

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 20 » 06 2016г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОЖУХА
ТЕПЛООБМЕННИКА

Пояснительная записка

Руководитель	 подпись, дата	ст. преподаватель должность, ученая степень	С.Л. Бусыгин инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата		А.А. Романов инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	проф. К.Т.Н. должность, ученая степень	А.М. Толстов инициалы, фамилия
Консультанты: Организационно- экономический раздел	 подпись, дата	ст. преподав. должность, ученая степень	Е.Е. Качуровская инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	 подпись, дата	к. т. н. доцент должность, ученая степень	О.В. Чурбакова инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	ст. преподаватель должность, ученая степень	С.Л. Бусыгин инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 20 » 06 2016г.

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

Студенту Романову А.А.

Группа ЗМТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

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

Утверждена приказом по университету № 4280/С от 29.03.2016

Руководитель ВКР: С.Л. Бусыгин, ПИ СФУ, Старший преподаватель
(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. Технологическая часть
2. Расчетно-конструкторская часть
3. Организационно-экономическая часть
4. Безопасность и экологичность проекта

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

1. Кожух теплообменника (А1);
2. Технологический лист (2А1);
3. Портал для сборки и сварки обечаек (А1);
4. Вращатель сварочный (А1);
5. Сварочная кольцевых швов (А1);
6. Роликовый стенд (А1);
7. Планировка участка (А1);
8. Техничко – экономические показатели (А1).

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 – 071016920 ПЗ

Разраб.	Романов	17.06.16	Ром				Лист	Листов
Пров.	Бусыгин	17.06.16	Бус				2	104
Н. контр.	Бусыгин	17.06.16	Бус				ПИ СФУ	
Утв.	Демченко	20.06.16	Дем				Каф. «Машиностроение»	

Разработка технологии сборки и сварки кожуха теплообменника

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 08.03.2016 по 15.03.2016	ТЧП - 50 %	лист № 1
2	с 16.03.2016 по 31.03.2016	КЧП – 50 % ТЧП – 40 %	лист № 2 лист № 3
3	с 01.04.2016 по 15.04.2016	КЧП – 50 % Б и ЭП – 40 % ОЭЧ – 25 % ТЧП – 10 %	лист № 4 лист № 5
4	с 16.04.2016 по 30.04.2016	Б и ЭП – 40 % ОЭЧ – 25 %	лист № 6 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

_____ С.Л. Бусыгин
(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

_____ А.А. Романов
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Разработка технологии сборки и сварки кожуха теплообменника» содержит 26 таблиц, 6 иллюстрации и 104 страницы печатного текста, количество использованных литературных источников 20, графическая часть проекта составляет 9 листов формата А1.

В выпускной квалификационной работе разработана технология сборки и сварки кожуха теплообменника. Решены проблемы стабилизации процесса сварки, стабилизации прочностных свойств сварных соединений, контроля качества сварных соединений с обеспечением высокой производительности труда.

Подобрано сварочное и вспомогательное оборудование. В организационно-экономическом разделе проанализированы в сравнении технико-экономические показатели базового и проектируемого варианта. В разделе техника безопасности и охрана труда раскрыты вопросы по созданию на проектируемом участке нормальных условий труда.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1. Описание конструкции изделия и его характеристика	11
1.1.1. Назначение и условия работы.....	11
1.1.2. Сведения об основном металле	13
1.1.2.1. Свариваемость основного металла.....	17
1.1.3. Характеристика сварных швов и соединений.....	20
1.1.4. Характеристика технологичности изделия	20
1.2. Технические условия на изготовление изделия.....	22
1.2.1. Технические условия на основные и вспомогательные материалы	22
1.2.2. Технические условия на изготовление изделия.....	24
1.2.3. Технические условия на контроль, приемку и испытание изделия	30
1.3. Анализ заводской практики и литературный обзор	32
1.3.1. Анализ заводской практики	32
1.3.2. Литературный обзор по применяемым видам сварки.....	33
1.4 Выбор сварочных материалов	34
1.5.1. Хранение сварочных материалов	36
1.6 Выбор сварочного оборудования	37
1.7 Технология изготовления.....	42
1.8 Расчет режимов сварки.....	46
1.9. Выбор методов и организация контроля качества	49
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	52
2.1. Техническое описание портальной установки для сварки продольного шва обечайки	53
2.2. Техническое описание вращателя сварочного двухстоечного.....	54
2.3. Техническое описание сварочного роликового стенда.....	56
2.3.1 Расчёт электродвигателя для привода вращения роликов.....	58

2.3.2 Расчет опор роликов	60
2.4. Техническое описание и расчет колонны для сварочного автомата.....	61
3. ОРГАНИЗАЦИОННО ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	67
3.1 Определение типа производства	68
3.2 Расчет нормы времени.....	68
3.3 Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих.....	69
3.4 Методика расчета потребности в оборудовании и количестве рабочих.....	71
3.5 Расчет капитальных вложений	72
3.6 Расчет текущих затрат	74
4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	81
4.1 Общая характеристика проектируемого объекта с точки зрения безопасных условий труда	82
4.2 Объемно-планировочное решение здания проектируемого участка.....	83
4.3 Производственная санитария.....	84
4.3.1 Микроклимат производственных помещений.....	84
4.3.2 Освещение.....	84
4.3.3 Хозяйственно-питьевое водоснабжение.....	87
4.3.4 Выделение вредных веществ	88
4.3.5 Шум, инфразвук, ультразвук	90
4.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса.....	90
4.4.1 Опасность поражения электрическим током	90
4.4.2 Опасность термического ожога.....	94
4.4.3 Вибрация	94
4.5 Анализ и мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.....	95
4.5.1 Предупреждение аварий технологического оборудования.....	95

4.5.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности	95
4.5.3 Обеспечение устойчивости объекта.....	96
4.6 Экологичность проекта	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ	104

ВВЕДЕНИЕ

Сварка - прогрессивный метод создания неразъемных соединений металлов, сплавов и различных материалов. Электрическая дуговая сварка является выдающимся отечественным изобретением, которое может быть поставлено в один ряд с такими великими открытиями, как радио, электрические лампы накаливания, реактивный двигатель и др.

