автоматической сваркой под слоем флюса в один проход (режимы см. п. 4.2).

9.4. Зачистить сварной шов от шлака и остатков флюса.

9.5. Визуальный контроль.

9.6. УЗК-контроль сварного шва на соответствие ГОСТ 23055 - 70.

9.7. Маркировать сварной шов личным клеймом сварщика.

10. Отправить сборочную единицу на мех. обработку (мех. обработка сборочной единицы по отдельному тех. процессу).

11. Сейчас приварим штуцер поз. 5 к обечайке поз. 1. Для чего зачищенные и обезжиренные детали собираем в приспособлении.

11.1. Прихватить детали между собой полуавтоматической сваркой в смеси газов (режимы см. п. 4.1).

11.2. Сварить шов № 3 в 4-5 проходов. (режимы см. п. 6.3)

11.3. Зачистить сварной шов от брызг.

11.4. Визуальный контроль шва.

11.5. Убрать приспособление.

11.6. Сварить шов № 2 в 4-5 проходов. Прихватки переплавлять полностью.

11.7. Зачистить сварной шов от брызг.

11.8. Визуальный контроль шва.

УЗК - контроль сварного шва на соответствие ГОСТ 23055-70.

11.9. Маркировать сварной шов личным клеймом сварщика.

11.10. Установить на место приварки фартук с зачищенными и обезжиренными кромками поз. 10.

11.11. Прихватить детали между собой.

11.12. Сварить сварной шов № 2 в 4-5 проходов полуавтоматической сваркой в смеси газов (режимы см. п. 6.3)..

11.13. Зачистить сварной шов от брызг.

11.14. Визуальный контроль.

11.15. Сварить сварной шов № 4 в 4-5 проходов полуавтоматической сваркой в смеси газов (режимы см. п. 6.3).

11.16. Зачистить сварной шов от брызг.

11.17. Визуальный контроль.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 34 |

12. Теперь приварим диффузор поз. 6 к обечайке поз. 3. Для чего зачищенные и обезжиренные детали собираем при помощи кран-балки.

12.1. Повторить операции 11.1-11.18.

13. Сейчас приварим опоры поз. 9 к обечайке поз.2. для чего зачищенные и обезжиренные детали собираем ручным способом без специальных приспособлений.

13.1. Прихватить опоры к обечайке, используя полуавтоматическую сварку в смеси газов (режимы см. п. 6.3).

13.2. Зачистить сварной шов от брызг.

13.3. Сварить сварной шов №6 полуавтоматической сваркой в смеси газов в 4-5 проходов (режимы см. п. 6.3).

13.4. Зачистить сварной шов от шлака и брызг.

13.5. Визуальный контроль шва.

14. Отправить корпус теплообменника на гидроиспытания.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 35 |

КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 36 |

2.1. Разработка сварочных приспособлений.

Для обеспечения точности размеров и простоты выполнения операций при сборке корпуса теплообменника необходимо применять сварочные приспособления. В данном случае рассматриваются три приспособления: кольца прокруточное и разжимное, и приспособление для сварки штуцера и корпуса теплообменника (треножник).

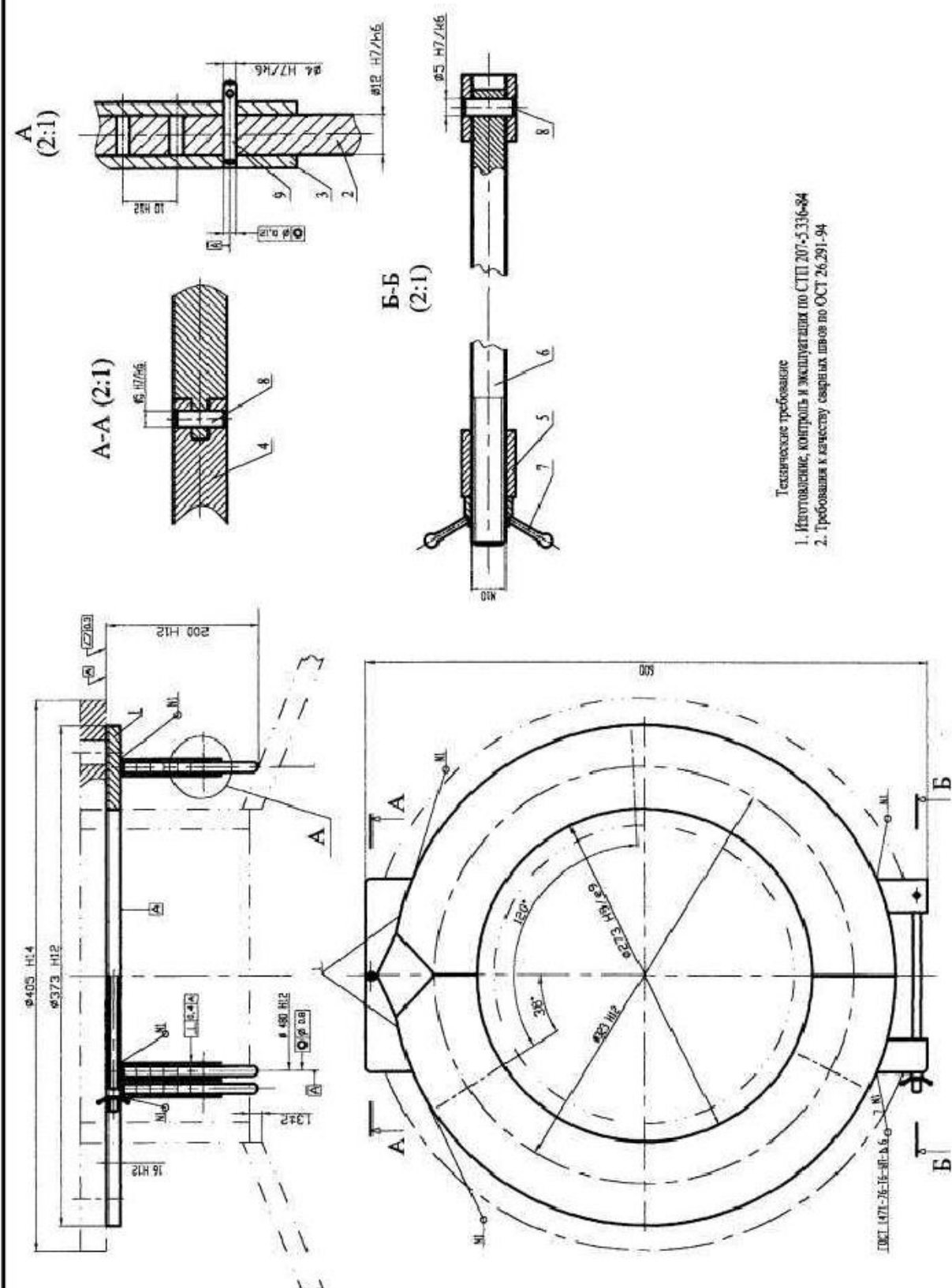
2.1.1. Треножник.

2.1.1.1 Назначение и краткое описание конструкции.

При проведении прихваток штуцеров к корпусу теплообменника **необходимо обеспечить размер высоты фланца штуцера над корпусом ($h=180$ Н14)** и простоту операции. Для этого разработано приспособление - рис. 2.1, состоящее из разъёмного кольца (поз.1), удерживающего фланец штуцера и трёх подвижных ножек (поз.2), обеспечивающих необходимую высоту удержания фланца над корпусом и удерживаемых с помощью шплинтов (поз. 9) в трубках (поз. 3), приваренных к кольцу. Ножки могут выдвигаться за один шаг на 10 мм.

2.1.1.2. Применение

Штуцер опускается в кольцо приспособления стоящего на корпусе. Ножки выдвинуты и закреплены для обеспечения необходимого размера. Производится прихватка штуцера к корпусу. Затем раскручивается стягивающая смычка двух половин разъёмного кольца. Кольцо разводится и освобождает штуцер. Операция закончена.



Технические требования
 1. Изготовление, контроль и эксплуатация по СТП 207-5.336-84
 2. Требования к качеству сварных швов по ОСТ 26.291-94

Рис. 2.1 – Треножник

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 38 |

2.1.2. Кольцо прокруточное.

2.1.2.1 Назначение и краткое описание конструкции.

При проведении сварки кольцевых швов **необходимо обеспечить вращение обечаек теплообменника, так чтобы ось шва не смещалась в сторону от сварочной головки.** Для этого разработано приспособление - рис. 2.4, которое состоит из опоры (поз. 1) и 10-и прижимов (поз. 2). Для увеличения площади касания с роликами установки к кольцу привёрнуты накладки.

2.1.2.2. Расчет прокруточного кольца

Для совместного вращения кольца и обечайки необходима сила сцепления, которая обеспечит такую работу (рис. 2.2).

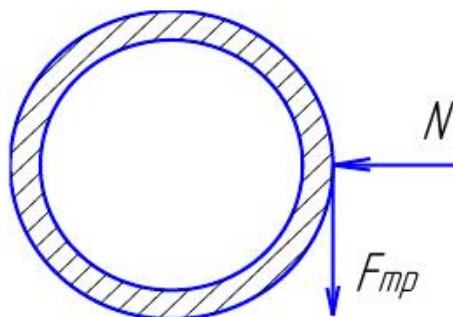


Рис. 2.2

Сила сцепления:

$$N = \frac{F_{тр}}{f} \quad (2.1)$$

где $F_{тр}$ – сила трения в контакте обечайка-кольцо, Н.

f – коэффициент трения скольжения

$$f = 0,15.$$

Сила трения:

$$F_{mp} = \frac{M_{op}}{R} \quad (2.2)$$

где M_{op} – вращающий момент, Н.