Сварка как способ неразъемного соединения материалов является в настоящее время одним из наиболее быстро развивающихся технологических процессов. Ни одна отрасль современного машиностроения, строительства, транспорта не мыслимы без сварки.

В настоящее время сварочное производство стало одной из ведущих областей техники. Во всех отраслях машиностроения широко применяют высокопроизводительные и экономически эффективные технологические процессы сварки, наплавки, пайки, термической резки и катализации, позволяющие успешно обрабатывать почти все конструкционные материалы толщиной от десятков микрометров до нескольких метров. Достигнутый высокий уровень развития сварочной техники служит прочной базой для значительного дальнейшего увеличения производительности труда, экономии материалов и энергии, а также повышения качества и снижения себестоимости сварной продукции.

Особенные важные задачи решаются в области дальнейшей механизации и автоматизации сварки в машиностроении и строительстве. Механизация и автоматизация сварочного производства является важнейшим средством повышения производительности труда, повышения качества сварных изделий и улучшения условий труда. В области сварочного производства трудовые затраты на сварочные работы обычно 30%. Следовательно, повышение производительности сварочных работ может дать существенный эффект. Темой данного дипломного проекта является

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

разработка технического процесса и оборудования для сборки и сварки корпуса теплообменного аппарата, входящего в состав газораспределительной станции (ГРС-20 «Снежить»).

Данный теплообменный аппарат относится к сосудам, работающим под давлением.

Номенклатура сосудов чрезвычайно разнообразна. Сосудами, работающими под давлением, считаются герметически закрытые емкости с избыточным давлением 0,7 кг/см², предназначенные для ведения химических или тепловых процессов, а также для хранения или транспортирования сжатых, сжиженных или растворенных газов. Главными параметрами сосудов, работающих под давлением, являются давление и температура, для аппаратов химической и нефтяной промышленности еще и стойкость против коррозии.

На стадии проектирования будет производиться работа по улучшению технологичности на основе снижении трудоемкости изготовления изделия, внедрения автоматической и полуавтоматической видов сварки. Это обеспечит получение качественной продукции в кратчайшие сроки.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

1.1. Описание конструкции изделия и его характеристика

1.1.1. Назначение и условия работы

Теплообменник представляет собой вертикальный кожухо-трубчатый аппарат с П-образными трубками. Состоит из трех основных частей: распределительной камеры, теплообменной камеры и трубного пучка. Теплообменник предназначен для охлаждения природного газа после понижения его давления. Устанавливается внутри одной из блок-секций газораспределительной станции.

Техническая характеристика теплообменного аппарата.

Производительность по газу, куб. м/час	20000;
Давление, МПа:	
на входе	5,5;
на выходе	0,6;
Температура, °С :	
газа на выходе	5;
максимальная рабочей среды	110;
расчетная стенки	150;
минимально допустимая отрицательная стенки, находящейся под давлением	-40;
средняя самой холодной пятидневки	-40;
Прибавка для компенсации коррозии, мм	2;
Количество потребителей	1–2;
Допустимая сейсмичность района установки сосуда по СНИП 11-7, баллы	6;
Здание блок-секции	бетонное, сборная металлическая конструкция с теплоизоляцией;
Ресурс, лет	не менее 30;
Число циклов нагружения за весь срок службы, не более	1000;

Группа аппарата для контроля сварных соединений по ОСТ 26.291 1;

Герметичность герметические испытания по ОСТ 26.291;

Площадь поверхности теплообмена по наружному диаметру труб, м³ 35,8;

Внутренний объем (вместимость), м³ 0,248.

Таблица 1.1 - Весовые характеристики теплообменного аппарата

№ п/п	Конструктивные элементы	Количество, шт	Масса, кг
1	Обечайка теплообменной камеры	1	350
2	Обечайка распределительной камеры	1	115
3	Донышко	2	180
4	Фланец	2	400
5	Штуцер Ду 100	2	100
6	Штуцер Ду 50	2	60
7	Трубный пучок	1	550
8	Лапа опорная	3	45
9	Основание	1	10
10	Перегородка	1	50
	Итого		1860

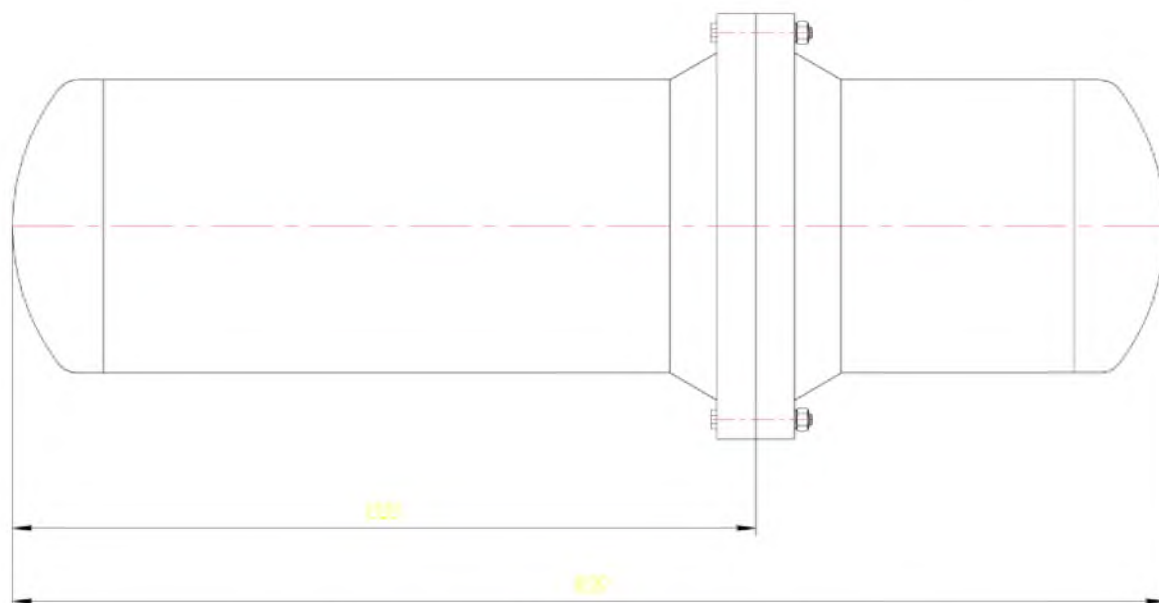


Рисунок 1.1 – Кожух теплообменника

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ

Лист

12

1.1.2. Сведения об основном металле

Качество и свойства материалов и полуфабрикатов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и подтверждаться сертификатами поставщиков. При отсутствии или неполноте сертификата или маркировки изготовитель сосуда (ремонтная, монтажная организация) должен провести все необходимые испытания с оформлением их результатов протоколом, дополняющим или заменяющим сертификат поставщика материала. В сертификате должен быть указан режим термообработки полуфабриката в организации-изготовителе.

При выборе материалов для сосудов, предназначенных для установки на открытой площадке или в неотапливаемых помещениях, должна учитываться абсолютная минимальная температура наружного воздуха для данного района.

Материалы, применяемые для изготовления сосудов, должны обеспечивать их надежную работу в течение расчетного срока службы с учетом заданных условий эксплуатации (расчетное давление, минимальная отрицательная и максимальная расчетная температура), состава и характера среды (коррозионная активность, взрывоопасность, токсичность и др.) и влияния температуры окружающего воздуха.

Для изготовления, монтажа и ремонта сосудов и их элементов должны применяться основные материалы, приведенные в ОСТ 26-291-94.

Применение материалов, указанных в ОСТ 26-291 для изготовления сосудов и их элементов, предназначенных для работы с параметрами, выходящими за установленные пределы или не указанными в ОСТ 26-291, а также по другим стандартам и техническим условиям, допускается по разрешению Ростехнадзора России при условии, что качество и свойства материалов будут не ниже установленных стандартом и ТУ, и наличии

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

положительного заключения специализированной организации по аппаратостроению, металловедению, сварке.

Копии разрешений должны быть приложены к паспорту на сосуд.

Для изготовления сосудов в зависимости от параметров среды и ее воздействия на металл, режима и длительности эксплуатации правилами Ростехнадзора рекомендуются различные марки углеродистых сталей (полуспокойные и спокойные), легированные стали: 09Г2С, 16ГС, Х18Н9Т, и др., цветные металлы: латунь, медь, никель и др.

Применение низколегированных сталей марок 09Г2С и 16ГС, имеющих в среднем на 25% более высокие показатели динамической прочности сварных соединений, чем стали 15К и 20К, но равноценные по стоимости, приводит к снижению расхода проката в среднем на 22% за счет уменьшения толщины стенок. Трудоемкость изготовления сосудов сокращается на 10–12%, расход сварочных материалов и электроэнергии на 35% при снижении себестоимости на 20%.

Таблица 1.2 - Для изготовления данного теплообменного аппарата целесообразно применить следующие стали

Марка стали	ГОСТ
Ст3сп5	14637-89
09Г2С-6	5520-79

От правильного выбора металла для сварных конструкций в значительной мере зависят их эксплуатационная надежность и экономичность. В настоящее время сварные конструкции в основном изготавливают из углеродистых и низколегированных сталей.

Конструкционные стали выплавляют в мартеновских печах или конверторах. В зависимости от степени раскисления они могут быть кипящими, спокойными и полуспокойными.

Значительная часть мягких углеродистых сталей являются кипящими. При их разливке, вследствие быстрого охлаждения, у стенок изложницы

образуется наружный слой (корка) почти чистого железа. В процессе охлаждения и дальнейшего затвердевания жидкого металла происходит выделение газов, приводящее к образованию пузырей под затвердевшей наружной коркой. В сердцевине такого слитка скапливаются ликвирующие примеси – фосфор, сера и углерод. После прокатки слитков кипящей стали отчетливо различаются чистая наружная зона и внутренняя ликвационная зона, в которой наблюдаются участки с повышенным содержанием серы и фосфора, так называемые сульфидные строчки.

Спокойные стали затвердевают без кипения, что обусловлено в их состав элементов-раскислителей.

Важной особенностью спокойной стали является ее однородное строение. Вредные примеси – сера и фосфор распределяются в ней более равномерно, чем в кипящей стали. Вследствие раскисления и одновременного частичного связывания азота спокойные стали менее чувствительны к хрупкому излому, чем кипящие. Присадкой достаточного количества алюминия, который наряду с кислородом связывает также азот, удается значительно снизить их восприимчивость к старению. Образующиеся при этом мелкодисперсные нитриды приводят одновременно к уменьшению размера зерен и тем самым к уменьшению склонности стали к хладноломкости.

Легированные стали содержат кроме углерода и других основных примесей (Mn, Si, P и S), так называемые легирующие элементы: Cr, Mo, V, Mn, Si, Ni, и др. Марки легированных сталей имеют буквенно-цифровое обозначение, указывающее примерный состав стали. Первые две цифры обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Каждый легирующий элемент обозначается соответствующей буквой. Цифры, стоящие после буквы, указывают приблизительно содержание легирующего элемента в целых процентах. Если содержание элемента меньше 1%, цифра не ставится.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

Элементы, содержащиеся в стали, оказывают существенное влияние на ее свойства, в том числе на механические, технологические (например, свариваемость) и специальные.

Кремний (Si) не повышает жаропрочности стали, но повышает ее окалинотойкость. Кремний – весьма активный раскислитель стали при выплавке. В количествах до 0,3% кремний не вызывает затруднений при сварке, однако при его содержании более 0,8% свариваемость стали ухудшается из-за высокой жидкотекучести металла и образования тугоплавких окислов кремния, загрязняющих сварной шов неметаллическими включениями.