R – радиус обечайки теплообменника, м.

$$R = 1,6$$

Момент вращения:

$$M_{op} = Q \cdot R \quad (2.3)$$

где Q – вес изделия;

$$Q = 30 \text{ кН.}$$

Тогда: $F_{mp} = Q$.

$$N = \frac{30}{0,15} = 200$$

Тогда на один прижим приходится сила в 20 кН.

Проверим обечайку на устойчивость от действия внешней сжимающей силы (рис. 2.3).

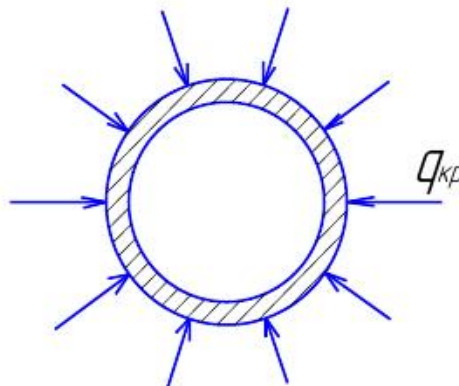


Рис. 2.3

Условие устойчивости:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 40 |

$$q_{кр} \leq \frac{N}{2\pi R} \quad (2.4)$$

где $q_{кр}$ – критическое давление, Н/м.

$$q_{кр} = \frac{3EI}{R^3} \quad (2.5)$$

$$I = \frac{\pi \cdot (2R)^4}{64} - \frac{\pi \cdot (2r)^4}{64} \quad (2.6)$$

$$I = 0,03$$

$$q_{кр} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,03}{0,85^3} = 29310$$

$$\frac{N}{2\pi R} = \frac{200 \cdot 10^3}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,85} = 37467$$

Условие устойчивости выполняется.

2.1.2.3 Применение.

Обечайки, зажатые в кольца, устанавливаются в установку для сварки кольцевых швов. Кольцо приводится в движение роликами установки для сварки кольцевых швов. Обечайки закрепляются в кольцах прижимами.

2.1.3 Кольцо разжимное

2.1.3.1 Назначение и краткое описание конструкции.

Для проведения прихваток и сварки центрального кольцевого шва двух обечаек **необходимо обеспечить жесткое соединение обечаек теплообменника, так чтоб был необходимый зазор ($e = 2+1$ мм).** Для этой цели было разработано приспособление - рис. 2.5, которое состоит из опоры (поз. 1) и 24-х прижимов (поз. 2), расположенных с обеих сторон опоры.

2.1.3.2. Применение

На кольцо одевается сторона одной обечайки и зажимается прижимами, затем на другую кольца одевается вторая сторона другой обечайки, обеспечивая зазор. Собранные и зажатые обечайки устанавливаются в установку для сварки кольцевых швов. Затем производится прихватка, после чего изделие освобождается.

2.2. Технические требования

1. Изготовление, контроль и эксплуатация приспособлений по СТП 207-5.336-84.

Сварные швы приспособлений выполнить по ГОСТ 14771-76.

2.3. Расчет на срез и смятие штифтового соединения.

Штифтовое соединение находится в приспособлении (треножник), которое используется при сборке-сварке днища и штуцера.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 42 |

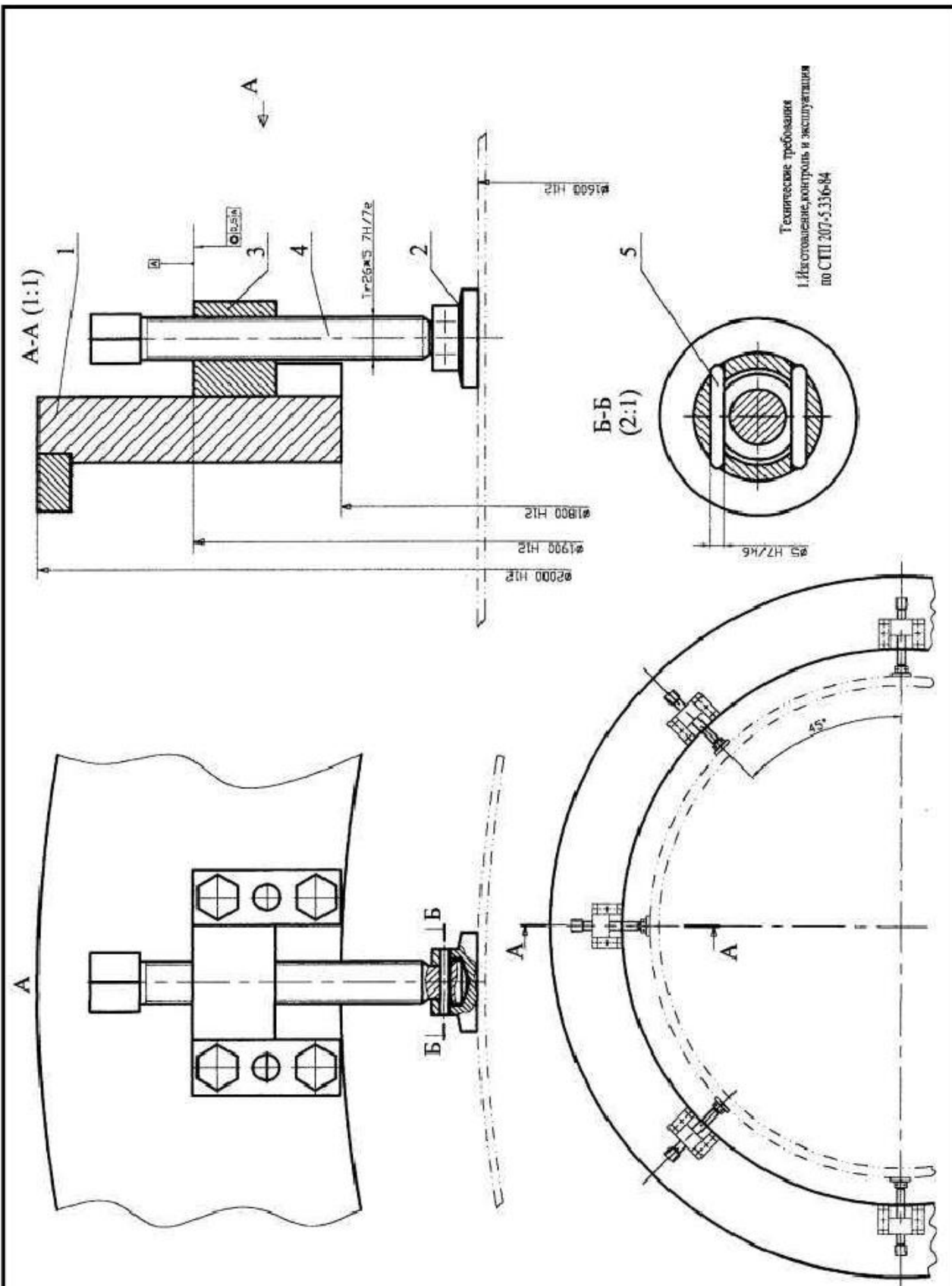
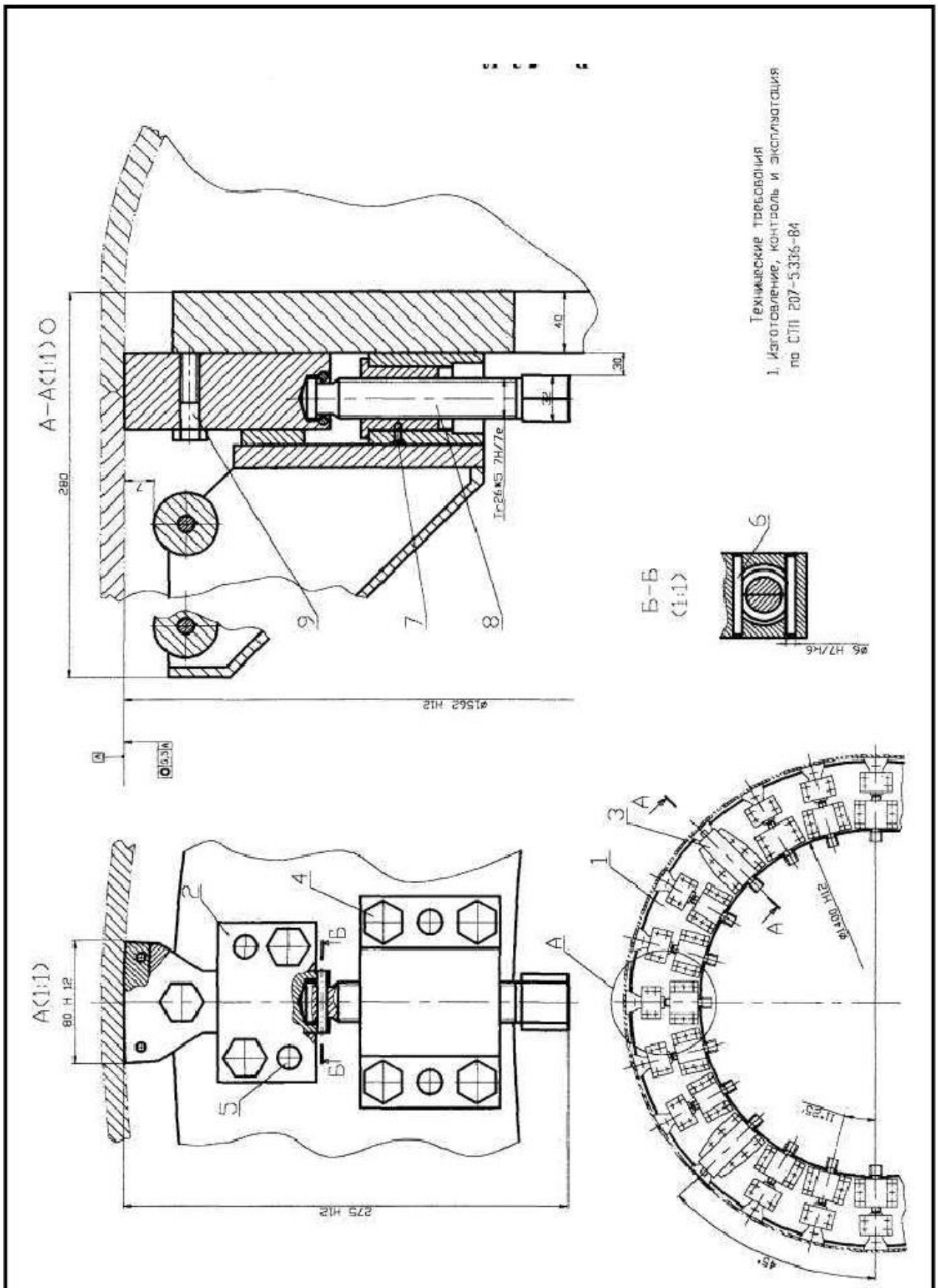