Марганец (Mn), находясь в твердом растворе в стали, усиливает энергию внутрикристаллических связей, однако, ввиду невысокой температуры рекристаллизации на жаропрочность стали благоприятно почти не влияет. Более ценным является полезное влияние марганца на прочность стали при сравнительно невысоких температурах (примерно до 300°C), при которых марганец способствует существенному повышению пределов прочности и текучести стали. Марганец – активный раскислитель и десульфатор стали. Последнее проявляется в очищении стали и металла шва при сварке от вредной примеси – серы путем образования легко удаляемых из металла нерастворимых соединений сернистого марганца. При обычном его содержании (0,3–0,8%) марганец благоприятно влияет на технологичность стали и, кроме того, уменьшает разбрызгивание металла при сварке. Однако при более высоком содержании, например 1,8–2,5%, он существенно повышает прокаливаемость стали, в результате чего появляется опасность появления трещин в околошовной зоне.

Исходя из характеристик металла, химического состава и механических свойств окончательно примем для изготовления теплообменного аппарата сталь 09Г2С.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

Таблица 1.3 - Механические свойства стали 09Г2С

Марка стали	Предел прочности, G_b , (МПа)	Предел текучести G_T , (МПа)	Относительное удлинение (%)	Ударная вязкость, (Дж/м ²)	
				20°С	-40°С
09Г2С	500	350	21	0,6	0,4

Таблица 1.4 - Химический состав стали

Марка стали	Содержание элементов, (%)			
	С	Si	Мп	Прочие
09Г2С	< 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	Cr, Ni, Си < 0,3

1.1.2.1. Свариваемость основного металла

Совокупность технологических характеристик основного металла, определяющих его реакцию на изменения, происходящие при сварке, и способность при принятом технологическом процессе обеспечивать надежное в эксплуатации и экономичное сварное соединение, объединяют в понятие «свариваемость».

Критерием оценки свариваемости служит углеродный эквивалент $C_{ЭКВ}$, вычисляемый по формуле:

$$C_{ЭКВ} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}. \quad (1.1)$$

Если углеродный эквивалент больше 0,45%, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев до температуры 100–200°С и выше.

В данном случае углеродный эквивалент равен:

$$C_{ЭКВ} = 0.09 + \frac{1.3}{6} + \frac{0.3}{5} + \frac{0.3+0.3}{15} = 0.4\%.$$

Низколегированные стали относятся к числу хорошо сваривающихся металлов. Для этих сталей технологию сварки выбирают из условий обеспечения комплекса требований, главные из которых достижение равнопрочности сварного соединения с основным металлом и отсутствие дефектов в сварном соединении. Для этого механические свойства металла шва, околошовной зоны и сварного соединения в целом должны быть не ниже минимальных механических свойств основного металла.

В металле швов не должно быть трещин, непроваров, пор, подрезов и других дефектов, они должны иметь требуемые по чертежу размеры и форму. Сварное соединение должно быть стойким против перехода в хрупкое состояние. Изменение формы и размеров конструкции должно находиться в допустимых, не отражающихся на ее работоспособности пределах.

Механические свойства металла шва и сварного соединения зависят от его структуры, определяемой химическим составом, условиями остывания сварной конструкции и термообработкой. При сварке низколегированной стали металл шва незначительно отличается по составу от основного металла. Это отличие в основном сводится к снижению содержания в металле шва углерода (так как металл электродного стержня или электродной проволоки содержит меньше углерода, чем основной металл) и повышению содержания марганца и кремния.

Снижение прочности металла шва вследствие уменьшения содержания в нем углерода при дуговой сварке полностью компенсируется за счет увеличения скорости его остывания и легирования металла через проволоку, покрытие или флюс марганцем и кремнием. В сварочной практике обеспечение равнопрочности металла шва при дуговой сварке низколегированной стали не вызывает затруднений.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

Металл многослойного шва обладает более низкой критической температурой перехода в хрупкое состояние, чем металл однослойного шва. Это связано в основном с измельчением структуры металла шва под действием теплоты, выделяемой при наложении последующих слоев. Термического воздействия повторного нагрева сходно с воздействием, оказываемым нормализацией.

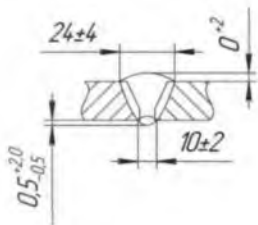
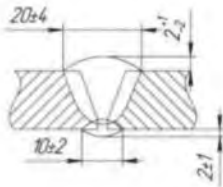
Механические свойства металла околошовной зоны при сварке низколегированных сталей претерпевают некоторые изменения по сравнению со свойствами основного металла. Характер этих изменений зависит от конкретных условий сварки. При всех видах дуговой сварки изменение свойств основного металла сводится к его значительному упрочнению в зоне перегрева.

Металл околошовной зоны охрупчивается более интенсивно при сварке многослойными швами, чем при однослойной сварке. Это связано с многократно протекающими процессами старения.

Швы, сваренные на низколегированных сталях всеми видами и способами сварки плавлением, обладают вполне удовлетворительной стойкостью против образования кристаллизационных трещин, что обуславливается низким содержанием в основном металле и, следовательно, в металле шва углерода.

1.1.3. Характеристика сварных швов и соединений

Таблица 1.5 - Характеристика сварных швов и соединений

Наименование узла	Вид сварного соединения и толщина свариваемых элементов	ГОСТ	Протяженность шва, м		
			мин.	макс.	общая
Корпус теплообменного аппарата		8713-79-C18	0.26	0.9	1.16
		14771-76-C18	1.95	1.95	7.8

1.1.4. Характеристика технологичности изделия

1. Свариваемость металла.

Низколегированные стали обладают небольшой чувствительностью к термическому циклу сварки; регулированием режима сварки (термического цикла) удастся обеспечить получение необходимых свойств в околошовной зоне. Это связано с невысоким содержанием углерода с низкой степенью легирования. Более полное описание свариваемости приведено в разделе 1.1.2.1.

2. Рациональная разбивка изделия на узлы и подузлы

При сварке теплообменной установки возможна следующая разбивка: кожух теплообменной камеры:

- обечайка;
- доньшко;
- фланец;

- кожух распределительной камеры;
- обечайка;
- доньшко;
- фланец.

3. Возможность поузловой сборки

Производится сборка кожуха теплообменной камеры путем последовательного наращивания (обечайка+доньшко+фланец) в горизонтальном вращателе.

Сборка кожуха распределительной камеры осуществляется аналогично.

4. Возможность применения прогрессивных способов сварки

При сварке теплообменных аппаратов можно применять следующие прогрессивные способы:

- Механизированная сварка проволокой сплошного сечения в углекислом газе или в смесях газов;
- Механизированная сварка порошковой проволокой в углекислом газе;
- Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой;
- Автоматическая сварка под флюсом;
- Автоматическая сварка в защитных газах или самозащитной порошковой проволокой.

5. Условия контроля и приемки

Для надежного выявления недопустимых дефектов в сварных соединениях теплообменных конструкций и их узлах следует применять следующие способы контроля качества:

- все сварные соединения – визуальный и измерительный контроль;
- продольные швы – УЗД + гидравлическое испытание;
- кольцевые швы – УЗД + гидравлическое испытание.

Вывод: Из анализа указанных показателей следует, что данное изделие является технологичным.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

1.2. Технические условия на изготовление изделия

1.2.1. Технические условия на основные и вспомогательные материалы

1.2.1.1. Общие требования

Качество и характеристики материалов должны подтверждаться предприятием-поставщиком в соответствующих сертификатах.

Материалы по химическому составу и механическим свойствам должны удовлетворять требованиям государственных стандартов, технических условий.

1.2.1.2. Сталь листовая

При заказе сталей по ГОСТ 5520 необходимо потребовать поставку стали с содержанием серы не более 0,035% и фосфора не более 0,035%, а сталей марки 20К категорий 5 и 11 – поставку в нормализованном состоянии.

При заказе углеродистых сталей обыкновенного качества по ГОСТ 14637, углеродистых сталей и низколегированных по ГОСТ 5520 должна быть указана категория стали.

1.2.1.3. Поковки

Режимы ковки и термической обработки поковок должны соответствовать установленным в действующей технической документации.

Размеры поковки должны соответствовать конструкторской документации с припусками на механическую обработку, технологическими напусками и допусками на точность изготовления в соответствии с ГОСТ 7062, ГОСТ 7829 и ГОСТ 7505.

- Качество поверхности, механические свойства поковок, допускаемые дефекты и методы устранения дефектов должны соответствовать требованиям ГОСТ 8479, ГОСТ 25054, ГОСТ 26159.

- Методика контроля и оценка качества должна соответствовать требованиям ОСТ 26-11-09.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

- Контролю ультразвуковым или другим равноценным методом следует подвергать не менее 50% объема поковки.

1.2.1.4. Сварочные материалы

Электроды

- Электроды с покрытием для ручной дуговой сварки типов, предусмотренных ГОСТ 9467 или ГОСТ 10052, должны обеспечивать механические свойства металла шва и наплавленного металла в соответствии с требованиями этих стандартов.

Сварочная проволока

- Сварочная проволока марки СВ-08ГА и СВ-08Г2С должна соответствовать ГОСТ 2246-70.

Предельное отклонение от номинального диаметра допустимо – 0,12 мм для диаметра 2 мм.

Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений, пленок, закатов, раковин, забоин, окалины, ржавчины, масла и других загрязнений. На поверхности допускаются царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина указанных дефектов не должна превышать 15% предельного отклонения по диаметру проволоки.

Каждая партия проволоки должна иметь сертификат завода-изготовителя, ее марки, диаметра, номера плавки и химического состава.

Сварочную проволоку следует хранить в сухих складских помещениях в упаковке завода-изготовителя.

Флюс

Сварочный флюс АН-348А должен соответствовать ГОСТ 9087-81 и ТУ 14-4-1686-91.

Флюс должен поставляться в виде однородных по строению зерен, без включений инородных частиц, в том числе нерастворившихся частиц сырьевых материалов, угля, кокса, стружки и т.п.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

Цвет флюса должен быть желтый и коричневый всех оттенков.
Размеры зерен флюса должны находиться в пределах 0,35–3,0 мм.
Влажность флюса не должна превышать 0,1 % от массы флюса.
Флюс должен быть упакован в бумажные мешки по ГОСТ 2226-75 или другую тару, обеспечивающую его сохранность при транспортировании.
Каждая партия должна иметь сертификат соответствия.

Защитные газы

Углекислый газ должен соответствовать ГОСТ 8050-76.
Чистота содержания CO₂ в сосуде должна быть не менее 99,5 %.
Содержание водяных паров при температуре 20°C не более 0,184 %
Поставка должна осуществляться в сосудах согласно ГОСТ 949-73.
Каждая партия CO₂ должна иметь сопроводительные документы.
Поставка должна осуществляться в баллонах согласно ГОСТ 949-73.
Аргон должен соответствовать ГОСТ 10157-73.
Чистота содержания Ar в сосуде должна быть не менее 99,98%.

1.2.2. Технические условия на изготовление изделия

1.2.2.1. Общие требования

- Копии сертификатов, а при их отсутствии результаты испытаний материалов сборочных единиц и деталей сосудов, регистрируемых в органах Ростехнадзора, должны прилагаться к паспорту сосуда.
- Во время хранения и транспортирования материалов на предприятии – изготовителе сосудов должны быть исключены повреждения материалов и обеспечена возможность сличения нанесенной маркировки с данными сопроводительной документации.
- На листах и плитах, принятых к изготовлению обечаек и днищ, должна быть сохранена маркировка металла. Если лист и плиту разрезают на части, на каждую из них должна быть перенесена маркировка металла листов и плит.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

- Маркировка должна содержать следующие данные:

- марку стали;
- номер партии-плавки;
- номер листа;
- клеймо технического контроля.