Рис. 2.4 – Кольцо прокруточное

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

ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ



Технические требования
 1. Изготовление, контроль и эксплуатация
 по СТП 207-5.336-84

Рис. 2.5 – Кольцо разжимное

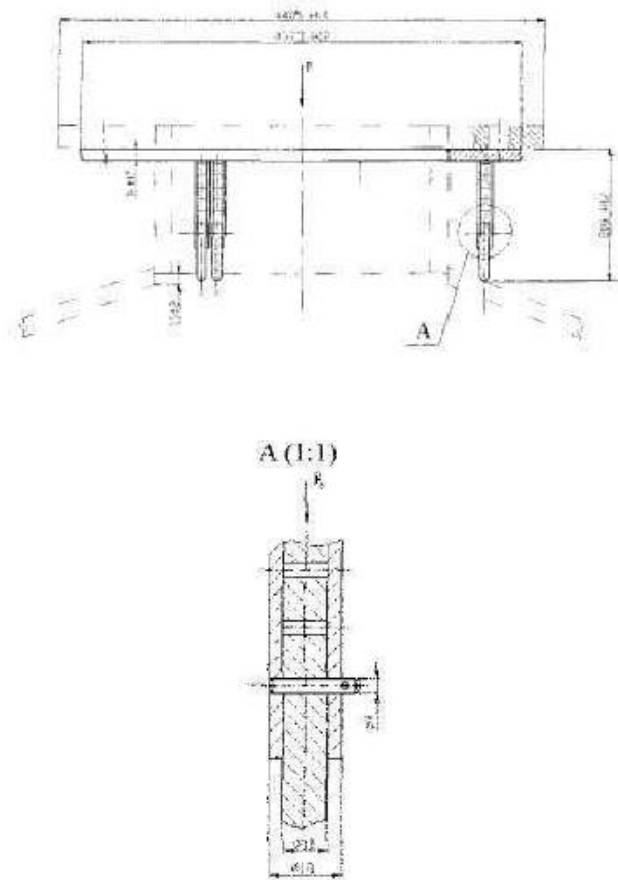


Рис. 2.6. Общий вид и схема нагружения торможника

Дано:

$$[\sigma_p] = 160 \text{ МПа};$$

$$[\sigma_{см}] = 272 \text{ МПа};$$

$$[\tau_{ср}] = 96 \text{ МПа};$$

$$M_{ш} = 4,8482 \text{ кг};$$

$$P_{ш} = 48,482 \text{ Н};$$

$$P_T = 15,081 \text{ Н};$$

Решение:

1. Рассчитаем штифтовое соединение на смятие поверхности между штифтом и стенкой трубки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 45 |

$$\sigma_{см} = \frac{P}{i * d * \delta} \quad (2.7)$$

где,

i - число штифтов, передающих заданную нагрузку;

d - диаметр отверстия под штифт;

δ -толщина стенки трубки;

P -внешняя нагрузка.

На приспособление действуют силы - распределенные нагрузки по объему от веса штуцера и собственного веса треножника. По принципу независимости действия сил, заменим объемные нагрузки -сосредоточенной силой. Так как в приспособлении имеется три ножки, следовательно на каждую из них приходится нагрузка $P/3$. С учетом собственного веса приспособления внешнюю нагрузку можно считать $(P_{шт}+P_1)/3$.

$$\sigma_{см} = \frac{(48,482 + 15,081)/3}{1 * 4 * 10^{-3} * 3 * 10^{-3}} = \frac{21,1877}{36 * 10^{-6}} = 1,7656 * 10^6 \text{ Па.}$$

$$\sigma_{см} < [\sigma_{см}]$$

верно, т.к. $1,7656 * 10^6 < 272 * 10^6$ Па.

Рассчитаем диаметр штифта, исходя из условия - $\sigma_{см} = [\sigma_{см}]$, следовательно:

$$d = \frac{P}{i * [\sigma_{см}] * \delta} \quad (2.8)$$

$$d = \frac{21,1877}{3 * 10^{-3} * 272 * 10^6} = 2,597 * 10^{-5} \text{ м} = 0,026 \text{ мм.}$$

2. Рассчитаем штифтовое соединение на срез по поперечному сечению штифта.

$$\tau_{ср} = \frac{P}{i * \frac{\pi * d^2}{4} * k} \quad (2.9)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 46 |

где

k - число плоскостей среза.

$$\tau_{ср} = \frac{21,1877}{1 * 2 * \frac{[4 * 10^{-3}]^2}{4}} = \frac{21,1877}{2,5132 * 10^{-5}} = 8,4303 * 10^5 \text{ Па.}$$

$$\tau_{ср} < [\tau_{ср}]$$

верно, т.к. $8,4303 * 10^5 \text{ Па} < 96 * 10^6 \text{ Па}$.

Рассчитаем диаметр штифта, исходя из условия – $\sigma_{см} = [\sigma_{см}]$, следовательно:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi * j * k * [\tau_{ср}]}} \quad (2.10)$$

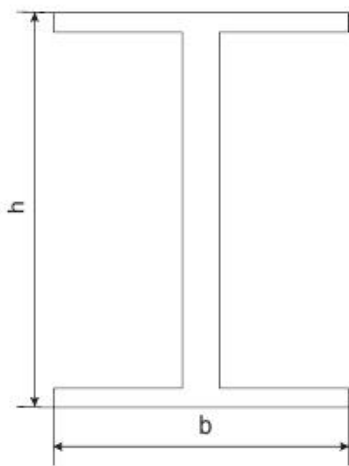
$$d = \frac{4 * 21,1877}{3,1416 * 2 * 96 * 10^6} = \sqrt{\frac{84,7508}{6,0319 * 10^8}} = 3,7484 * 10^{-4} \text{ м} = 0,3748 \text{ мм.}$$

Вывод: По показателям прочности (смятие и срез) штифтового соединения для приспособления, которое используется для сборки-сварки днища и штуцера, все геометрические размеры завышены, по причине сохранения технологической жесткости приспособления в процессе эксплуатации.

2.4 Расчет консольной балки

Сварка кольцевых швов обечаек теплообменника производится с внутренней стороны. Для обеспечения такого рода сварочных работ необходимо воспользоваться подъемно-поворотной колонной с достаточно большим вылетом консоли. При установке на данную консоль сварочного оборудования возникает опасность потери устойчивости сварочного приспособления.

Так как элемент колонны, на которую устанавливается сварочный трактор, является нестандартным, необходимо подобрать размер его поперечного сечения и, затем, провести проверки на прочность и жесткость.



Для перемещения сварочного аппарата в качестве консоли необходимо принять двутавровую балку 50Б1 по ТУ 14-2-24-80.

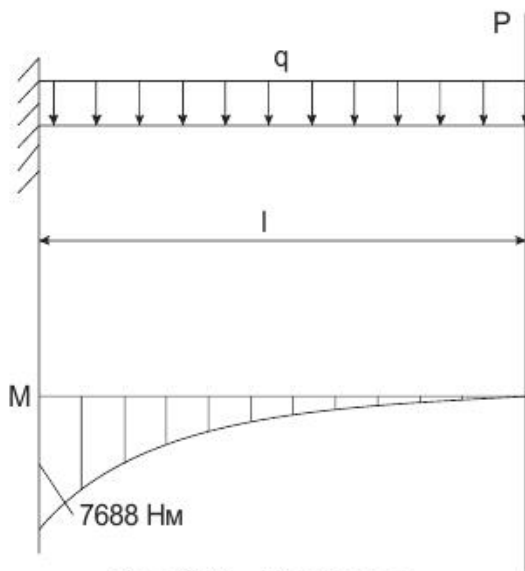
h – высота балки, мм.;
 $h = 459$;
 b – ширина балки, мм.;
 $b = 200$.

Рис. 2.7 –
Профиль балки

Масса снаряженного сварочного аппарата АДФ 1004 составляет 52 кг. Необходимая длина балки 4 метра. Погонная масса балки $q_0 = 72$ кг/м.

Расчетная схема

Составим расчетную схему. Получим балку, жестко защемленную с одного края, на которую действуют распределенная нагрузка от собственного веса и сосредоточенная сила от веса сварочного аппарата (рис. 2.8).



Сосредоточенная сила, Н:

$$P = mg, \quad (2.11)$$

где m – масса сварочного аппарата, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;

$$g = 9,81.$$

$$P = 52 \cdot 9,81 = 510.$$

Рис. 2.8 – Расчетная
схема

Распределенная нагрузка, Н/м:

$$q = q_0 \cdot g. \quad (2.12)$$

$$q = 72 \cdot 9,81 = 706$$

Проверка на прочность

Для проверки составим условие прочности:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma_p] \quad (2.13)$$

где M_{\max} – максимальный изгибающий момент, Нм;

$$M_{\max} = 7688.$$

W_x – осевой момент сопротивления поперечного сечения балки, см³;

$$W_x = 1520.$$

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение материала балки, МПа.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_3}; \quad (2.14)$$

где σ_T – предел текучести материала, МПа.

k_3 – коэффициент запаса.

Для стали 3, $\sigma_T = 240$; k_3 принимаем 1,5.

Тогда

$$[\sigma] = \frac{240}{1,5} = 160$$

$$\sigma_{\max} = \frac{7688}{1520 \cdot 10^{-6}} = 5$$

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 49 |

Условие прочности выполняется.

Проверка на жесткость

Определим максимальный прогиб на конце балки. Для этого воспользуемся способом Верещагина: приложим к концу балки единичную силу, построим эпюру моментов, возникающих от данной силы, и рассчитаем прогиб, перемножив грузовую и единичную эпюры моментов.

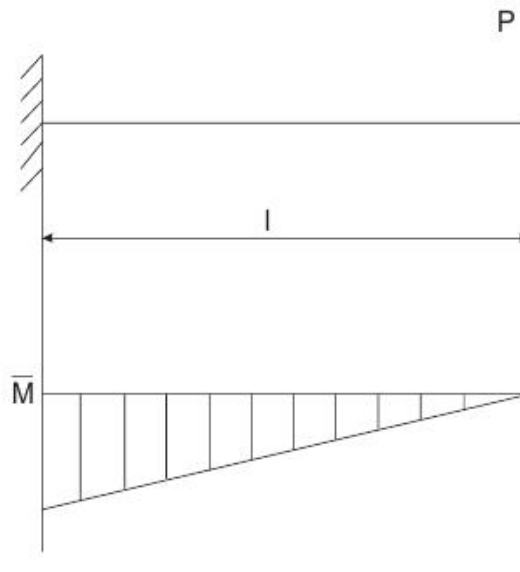


Рис. 2.9

$$\bar{M} = Pl = 4$$

$$\delta = \frac{M_p \cdot \bar{M}}{E \cdot I_x}, \quad (2.15)$$

где I_x – осевой момент инерции, см⁴;

$$I_x = 37670.$$

E – модуль упругости, МПа;

$$E = 2,1 \cdot 10^5.$$

$$\delta = \frac{1}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 37670 \cdot 10^{-8}} \left[\frac{1}{3} \cdot 4 \cdot 7688 \cdot \frac{2}{3} \cdot 4 \right] = 3,6 \text{ мм}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 50 |

Данная величина прогиба не позволит качественно произвести сварку кольцевого шва. Кроме того, при работе сварочного аппарата возможна вибрация, а это еще больше повлияет на качество сварного соединения. Поэтому необходимо поставить дополнительную роликовую опору на конце балки.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 51 |

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 52 |

По базовой технологии изготовления теплообменника все прихватки производились ручной аргонодуговой сваркой. В связи с этим фактически использовали 3 вида сварки: РАДС, механизированная в смеси газов и автоматизированная под флюсом. В данной работе предлагается прихватки производить механизированной сваркой в смеси газов, что сокращает вспомогательное время и сокращает количество сварочного оборудования.

При расчете некоторых величин использованы заводские данные. Некоторые показатели брались и рассчитывались укрупнено.

3.1. Определение типа производства.

Исходя из веса изделия и готовой программы выпуска (50 шт.), по табличным данным определяем, что тип производства теплообменника – мелкосерийный [16].

3.2. Расчет нормы времени

Расчет нормы времени зависит от типа производства. При серийном производстве рассчитываем штучное время $t_{шт}$:

$$t_{шт} = t_o + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \quad (3.1)$$

где t_o – основное время сварки изделия (образование сварного шва), мин;

$t_{вн}$ – вспомогательное время, мин;

$t_{обс}$ – время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом, $t_{обс}$ в размере 10 % от $t_{опер}$, мин;

$t_{отд}$ – время на отдых, $t_{отд}$ в размере 7 % от $t_{опер}$, мин;

1. Сварка продольных швов обечаек

$L = 5700\text{мм}$, $V = 30 \text{ м/ч}$, 2 прохода

$t_o = (5,7 * 2)/30 = 0,38 \text{ часа}$.

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|--|--|
| $t_{вн} = 6 \text{ час}$ | $t_{вн} = 5 \text{ час}$ |
| $t_{опер} = t_o + t_{вн} = 6,38 \text{ час}$ | $t_{опер} = t_o + t_{вн} = 5,38 \text{ час}$ |

2. Сварка днища со штуцером.

$L = 1715 \text{ мм}$, $V = 30 \text{ м/ч}$, 4 прохода

$$t_0 = (1,7 * 4)/30 = 0,23 \text{ часа.}$$

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|--|--|
| $t_{\text{вн}} = 2 \text{ час}$ | $t_{\text{вн}} = 1,5 \text{ час}$ |
| $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 2,23 \text{ час}$ | $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 1,73 \text{ час}$ |

3. Сварка кольцевых швов обечаек

$L = 20096 \text{ мм}$ (для 4-х швов), $V = 30 \text{ м/ч}$, 2 прохода

$$t_0 = (20,1 * 2)/30 = 1,34 \text{ часа.}$$

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|--|--|
| $t_{\text{вн}} = 6 \text{ час}$ | $t_{\text{вн}} = 5 \text{ час}$ |
| $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 7,34 \text{ час}$ | $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 6,34 \text{ час}$ |

4. Приварка штуцера

$L = 4080 \text{ мм}$ (для 4-х швов), $V = 30 \text{ м/ч}$, 4 прохода

$$t_0 = (4,1 * 4)/30 = 0,55 \text{ часа.}$$

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|--|--|
| $t_{\text{вн}} = 2 \text{ час}$ | $t_{\text{вн}} = 1,5 \text{ час}$ |
| $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 2,55 \text{ час}$ | $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 2,05 \text{ час}$ |

5. Приварка диффузора

$L = 5275 \text{ мм}$ (для 4-х швов), $V = 30 \text{ м/ч}$, 4 прохода

$$t_0 = (5,3 * 4)/30 = 0,71 \text{ часа.}$$

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|--|--|
| $t_{\text{вн}} = 2 \text{ час}$ | $t_{\text{вн}} = 1,5 \text{ час}$ |
| $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 2,71 \text{ час}$ | $t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{вн}} = 2,21 \text{ час}$ |

6. Приварка опор

$L = 2400$ мм, $V = 30$ м/ч, 4 прохода

$t_0 = (2,4 * 4)/30 = 0,32$ часа.

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| $t_{вн} = 1$ час | $t_{вн} = 0,9$ час |
| $t_{опер} = t_0 + t_{вн} = 1,32$ час | $t_{опер} = t_0 + t_{вн} = 1,22$ час |

Всего:

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|---|---|
| $t_{опер} = 6,38 + 2,23 + 7,34 + 2,55 + 2,71$ $+ 1,32 = 22,53$ час | $t_{опер} = 5,38 + 1,73 + 6,34 + 2,05 + 2,21$ $+ 1,22 = 18,93$ час |
| $t_{обс} = 22,53 * 0,1 = 2,25$ час | $t_{обс} = 18,93 * 0,1 = 1,89$ час |
| $t_{отд} = 22,53 * 0,07 = 1,58$ час | $t_{отд} = 18,93 * 0,07 = 1,33$ час |
| $t_{шт} = 22,53 + 2,25 + 1,58 = 26,36$ час | $t_{шт} = 18,93 + 1,89 + 1,33 = 22,15$ час |

3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих

Расчет действительного фонда времени работы оборудования производится по формуле (18):

$$F_{д}^0 = F_{ном}^0 \cdot k_{шпр} \quad (3.2)$$

где $F_{д}^0$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.

$F_{ном}^0$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.

k – коэффициент учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонт, текущее планово-предупредительное обслуживание,

$k = 0,97$;

Номинальный годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:

$$F_{ном}^0 = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.3)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 55 |

где D_2 – число дней работы в году, $D_2 = 252$ дня;
 $Ч_n$ – число часов работы в неделю, $Ч_n = 40$ ч;
 D_n – число дней работы в неделю, $D_n = 5$ дней;

$$F_{НОМ}^0 = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016$$

$$F_{\delta}^0 = 2016 \cdot 0,97 = 1955$$

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле (18):

$$F_{\delta}^p = F_{НОМ}^p \cdot k_0, \quad (3.4)$$

где F_{δ}^p - действительный фонд времени рабочего, ч/год;

$F_{НОМ}^p$ - номинальный фонд времени рабочего, ч/год;

k_0 – коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей, $k = 0,88$ (18);

$$F_{НОМ}^p = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.5)$$

где $Ч_n$ – число часов работы в неделю рабочего, $Ч_n = 40$ ч.

$$F_{НОМ}^p = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016 \text{ ч.}$$

$$F_{\delta}^p = 2016 \cdot 0,88 = 1818 \text{ ч.}$$

3.4. Методика расчета потребности в оборудовании и количестве рабочих

Расчетное количество сварочного оборудования, необходимое для выполнения планового задания C_p , следует определять следующим образом:

[17]

$$C_p = \frac{t_{\text{sum.к}} \cdot N}{F_{\delta}^0 \cdot k_a \cdot k_{np}} \quad (3.6)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, шт;

$t_{шт.к}$ – штучное время, ч;

F_d^o - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

k_v – коэффициент выполнения норм выработки, ($k_v = 1,2$);

$k_{пр}$ – коэффициент простоя оборудования, ($k_{пр} = 0,8$).