Маркировка должна находиться на стороне листа и плиты, не соприкасающейся с рабочей средой, в углу на расстоянии 300 мм от кромок.

На поверхности обечаек и днищ не допускаются риски, забоины, царапины, раковины и другие дефекты, если их глубина превышает минусовые предельные отклонения, предусмотренные соответствующими стандартами и техническими условиями, или если после зачистки их толщина стенки будет менее допускаемой по расчету.

Поверхности деталей должны быть очищены от брызг металла, полученных в результате термической (огневой) резки и сварки.

Заусенцы должны быть удалены и острые кромки деталей и узлов притуплены.

Предельные отклонения размеров, если в чертежах или нормативно-технической документации не указаны более жесткие требования, должны быть для механически обрабатываемых поверхностей: отверстий H14, валов h14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$ по ГОСТ 25347.

Методы сборки элементов под сварку должны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом.

Разделка кромок и зазор между кромками деталей, подлежащих сварке, должны соответствовать требованиям чертежей и стандартов на сварные швы.

Сварщик должен приступать к сварочным работам только после установления отделом технического контроля правильности сборки и зачистки всех поверхностей, подлежащих сварке.

1.2.2.2. Корпус

После сборки и сварки обечаек корпус (без днищ) должен удовлетворять следующим требованиям:

- отклонение по длине не более $\pm 0,3\%$ от номинальной длины, но не более ± 75 мм;
- отклонение от прямолинейности не более 2 мм на длине 1 м, но не более 20 мм при длине корпуса до 10 м.

При этом местная непрямолинейность не учитывается:

- в местах сварных швов;
- в зоне сварки штуцеров и люков в корпус.

1.2.2.3. Сварка

Сварка корпусов и приварка к ним деталей сосудов, а также сварка внутренних устройств, должна проводиться сварщиками, сдавшими экзамены в соответствии с Правилами аттестации сварщиков, утвержденными Ростехнадзором, и имеющими удостоверение установленной формы.

Сосуды в зависимости от конструкции и размеров могут быть изготовлены с применением всех видов промышленной сварки, за исключением газовой сварки.

Прихватка свариваемых сборочных узлов и деталей производится с применением сварочных материалов, указанных в технологическом процессе. Прихватка должна выполняться квалифицированными сварщиками.

Для предотвращения холодных трещин все сварочные работы при изготовлении сосудов (сборочных единиц и деталей) должны производиться при положительных температурах в закрытых отапливаемых помещениях.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

Форма подготовки кромок должна соответствовать требованиям стандартов, нормативно-технической документации и проекта.

На одном метре длины контролируемой кромки допускается не более трех зафиксированных дефектов при минимальном расстоянии между ними 100 мм.

В случае обнаружения недопустимых дефектов исправления производятся в соответствии с Инструкцией на исправление методом дуговой сварки строчечных дефектов, выявляемых в процессе изготовления толстостенной нефтехимической аппаратуры.

Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего эти швы.

Клеймо наносится на расстоянии 20–50 мм от кромки сварного шва с наружной стороны. Если шов с наружной и внутренней сторон заваривается разными сварщиками, клейма ставятся только с наружной стороны через дробь: в числителе клеймо сварщика с наружной стороны шва, в знаменателе – с внутренней стороны. Если сварные соединения сосуда выполняются одним сварщиком, то допускается клеймо ставить около таблички или на другом открытом участке.

У продольных швов клеймо должно находиться в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва. На обечайке с продольным швом длиной менее 400 мм допускается ставить одно клеймо. Для кольцевого шва клеймо должно выбиваться в месте пересечения кольцевого шва с продольным и далее через каждые 2 м, но при этом должно быть не менее двух клейм на каждом шве. На кольцевой шов диаметром не более 700 мм допускается ставить одно клеймо. Место клеймения заключается в хорошо видимую рамку, выполняемую несмываемой краской.

Устранение дефектов в сварных швах должно производиться в соответствии с инструкцией или стандартом предприятия на сварку сосуда (сборочной единицы и детали) из данной марки стали.

1.2.2.4. Сварные соединения

При сварке обечаек и труб, приварке днищ к обечайкам должны применяться стыковые швы с полным проплавлением.

Допускается применять угловые и тавровые швы при приварке штуцеров, люков, труб, трубных решеток, плоских днищ и фланцев.

Допускается применять нахлесточные сварные швы для приварки укрепляющих колец и опорных элементов.

Сварные швы сосудов должны быть расположены так, чтобы обеспечить возможность их визуального осмотра и контроля качества неразрушающим методом (ультразвуковым, радиографическим и др.), а также устранения в них дефектов.

Допускается не более двух стыковых швов, доступных для визуального осмотра только с одной стороны.

Швы должны выполняться способами, обеспечивающими провар по всей толщине свариваемого металла (например, с применением аргодуговой сварки корня шва, подкладного кольца, замкового соединения).

Сварные швы сосудов не должны перекрываться опорами.

Допускается пересечение стыковых швов корпуса угловыми швами приварки внутренних и внешних устройств (опорных элементов, тарелок, рубашек, перегородок и т.п.) при условии контроля перекрываемого участка шва корпуса радиографическим или ультразвуковым методом.

Форма и размеры швов должны соответствовать требованиям стандартов на швы сварных соединений или чертежа. При выполнении стыковых соединений допускается не исправлять сварные швы, если отклонение размеров валика (ширина и высота) составляет не более 30% от предусмотренных стандартом размеров на данный вид сварки.

Требования к качеству сварных соединений

В сварных соединениях не допускаются следующие наружные дефекты:

- трещины всех видов и направлений;
- свищи и пористость наружной поверхности шва;
- подрезы;
- наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры;
- смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов

свыше норм;

- несоответствие формы и размеров требованиям стандартов, технических условий или проекта;
- чешуйчатость поверхности и глубина впадин между валиками шва, превышающие допуск на усиление шва по высоте.