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|--|--|
| $C_p = \frac{26,36 * 50}{2016 * 1,2 * 0,8} = 0,68шт$ | $C_p = \frac{22,15 * 50}{2016 * 1,2 * 0,8} = 0,57шт$ |

Согласно этому на участке по одной единице каждого типа оборудования.

Определяем коэффициент загрузки оборудования $\eta_{загр}$:

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|-------------------------------|-------------------------------|
| $\eta_{загр} = 0,68/1 = 0,68$ | $\eta_{загр} = 0,57/1 = 0,57$ |

Определяем расчетное количество основных рабочих P_p^o :

$$P_p^o = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_d^o \cdot k_v}, \quad (3.7)$$

где F_d^o - действительный фонд времени работы одного рабочего в год, ч/год;

k_v - коэффициент выполнения норм выработки рабочими, $k_v=1,2$.

| | |
|---|--|
| $P_p^o = \frac{26,36 * 50}{1818 * 1,2} = 0,6чел.$ | $P_p^o = \frac{22,15 * 50}{1818 * 1,2} = 0,51чел.$ |
|---|--|

Учитывая специфику производства, для каждого типа операций определяется не менее 1 рабочего (сборщик, оператор механизированной сварки, оператор автоматизированной сварки, вспомогательный рабочий)

$P_{пр}^o = 4$ чел.

$P_{пр}^o = 4$ чел.

3.5.Расчет капитальных вложений.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 57 |

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{пр}} \quad (3.8)$$

где $K_{\text{общ}}$ – общие капитальные вложения, руб;

$K_{\text{об}}$ – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб;

$K_{\text{пр}}$ – капитальные вложения в сборочно- сварочное приспособления, руб;

| | |
|--|---|
| $K_{\text{об}} = 38000$ (Пост РАДС) + 72000 (комплект ВДУ-306 и ПДГ-308) + 2 * 180000 (2 комплекта АДФ-1004) = 470000 руб | $K_{\text{об}} = 102000$ (комплект ВД-306ДК) + 2 * 180000 (« комплекта АДФ-1004) = 462000 руб |
|--|---|

Капитальные вложения в приспособления включают стоимость приспособлений и манипуляторов:

$K_{\text{пр}} = 49000$ (стапель для сварки продольных швов) + 285000 (роликовый стенд) + 268000 (поворотная колонна) + 62000 (приспособление-треножник) = 664000 руб

Общие капитальные вложения по вариантам

| Базовый | Проектируемый |
|--|---|
| $K_{\text{общ}} = 470000 + 664000 =$ 1134000 руб. | $K_{\text{общ}} = 462000 + 664000 = 1126000$ руб. |

Удельные капитальные вложения:

$$K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / N \quad (3.9)$$

где N – программа выпуска

| | |
|---|---|
| $K_{\text{уд}} = 1134000 / 50 = 22680$ руб. | $K_{\text{уд}} = 1126000 / 50 = 22520$ руб. |
|---|---|

3.6 Расчет текущих затрат

Определяем технологическую себестоимость C_m сварочных работ на одно изделие: [17]

$$C_m = C_m + C_э + C_з + C_{об}, \quad (3.10)$$

Где C_m – затраты на сварочные материалы;

$C_э$ - затраты на технологическую электроэнергию.

$C_з$ - затраты на заработную плату

$C_{об}$ - расходы на эксплуатацию и содержание оборудования.

Затраты на сварочные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_m = C_{эл} + C_г + C_ф + C_э, \quad (3.11)$$

Где $C_{эл}$ - затраты на электродную проволоку;

$C_г$ - затраты на защитный газ;

$C_ф$ - затраты на флюс;

$C_э$ - затраты на электроды;

По сравнению с базовой технологией сокращается время на прихватку, расход газа и отсутствуют электроды для РАДС.

Принимаем укрупнено массу металла прихваток равной 15 % от массы остального наплавленного металла: $M_{прихв} = 3$ кг, $M_{ш} = 20$ кг, $\Sigma M = 23$ кг.

$t_{св} = 3,53$ часа – время основной сварки,

| Базовый | Проектируемый |
|---|---|
| $t_{прихв} = 1,1$ часа $C_э = Q_n * C_{эл}$ Где Q_n - норма расхода наплавленного металла, $C_{эл}$ – цена 1 кг электродов, $C_{эл} = 358$ руб $Q_n = M_{прихв} * 1,7$ Где 1,7 – коэф-т расхода электродов при РАДС $Q_n = 3 * 1,7 = 5,1$ кг, $C_э = 5,1 * 358 = 1825,8$ руб, $Q_n \text{ проволоки} = 20 * 1,1 = 22$ кг $C_{пров} = 200$ руб/кг, $C_{пров} = 200 * 22 = 4400$ руб | $t_{прихв} = 0,53$ часа $C_э$ – отсутствует. $Q_n = 23 * 1,1 = 25,3$ кг $C_{пров} = 25,3 * 200 = 5060$ руб |

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Затраты на защитный газ:

$$C_{\Gamma} = Q_{\Gamma} * C_{\Gamma}^* , \quad (3.13)$$

где Q_{Γ} – расход газа на изделие, л;

C_{Γ} – цена газа, руб/л; $C_{Ar} = 8,2$ руб/л, $C_{CO_2} = 4,4$ руб/л

| Базовый | Проектируемый |
|--|--|
| Расход аргона для прихваток = 8 л/мин = 480 л/час | Расход смеси на прихватки: 480 * 0,53 = 254,4 л/изделие |
| Тогда учитывая время прихватки, получаем расход аргона = 480 * 1,1 = 528 л/изделие | 8,2 * 254,4 * 0,8 + 4,4 * 254,4 * 0,2 = |
| 8,2 * 528 = 4329,6 руб | 1892,8 руб |

Расход газа для швов, выполняемых механизированной сваркой, одинаков для обоих вариантов:

Расход смеси – 14 л/мин = 840 л/ч

$t_{св\ п/а} = 1,81$ часа

Расход газа равен:

$$840 * 1,81 = 1520,4 \text{ л/изделие}$$

Стоимость газа:

$$8,2 * 1520,4 * 0,8 + 4,4 * 1520,4 * 0,2 = 11311,75 \text{ руб}$$

Суммарная стоимость защитного газа:

| Базовый | Проектируемый |
|--|---|
| $C_{\Gamma} = 4329,6 + 11311,75 = 15641,35$ руб | $C_{\Gamma} = 1892,8 + 11311,75 = 13204,55$ руб |

Затраты на флюс также одинаковы:

$$C_{\Phi} = Q_{\Phi} * C_{\Phi} , \quad (3.14)$$

где Q_{Φ} – расход флюса на изделие, кг;

C_{Φ} – цена флюса, руб/кг; $C_{\Phi} = 58$ руб

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 60 |

$$M_{\text{авт. св}} = 12,1 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{ф}} = 12,1 * 1,2 = 14,52 \text{ кг}$$

Где 1,2 – коэф-т расхода флюса в зависимости от массы наплавленного металла

$$C_{\text{ф}} = 14,52 * 58 = 842,16 \text{ руб}$$

Итого затраты на материалы:

| Базовый | Проектируемый |
|--|---|
| $C_{\text{м}} = 1825,8 + 4400 + 15641,35 + 842,16 = 22709,31 \text{ руб.}$ | $C_{\text{м}} = 5060 + 13204,55 + 842,16 = 19106,71 \text{ руб.}$ |

Затраты на технологическую электроэнергию $C_{\text{э}}$ шва для дуговой сварки определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = Q_{\text{н}} \cdot q_{\text{э}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (3.16)$$

где $Q_{\text{н}}$ - масса наплавленного металла, кг; $Q_{\text{н}} = 23 \text{ кг}$

$q_{\text{э}}$ - расход электроэнергии на 1кг наплавленного металла, $q_{\text{э}} = 6 \text{ кВт/кг}$ (для сварки сталей);

$Ц_{\text{э}}$, -цена электроэнергии, $Ц_{\text{э}} = 3,2 \text{ руб/кВт}$;

$$C_{\text{э}} = 23 * 6 * 3,2 = 441,6 \text{ руб}$$

Определяем затраты труда на заработную плату $C_{\text{з}}$, руб/изделие:

$$C_{\text{з}} = Z_{\text{o}} + Z_{\text{д}} + O_{\text{с}}, \quad (3.17)$$

где Z_{o} – основная з/плата, руб;

$Z_{\text{д}}$ – дополнительная з/плата, руб;

$O_{\text{с}}$ – отчисления на социальные нужды, руб.