В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

- трещины всех видов и направлений, в том числе микротрещины, выявленные при микроисследовании;
- свищи;
- поры, шлаковые включения, выявленные радиографическим методом, выходящие за пределы норм;
- непровары (несплавления), расположенные в сечении сварного соединения.

Механические свойства сварных соединений должны быть не ниже норм, указанных в таблице 1.6.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

Таблица 1.6 - Минимальные нормы механических свойств сварных соединений

Механические свойства	Для углеродистых сталей	Для низколегированных сталей
Минимальное значение ударной вязкости, КСУ, Дж/см ² (кгс·м/см ²) при температуре ниже – 20°С	30 (3)	30 (3)
Минимальное значение угла изгиба, град.:		
при толщине не более 20мм	100	80
при толщине более 20 мм	100	60

Примечания: Показатели механических свойств сварных соединений по временному сопротивлению разрыву и углу изгиба определяются как среднеарифметическое от результатов испытаний отдельных образцов. Общий результат считается неудовлетворительным, если хотя бы один из образцов показал значение временного сопротивления разрыву более чем на 7% и угла изгиба более чем на 10% ниже норм. При испытании на ударный изгиб результат считается неудовлетворительным, если хотя бы один из образцов показал значение ниже норм.

1.2.3. Технические условия на контроль, приемку и испытание изделия

Сосуды (сборочные единицы и детали), материалы и комплектующие изделия должны быть приняты отделом технического контроля предприятия-изготовителя и проверены на соответствие требованиям ОСТ 26-291-94, технических условий.

Каждое изделие (сосуд) на предприятии-изготовителе должно подвергаться приемо-сдаточному испытанию, которое включает проверку:

- габаритных и присоединительных размеров;
- консервации;
- качества сварных швов;
- качества поверхности;
- качества покрытия;
- комплектности изделия (сосуда);
- комплектности сопроводительной документации;

- маркировки;
- прочности и герметичности.

1.2.3.1. Визуальный и измерительный контроль сварных швов

Визуальный и измерительный контроль сварных швов (по РД 03-606-03) необходимо проводить после очистки швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

Обязательному визуальному контролю и измерению подлежат все сварные швы в соответствии с ГОСТ 3242 для выявления наружных дефектов, не допустимых в соответствии с требованиями ОСТ 26-291-94.

Визуальный контроль и измерение следует проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва.

1.2.3.2. Ультразвуковой контроль сварных соединений

Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений должна проводиться в соответствии с ГОСТ 14782, ОСТ 26-2044.

Метод контроля (ультразвуковой, радиографический или их сочетание) должен выбираться исходя из возможностей более полного и точного выявления недопустимых дефектов с учетом особенностей физических свойств металла, а также особенностей методики контроля для данного вида сварных соединений сосуда (сборочных единиц, деталей).

Метод контроля качества стыковых и угловых сварных соединений должен определяться согласно ОСТ 26-2079.

Обязательному контролю радиографическим или ультразвуковым методом подлежат: стыковые, угловые, тавровые сварные соединения, доступные для этого контроля в требуемом объеме.

1.2.3.3. Гидравлическое испытание на прочность и герметичность

Гидравлическому испытанию подлежат сосуды после их изготовления.

Гидравлическое испытание сосудов должно проводиться с крепежом и прокладками, предусмотренными в технической документации.

Гидравлическое испытание сосудов, устанавливаемых вертикально, допускается проводить в горизонтальном положении при условии обеспечения прочности корпуса сосуда.

Для гидравлического испытания сосуда должна использоваться вода.

При заполнении сосуда водой должен быть удален воздух из внутренних полостей.

Давление следует поднимать равномерно до достижения пробного.

Скорость подъема давления не должна превышать 0,5 МПа (5 кгс/см²) в минуту.

Время выдержки под пробным давлением должно быть не менее 3 часов.

После выдержки под пробным давлением давление снижают до расчетного, при котором производят визуальный осмотр наружной поверхности, разъемных и сварных соединений.

Не допускается обстукивание сосуда во время испытаний.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если во время их проведения отсутствуют:

- пропуски испытательной среды (течь, потение, пузырьки воздуха или газа) в сварных соединениях и на основном металле;
- признаки разрыва;
- течи в разъемных соединениях;
- остаточные деформации.

1.3. Анализ заводской практики и литературный обзор

1.3.1. Анализ заводской практики

Для изготовления теплообменника на заводе-изготовителе применяют: ручную дуговую сварку – для сварки корневого шва и подварочных слоев,

однородную автоматическую сварку под флюсом – для сварки заполняющих и облицовочного слоев.

1.3.2. Литературный обзор по применяемым видам сварки

Для сварки сосудов высокого давления, в частности теплообменных аппаратов, в соответствии с ОСТ 26-291-94 разрешено применять все виды сварки плавлением, кроме газовой. В этой связи возможно применение высокопроизводительных видов сварки, например, способ автоматической двухдуговой сварки под слоем флюса.

Способ автоматической двухдуговой сварки, а также сварка с присадочной электродной проволокой применяется пока лишь на нескольких заводах, изготавливающих толстолистовые конструкции.

Ограниченное применение в промышленности сварки двумя дугами и с присадочной электродной проволокой нельзя истолковать недостатками этих способов. Наоборот, двухдуговая сварка и сварка с присадочной проволокой имеют ряд технических и экономических преимуществ по сравнению с однодуговой сваркой, а именно: представляется реальная возможность повысить производительность труда в два-три раза, а при сварке с присадочной проволокой – в 1,5-2 раза. Кроме того, можно регулировать химический состав наплавленного металла и термический цикл сварки, что важно при сварке специальных сталей.