Определяем основную заработную плату производственных рабочих:

$$Z_{\text{o}} = t_{\text{ум}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{д}}, \quad (3.18)$$

где $k_{\text{м}}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч; $k_{\text{м}} = 96 \text{ руб/ч}$ для

сварщиков

k_o – коэффициент, учитывающий величину доплат к тарифной з/плате.

$$Z_o = 26,36 * 96 * 1,6 = 4048,9 \text{ руб}$$

$$Z_o = 22,15 * 96 * 1,6 = 3402,24 \text{руб}$$

Определяем дополнительную заработную плату производственных рабочих (рассчитываем в процентах от основной з/платы):

$$Z_d = Z_o \frac{g}{100}, \quad (3.19)$$

где g – процент дополнительной з/платы, $g = 10\%$

$$Z_d = 4048,9 * 0,1 = 404,89$$

$$Z_d = 3402,24 * 0,1 = 340,22 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные нужды определяем в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы:

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{C}{100}, \quad (3.20)$$

где C – процент отчислений, $C = 31,2\%$

$$O_c = (4048,9 + 404,89) * 0,312 = 1389,6 \text{ руб}$$

$$C_z = 4048,9 + 404,89 + 1389,6 = 5843,39 \text{ руб/изд.}$$

$$O_c = (3402,24 + 340,22) * 0,312 = 1167,6 \text{ руб}$$

$$C_z = 3402,24 + 340,22 + 1167,6 = 4910,06 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на обслуживание оборудования по вариантам:

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяем по формуле:

$$C_{об} = A_o + Z_{тр}, \quad (3.21)$$

где A_o – амортизационные отчисления;

$Z_{тр}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание сварочного производства.

Затраты на амортизацию сварочного оборудования по формуле:

$$A_o = \frac{\sum_{i=1}^m S_i \cdot n_i \cdot H_a \cdot \eta_{загр}}{N \cdot 100}, \quad (3.22)$$

где S_i – балансовая стоимость единицы оборудования i – типоразмера;

n_i – количество единиц оборудования;

H_a – норма амортизационных отчислений. (27%)

| | |
|--|--|
| $A_{o1} = (1134000 \cdot 27 \cdot 0,68) / (50 \cdot 100) = 4164,05$ руб. | $A_{o2} = (1126000 \cdot 27 \cdot 0,57) / (50 \cdot 100) = 3465,83$ руб. |
|--|--|

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$Z_{тр} = (P_o \cdot K_{об} \cdot \eta_{загр}) / (N \cdot 100), \quad (3.23)$$

где P_o - процент отчислений на текущий ремонт оборудования,

$P_o = 11$ %.

| | |
|---|--|
| $Z_{тр1} = (1134000 \cdot 11 \cdot 0,68) / (50 \cdot 100) = 1696,46$ руб. | $Z_{тр2} = (1126000 \cdot 11 \cdot 0,57) / (50 \cdot 100) = 1412$ руб. |
|---|--|

Таким образом, на основе вышеприведённых расчётов определим $C_{об}$:

| | |
|--|---|
| $C_{об1} = 4164,05 + 1696,46 = 5860,51$ руб. | $C_{об2} = 3465,83 + 1412 = 4877,83$ руб. |
|--|---|

Рассчитаем полные текущие затраты:

| | |
|---|--|
| $C_m^Б = 22709,31 + 441,6 + 5843,39 + 5860,51 = 34578,81$ руб | $C_m^{ПР} = 19106,71 + 441,6 + 4910,06 + 4877,83 = 29060,2$ руб. |
|---|--|

3.7 Расчет годового экономического эффекта

Определяем годовой экономический эффект, руб:

$$\mathcal{E}_Г = \left((C_{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз}) - (C_{пр} + E_n \cdot K_{уд}^{пр}) \right) \cdot N \quad (3.23)$$

$$\mathcal{E}_Г = ((34578,81 + 0,4 \cdot 22680) - (29060,2 + 0,4 \cdot 22520)) \cdot 50 = (43650,08 - 38068,2) \cdot 50 = 279130,5 \text{ руб}$$

Результаты расчета сведены в таблицу графической части проекта.

| Наименование | Единица измерения | Значение показателей | |
|---|-------------------|----------------------|---------------|
| | | базовый | проектируемый |
| 1. Программа выпуска | шт. | 50 | 50 |
| 2. Трудоемкость | час. | 26,36 | 22,15 |
| 3. Количество сварочного оборудования, всего | шт. | 4 | 3 |
| 4. Количество рабочих, всего | чел. | 4 | 4 |
| 5. Капитальные вложения | руб | 1134000 | 1126000 |
| 6. Текущие затраты в том числе: | руб./шт | 34578,81 | 29060,2 |
| - на сварочные материалы | руб./шт | 22709,31 | 19106,71 |
| - на заработную плату | руб./шт | 5843,39 | 4910,06 |
| - на электроэнергию | руб./шт | 165,6 | 165,6 |
| - на эксплуатацию и обслуживание оборудования | руб./шт | 5860,51 | 4877,83 |
| 7. Условно - годовой экономический эффект | руб./год | 279130,5 | |

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ
ПРОЕКТА

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 65 |

4.1. Введение

Проблема обеспечения безопасности человека в среде обитания была всегда актуальной. Особенно она обострилась в период научно-технического прогресса, когда человек стал иметь дело с большими энергетическими мощностями, сложными техническими комплексами и системами.

Обеспечением безопасности человека в среде обитания, являются охрана труда и техника безопасности при выполнении разных технологических процессов.

Несомненно, обеспечение безопасных условий труда, особенно способствует уменьшению числа пострадавших на своих рабочих местах, и также уменьшает количество жертв экологически вредного влияния промышленных предприятий.

Охрана труда также связана с общей задачей охраны окружающей среды, так как очистка и обезвреживание сточных вод и выбросов в атмосферу, защита от электромагнитных полей и ионизирующих излучений служат не только целями охраны труда, но и одновременно способствуют сохранению среды обитания человека.

4.2. Объемно-планировочное решение проектируемого участка

Площадь производственного помещения, приходящаяся на одного рабочего, а так же высота здания (цеха), объем помещения, строго нормируется по минимальным значениям. Данные для этого служат нормы СН 245-71. Реальные значения оговариваемых величин на проектируемом участке следующие: высота 10000 мм; площадь $60000 \times 18000 = 1080\text{м}^2$, объем 10800 м^3 . Сопоставив реальные данные с санитарными нормами, делаем выводы о пригодности к использованию рабочими рабочих мест. Участок сборки-сварки включает в себя: сварочный пост, приспособление для сборки-сварки обечаек, а также приспособления для других технологических операций. Все расположенное оборудование имеет свободный доступ, в близи к стене расположено сварочное оборудование – что допускается нормами. Шумоизоляция отсутствует в виду отсутствия вредных факторов.

4.3. Производственная санитария

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 66 |

4.3.1. Микроклимат производственных помещений

Метеорологические условия или микроклимат в производственных условиях определяется действующими на человека сочетаниями температуры окружающей среды. В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 оптимальные и допустимые нормы микроклимата выбираются согласно с тяжестью работ. Микроклимат производственных помещений достигается путем отапливаемости и приточной вентиляции.

Таблица 4.1 Параметры микроклимата рабочей зоны

| Сезон года | Категория работ | Температура °С | | Влажность % | | Скорость воздуха м/с | |
|------------|-----------------|----------------|-------|-------------|-----|----------------------|---------|
| | | опт | доп | опт | доп | опт | доп |
| Холодный | Средней | 17-19 | 15-21 | 40-60 | 75 | 0,3 | ≤0,4 |
| Теплый | тяжести II б | 20-22 | 16-17 | 40-60 | 70 | 0,3 | 0,2-0,5 |

Методы обеспечения нормируемых параметров микроклимата: температура воздуха в помещении зависит от наружной температуры, теплоизолирующей способности стен, полов, мощности системы отопления. Относительная влажность воздуха зависит от содержания паров в наружном воздухе и выделении влаги от технологического процесса.

Изменение влажности производится либо разбрызгиванием воды форсунами в вентиляционной системе, либо улучшением работы отсосов во влажных помещениях.

4.3.2. Освещение рабочих мест

Глаз человека лучше всего приспособлен к естественному освещению. При недостаточном естественном освещении или при его отсутствии применяют осветительные установки, которые обеспечивают возможность нормальной жизни и деятельности людей. Во многих случаях при установлении норм освещенности преобладающее значение имеют такие факторы, как безопасность труда, гигиена зрения, культура производства и

экономика.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности. Необходимость в искусственном освещении возникает не только в темное, но и в светлое время суток при естественном освещении.

Работы, производимые на участке, относятся к работам высокой точности. Расчет общего освещения производится в следующем порядке, по методу использования светового потока:

1. Выбрать тип источника.
2. Выбрать тип светильника с учетом условий эксплуатации.
3. Определить количество светильников и произвести их распределение по площади помещения.

Высота подвеса светильников

$$H_c = H - h_c - h_p, \quad (4.1)$$

где: H_c – высота подвеса светильника, м.;

H – высота помещения, м.;

h_c – расстояние от потолка до нижней кромки светильника (свес), м.;

h_p – высота рабочей поверхности от пола, м.

$$H_c = 10 - 1,6 - 3 = 5,4 \text{ м.}$$

Наибольшее расстояние между светильниками определяется из условия равномерности освещения:

$$L = H_c \cdot (1,4 - 2,0) \quad (4.2)$$

$$L = 5,4 \cdot 1,4 = 7,56 \text{ м.}$$

Необходимое минимальное количество светильников

$$N = \frac{S}{L^2}, \quad (4.3)$$

где: S – площадь освещаемого помещения, м².

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 68 |

$$N = \frac{1080}{7,56^2} = 18,9.$$

Принимаем $N = 20$

Необходимый световой поток, одной лампы

$$F_{л} = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{\eta \cdot N}, \quad (4.4)$$

где: $F_{л}$ – световой поток, лм.

E_n – нормированное значение освещенности;

Z – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения поверхности;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий потерю эмиссии ламп в процессе эксплуатации и снижение светового потока за счет загрязнения светоотдающих поверхностей;

η – коэффициент использования светового потока, в долях единицы.

Световой поток одной лампы:

$$F_{л} = \frac{150 \cdot 1080 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{0,41 \cdot 20} = 34079,2 \text{ лм.}$$

Увеличим количество ламп до 30, тогда световой поток одной лампы составит 19792 лм. Подбираем тип светильников: Ртутно-дуговые мощностью 400 Вт; световой поток 20000 лм; светоотдача 50,0 лм/Вт.

4.3.3. Хозяйственно-питьевое водоснабжение

На участке работает четыре человека в одну смену. Цех горячий, после работы рабочими принимается душ, на участок предусмотрен 1 кран умывальника значит потребление воды:

Для питья: $Q_1 = 4 \cdot 5 = 20$ л/смену

Для хозяйственных целей: $Q_2 = 180 \cdot 4 + 4 \cdot 60 = 960$ л/смену

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 69 |

4.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса

Возможные опасности это: поражение электрическим током, травмирование движущимися частями оборудования, выделение вредных веществ от сварки, термические ожоги.

4.4.1 Опасность поражения электрическим током

Определяющим фактором воздействия на человека является сила тока, протекающего через организм. Она зависит от сопротивления тела человека и напряжения, под которым оказался человек. Сопротивление тела складывается из сопротивления кожи и внутренних тканей. Поэтому при обеспечении электробезопасности выбирают или разрабатывают такие меры защиты, чтобы в случае попадания человека под напряжение ток, проходящий через его тело, не превышал значений 10-15 мА – для переменного и 50-70 мА – для постоянного.

Вероятность поражения человека электрическим током зависит от условий, в которых применяют электроустановки и средств защиты, рекомендуемых для различных условий. По степени опасности поражения током выделяют три класса помещений.

Сварочные работы производятся на соответствующем участке. Данный участок относится к третьему классу помещений – особоопасные. Напряжение питающей сети составляет 380 Вольт, поэтому необходимо наличие надежной изоляции всех проводов, связанных с питанием источника тока и сварочной дуги, а так же защитное отключение электроустановок. В местах возможного поражения электрическим током приведены соответствующие таблицы и надписи.

В качестве мер защиты используется метод защитного заземления, заключающийся в преднамеренном электрическом соединении частей оборудования, не находящихся под напряжением в нормальных условиях работы, с заземляющим устройством, в том случае если эти части могут оказаться под напряжением в аварийных ситуациях.

Порядок расчета заземляющего устройства

Определение сопротивления грунта с учетом сезонности:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 70 |

$$P_{oc} = \psi_{\theta} \cdot P_{\theta}, \quad (4.5)$$

где: ψ_{θ} – сезонный коэффициент ($\psi_{\theta} = 1,5$);

P_{oc} – сопротивление грунта Ом·м.

$$P_{oc} = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Сопротивление растеканию тока с одиночного стержня:

$$R_c = \left(\frac{P_{oc}}{2\pi \cdot l_c} \right) \cdot \left[\ln \left(\frac{2l_c}{d} \right) + 0,5 \cdot \ln \left(\frac{4t + l_c}{4t - l_c} \right) \right], \quad (4.6)$$

где: $l_c = 3$ – длина стержня, м.;

$d = 0,05$ – диаметр стержня из труб, м.;

$t = 2$ – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

$$R_c = \left(\frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \right) \cdot \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 3}{0,05} \right) + 0,5 \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) \right] = 41,2 \text{ Ом.}$$

Предварительное количество заземлителей:

$$n_{np} \cdot \eta_c = \frac{R_c}{R_z}, \quad (4.7)$$

где: R_z – сопротивление растеканию тока заземляющего устройства;

η_c – коэффициент использования вертикальных стержней.

$$n_{np} \cdot \eta_c = \frac{41,2}{4} = 10,3$$

Принимаем количество заземлителей – 10 шт.

Длина соединительной полосы:

$$l_n = 1,05 \cdot (n - 1) \cdot a, \quad (4.8)$$

где: $a = 3$ – расстояние между стержнями, м.;

n – количество стержней.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 71 |

$$l_n = 1,05 \cdot (10 - 1) \cdot 3 = 28,35 \text{ м.}$$

Удельное сопротивление грунта для соединительной полосы:

$$P_{c.n.} = \psi_r \cdot P_o; \quad (4.9)$$

$$P_{c.n.} = 3 \cdot 100 = 300 \text{ Ом.}$$

Сопротивление растеканию тока соединительной полосы:

$$R_n = \left(\frac{R_{cn}}{2\pi \cdot l_n} \right) \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_n^2}{b \cdot H} \right), \quad (4.10)$$

где: l_n – длина полосы, м.;

b – ширина полосы, м.;

H – глубина заложения полосы от поверхности земли, м.

Принимаем $b = 0,04$ м., $H = 0,5$ м.

$$R_n = \left(\frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 28,35} \right) \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 28,35^2}{0,04 \cdot 0,5} \right) = 18,97 \text{ Ом.}$$

Принимаем коэффициенты полезной работы полосы и стержня соответственно $\eta_c = 0,59$, $\eta_n = 0,62$.

Результирующее сопротивление заземляющего устройства:

$$R_{з.у.} = \frac{R_c \cdot R_n}{[(R_c \cdot \eta_c) + (R_n \cdot n_{np} \cdot \eta_c)]} \leq 4 \text{ Ом.} \quad (4.11)$$

$$R_{з.у.} = \frac{41,2 \cdot 18,97}{[(41,2 \cdot 0,62) + (18,97 \cdot 10 \cdot 0,59)]} = 3,63 \text{ Ом.}$$

$$3,63 \text{ Ом} \leq 4 \text{ Ом.}$$

Уточним количество стержней.

Сопротивление группы стержней:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 72 |

$$R_{z.c.} = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_n - R_3 \cdot \eta_c}, \quad (4.12)$$

где: $R_{z.c.}$ – требуемое сопротивление группы стержней, Ом;

R_3 – сопротивление заземления устройства ($R_3 = 4$), Ом.

$$R_{z.c.} = \frac{4 \cdot 18,97}{18,97 - 4 \cdot 0,59} = 4,57 \text{ Ом.}$$

Количество стержней:

$$n = \frac{R_c}{R_{z.c.} \cdot \eta_c}, \quad (4.13)$$

$$n = \frac{41,2}{4,57 \cdot 0,59} = 15,28 \text{ шт.}$$

Принимаем количество стержней $n = 15$ штук.

4.4.2 Опасность поражения лучами электрической дуги, брызгами расплавленного металла и шлака

Технологические процессы в горячих цехах сопровождаются выделением больших количеств тепла. Раскаленным металлом, шлаком и оборудованием создаются потоки тепловых излучений, которые приводят к нарушению теплового баланса организма. Ультрафиолетовые и инфракрасные лучи также могут привести к тяжелым последствиям. Световые лучи, даже при небольшом облучении вызывают временное ослепление и воспаление слизистой оболочки глаз.

Средства индивидуальной защиты применяются в целях исключения или снижения воздействия лучистой энергии, брызг раскаленного металла. Ими служат брезентовый костюм, рукавицы, шлем для защиты глаз и кожи лица, кожаная обувь, головной убор.

4.4.3 Опасность травмирования движущимися частями

Причинами травматизма при проведении сварочных (наплавочных)

работ, являются неисправность средств для транспортирования тяжелых деталей, наличие движущихся частей при работе наплавочных установок, отсутствие спецодежды и других средств защиты.

Мерами предупреждения травматизма являются своевременная проверка инструмента и оборудования. Работать необходимо в спецодежде, а так же соблюдать правила техники безопасности.

4.5 Опасность взрыва и пожара

Чтобы предупредить несчастные случаи от взрыва баллонов с газом следует строго соблюдать правила обращения с ними. Нельзя допускать перегрева баллонов, резких толчков и ударов. Баллоны с углекислым газом укомплектовываются системами защиты от перегрева и превышения давления (термореле и газовый предохранительный клапан). Баллоны с углекислым газом должны быть закреплены как на сварочных постах, так и в местах их хранения. Единичные баллоны должны транспортироваться на ручных тележках или специальных носилках. Запрещается переносить на руках.

Редукторы, использующиеся для сварки в углекислом газе, должны быть выкрашены в черный цвет. При отогревании редукторов и газовых систем запрещается использование открытого пламени.

Горючие вещества на участке отсутствуют.

Источники зажигания:

- Брызги расплавленного металла при появлении выплесков;
- При замыкании электропроводки;

Сварочный цех относится к категории «Г» по пожароопасности. Конструкция стен цеха из кирпича толщиной 65 см. Предел огнестойкости 5,5 часов. Группа возгораемости - негоряемые. Стойки, колонны кирпичные 38x38 см. Предел огнестойкости 4,5 часа. Перекрытия железобетонные по стальным балкам, плиты негоряемые. Предел огнестойкости 1/4 часа. Двери, ворота обиты по асбестовому картону железом внахлестку, толщиной не менее 5 мм. Предел огнестойкости 1,5 часа. Группа сгораемости - негоряемые

В качестве средств пожаротушения используются огнетушители типа ОУ2А, ОУ5 и т.п. или порошковые огнетушители с составом ПСБ-3. Также в цехе имеется бак с песком.

В целях профилактики возникновения возгорания следует исключить

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 74 |

попадание брызг расплавленного металла на горючие материалы. Все электрические цепи должны питаться через предохранительные щиты, которые автоматически отключаются при перегрузке электроцепи.

Для устранения причин, способствующих возникновению пожаров, необходимо выполнять следующие противопожарные мероприятия:

а) нельзя хранить в рабочем помещении или рабочей зоне легковоспламеняющиеся или огнеопасные материалы;

б) необходимо защищать деревянные настилы от воспламенения листовым железом или асбестом;

в) каждый сварочный пост должен иметь огнетушитель, ящик с песком и лопатой;

г) после окончания сварочных работ следует проверять рабочее помещение и зону, где производились сварочные работы, и не оставлять открытого пламени и тлеющих предметов.

4.6. Экологичность проекта

Сварочные (наплавочные) процессы отличаются интенсивными тепловыделениями, пылевыведениями, приводящими к большой запыленности производственных помещений токсичной мелкодисперсной пылью и газовыделениями, действующими отрицательно на организм работающих.

Высокая температура сварочной дуги (6000 – 8000 °С) способствует интенсивному окислению и испарению металла, флюса, легирующих элементов. Окисляясь кислородом воздуха, эти пары образуют мелкодисперсную пыль, а возникающие при сварке (наплавке) кондуктивные потоки, уносят газы и пыль вверх, приводя к большой запыленности и загазованности помещений. Эти аэрозоли легко попадают в дыхательную систему и представляют главную профессиональную опасность труда.

Для удаления из помещений вредных паров, газов, пыли, избыточной влажности или доведения концентрации указанных вредностей до предельно допустимых норм, предназначена общественная вентиляция.

На производственном участке производится автоматическая сварка под слоем флюса. Расход материалов для сварки составляет 6,9 кг/ч.

Расход воздухообмена на 1 кг. расходуемых материалов:

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 75 |

$$L = \frac{G \cdot 1000}{П.Д.К.}, \quad (4.14)$$

где: G – количество вредных веществ;

$П.Д.К.$ – предельно допустимая концентрация.

Необходимый воздухообмен по аэрозолю ($П.Д.К. = 4$ мг/м³):

$$L_{aэp.} = \frac{0,11 \cdot 1000}{4} = 27,5 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Проверим воздухообмен по окиси азота ($П.Д.К. = 5$ мг/м³), окислам марганца ($П.Д.К. = 0,3$ мг/м³), хрома ($П.Д.К. = 1,0$ мг/м³) и по фтористому водороду ($П.Д.К. = 0,5$ мг/м³):

$$L_{Cr_2O_3} = \frac{0,05 \cdot 1000}{1} = 50 \text{ м}^3/\text{кг.};$$

$$L_{NO_2} = \frac{0,06 \cdot 1000}{5} = 12 \text{ м}^3/\text{кг.};$$

$$L_{MnO} = \frac{0,05 \cdot 1000}{0,3} = 166 \text{ м}^3/\text{кг.};$$

$$L_{HF} = \frac{0,07 \cdot 1000}{0,5} = 140 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Принимаем воздухообмен по окиси марганца.

Необходимый воздухообмен на наплавку в час:

$L = 166 \cdot 6,9 = 1145$ м³/ч., с учетом необходимого воздухообмена на газовую резку общий воздухообмен составил $L = 1200$ м³/ч.

Определение площади поперечного сечения воздуховода:

$$f_p = \frac{L_p}{V}, \quad (4.15)$$

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 76 |

где: L_p – расчетный расход воздуха на участке, м³/ч.;

$V = 6,6$ м/с – принятая скорость движения воздуха, м/с.

$$f_p = \frac{1200}{6,6 \cdot 3600} = 0,05 \text{ м}^2$$

Определить диаметр круглого воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4f}{\pi}}. \quad (4.16)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,05}{3,14}} = 0,25 \text{ м.}$$

Выбираем ближайший стандартный размер.

Потери давления на трение:

$$P_T = R \cdot l, \quad (4.17)$$

где: R – удельные потери давления, Па/м;

l – длина воздуховода, м.

$$P_T = 2,4 \cdot 12 = 28,8 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$P_{м.с.} = \sum \xi \cdot \left(\frac{\rho \cdot V^2}{2} \right), \quad (4.18)$$

где: $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

$$P_{м.с.} = 3 \cdot \frac{1,24 \cdot 6,6^2}{2} = 81,18 \text{ Па}$$

Полная потеря давления:

$$P = P_T + P_{м.с.} \quad (4.19)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 77 |

$$P = 28,8 + 81,18 = 109,98 \text{ Па}$$

Числовые значения расчета приведены в таблице 4.2

Таблица 4.2 Гидравлический расчет вытяжной системы

| L , м ³ /ч | l , м | d , мм | R , Па/м | P_T , Па | V , м/с | $\sum \xi$, | $P_{м.с.}$, Па | P , Па |
|----------------------------|------------|-------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------------|-------------|
| 1200 | 12 | 250 | 2,4 | 28,8 | 6,6 | 3 | 81,18 | 109,98 |

Таким образом необходимый напор вентилятора составляет 110 Па, а его производительность должна быть не менее 1200 м³/ч. Этим условиям удовлетворяет вентилятор Ц4-70к2,5 при числе оборотов 130 рад/сек., его КПД составляет 80%.

Необходимая мощность двигателя:

$$N = \frac{L \cdot P}{1000 \cdot \eta}; \quad (4.20)$$

$$N = \frac{1200 \cdot 110}{1000 \cdot 0,8} = 0,16 \text{ кВт.}$$

Заключение

В представленном дипломном проекте на тему: "Разработка технологии сборки - сварки теплообменника" достигнуты следующие цели: 1. в качестве основного способа сварки швов теплообменника выбрана автоматическая сварка под флюсом; 2. в качестве вспомогательного способа сварки решено использовать полуавтоматическую сварку в смеси газов в силу того, что выполняемые ей швы являются криволинейными и применение автоматических видов сварки не целесообразно с экономической точки зрения; 3. выбраны вспомогательные материалы, используемые при сварке швов теплообменника; 4. выбрано оборудование, используемое при сварке; 5. определены режимы сварки; 6. определены объёмы и методы контроля сварных швов; 7. для производства теплообменника разработаны следующие сварочные приспособления: кольца прокруточное и разжимное, и приспособление для сборки-сварки штуцера и днища теплообменника (треножник).

В результате перевода производства швов теплообменника на новый способ сварки получен экономический эффект в размере 279130,5 руб.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 79 |

Литература

1. Ануриев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя : в 3-х томах . - М.: Машиностроение , 1978.
2. Редукторы и мотор - редукторы общемашиностроительного применения : Справочник / Л.С. Бойко А.З. Галиченко и др., - М.: Машиностроение, 1984 - 247 стр., ил.
3. Решетов Д.Н. Детали машин : Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. - 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1989.- 496с.: ил.
4. Сварка в машиностроении: Справочник. Т.2./Под ред. А.И. Акулова. - М.: Машиностроение. 1978. - 462 с.
5. Дунаев П.Ф. Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для технических специальностей вузов.- 6-е изд., исп.- М.: Высшая школа., 2000. -447с., ил.
6. Технология сварочных процессов: Учебник для вузов по специальности "Оборудование и технология сварочного производства."/ В.Н. Волченко В.М. Ямпольский В.А. Винокуров и др.; Под ред. В.В. Фролова .- М.: Высшая школа., 1988. 559 с., ил.
7. Михайлов Г.П. Сварка трехфазной дугой. - 3-е изд., перераб. и доп.- М.: МАШГИЗ., 1956.
8. Гитлевич А.Д. Энтингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. М., Машиностроение, 1972, 280 с.
9. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т./Под ред. Н.А. Ольшанского. - М.: Машиностроение. 1978.
10. Куркин С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций : Атлас : Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук .-М.: Машиностроение, 1989.- 328с.; ил.
11. Сварка и свариваемые материалы: Справочник в 3-х т./Под ред. В.Н. Волченко. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1996. Т.2. - 574 с.
12. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под ред. Б.Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1974. - 462 с.
13. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. - Киев: Наукова думка. 1981. - 606 с.
14. Назаров С.Т. Методы контроля качества сварных соединений. - М.: Машиностроение. 1964. - 128 с.
15. Акулов А.И. Бельчук Г.А. Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов. М., Машиностроение, 1977. -432с. с ил.
16. Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов по спец. "Оборуд. и технология сварочн. пр-ва"/В.Н.Волченко, В.М.Ямпольский, В.А.Винокуров и др.; Под ред. В.В. Фролова. – М.:Высш. шк., 1988. 559 с.: ил.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП – 150202.65 – 071016890 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 80 |

17. Б.К. Вульф, К.П. Ромадин. Авиационное материаловедение. –М.: Машиностроение. 1967. – 391с.

18. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/ Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К.Козьяков, О.Ф. Партолин и др.; Под ред. С.В. Белова. М.: Машиностроение, 1983, 432 с.

19. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие / Под ред. О.Н. Русака, В.Я Кондрасенко. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001.431 с.

20. Безопасность жизнедеятельности: методические указания для студентов направления подготовки специалистов 150000- "Металлургия, машиностроение и металлообработка" заочной формы обучения / В. Я. Кондрасенко, Л. Н. Горбунова , О. В. Чурбакова ; Красноярский государственный технический университет. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006. - 32 с.

21. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

22. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

23. СНиП II-12-77 "Защита от шума".

24. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование.

25. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ.Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

26. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

27. ГОСТ 12.1.004-76. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

28. Контроль качества сварки. Под ред. В.Н. Волченко. Учебное пособие для машиностроительных вузов. М., Машиностроение, 1975. 328 с.