Основным затруднением при внедрении двухдуговой сварки и сварки с присадочной проволокой является отсутствие портативного оборудования, удобного в эксплуатации. Изготавливаемые нашей промышленностью автоматы А-330, А-513, АТГ-3 и др. громоздки, мало приспособлены для работы тонкой электродной проволокой.

Ниже приводятся разработанные на Днепропетровском заводе металлоконструкций им. Бабушкина режимы двухдуговой сварки металла толщиной 12–40 мм и дана характеристика этого способа.

Для двухдуговой сварки применялся сварочный трактор ДТС-24 конструкции Института электросварки. Питание дуг осуществлялось от сварочного трансформатора ТСД-2000.

Первый электрод располагался вертикально, а второй наклонялся под углом 20–25° к вертикали. Расстояние между электродами подбиралось в зависимости от мощности дуг; во всех случаях обе дуги горели в общей ванне. Величина вылета обуславливалась высотой слоя насыпаемого флюса и условиями стабильности горения дуг.

Режимы сварки разрабатывались для случая использования двух электродных проволок диаметром 4 мм.

Таблица 1.7 – Режимы сварки

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Режим сварки							Расстояние между электродами, мм
		V _{св} , м/час	1-я дуга			2-я дуга			
			V _{п.э.} , м/час	U _д , В	Вылет электрод а, мм	V _{п.э.} , м/час	U _д , В	Вылет электрод а, мм	
12-14	3-4	60	103	37-38	50	103	48-50	55	15-17
16	3-4	60	135	37-38	50	103	48-50	55	15-17
18-22	4-5	60	166	38-40	50	166	44-48	55	15-17

1.4 Выбор сварочных материалов

Для сварки соединений конструктивных элементов теплообменных аппаратов могут быть использованы следующие виды сварочных материалов:

- флюсы агломерированные (керамические) и плавленые для автоматической сварки;

- проволоки сплошного сечения для автоматической сварки под флюсом;
- проволоки сплошного сечения для автоматической и полуавтоматической сварки в среде защитных газов;
- защитные газы – двуокись углерода газообразная и смесь «аргон газообразный + двуокись углерода газообразная» – для автоматической и полуавтоматической сварки.

Для применения при изготовлении и ремонте теплообменных аппаратов все сварочные материалы должны быть аттестованы в соответствии с РД 03-613-03 «Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов». Цель аттестации – проверка сварочно-технологических характеристик и качества изготовления сварочных материалов на предмет соответствия техническим условиям и стандартам, оценка качества сварных соединений, уровня их прочностных и вязкопластических свойств.

Проволоки сплошного сечения для сварки в среде защитных газов подлежат аттестации в сочетании «проволока + защитный газ». Аттестации подлежит продукция каждого завода-изготовителя, в случае если одна и та же марка сварочного материала производится на разных заводах.

Сварочные материалы должны обеспечивать равнопрочность металла шва с основным металлом конструкции по пределу прочности, т.е. предел прочности металла шва должен быть не ниже нормативного значения предела прочности основного металла. Сварочные материалы должны также удовлетворять требования к ударной вязкости металла шва и зоны термического влияния.

В данном проекте будут применяться следующие сварочные материалы:

- ручная дуговая сварка – электроды с основным видом покрытия УОНИи 13/55 диаметром 3 мм по ГОСТ 9466-75;
- полуавтоматическая и автоматическая сварка в смеси защитных газов проволока Св-08Г2С диаметром 1,2 мм по ГОСТ 2246-70, газовая смесь: 18% Ar по ГОСТ 8050-85 + 82% CO₂ по ГОСТ 10157-79;
- автоматическая сварка под слоем флюса – проволока Св-08ГА диаметром 2,0 мм по ГОСТ 2246-70, флюс АН-348А по ГОСТ 9087-81.

Таблица 1.8 - Химический состав сварочной проволоки

Марка	Химический состав, %						
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Сера	Фосфор
Св-08ГА	0.1	0.03	0.8-1.1	0.1	0.25	0.025	0.03
Св-08Г2С	0.05-0.11	0.7-0.95	1.8-2.1	0.2	0.25	0.025	0.03

Таблица 1.9 - Химический состав флюса, %

Марка флюса	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
АН-348А	41-44	34-38	6.5	5-7.5	4.5	4-5.5	2	0.15	0.12

1.5.1. Хранение сварочных материалов

Сварочные материалы в соответствии с требованиями изготовителей хранятся в сухих отапливаемых помещениях (температура воздуха – не менее +15°C) при условиях, предупреждающих их увлажнение и гарантирующих сохранность и герметичность упаковки.

Проволоки сплошного сечения и электроды при условии герметичности упаковки и централизованного складирования в специально оборудованном помещении могут храниться без дополнительной проверки перед использованием в течение одного года. При хранении сварочных материалов более 1 года они должны пройти повторную проверку.

Если упаковка негерметична или повреждена, то электроды и проволока подвергаются дополнительной проверке их внешнего вида и сварочно-технологических свойств и используются в первую очередь. Дальнейшему длительному хранению такие сварочные материалы не подлежат.

Сварочные электроды с покрытием основного вида, упакованные в картонные коробки, обтянутые термоусадочной пленкой, или в пластиковые пеналы, прокаливаются перед сваркой при температуре 300–350°С в течение 1,0–1,5 час. с последующим размещением в термостатах (термопеналах). Электроды, не размещенные в термопеналах, хранятся в сушильно-прокалочных печах.

Защитные газы следует хранить в емкостях, в которых их поставляют. Емкости следует хранить в соответствии с правилами по соблюдению техники безопасности по хранению газов и требованиями поставщика. Запрещается смешивать газы в баллонах и емкостях, в которых они поставляются.

1.6 Выбор сварочного оборудования

Источники сварочного тока, применяемые для сварки теплообменных аппаратов, должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечение высоких динамических свойств (время перехода от короткого замыкания к рабочему режиму не более 0,01 секунды);
- регулирование сварочного тока и напряжения дуги с пульта дистанционного управления;
- номинальный сварочный ток для способа РД при $PB = 60\%$ должен составлять не менее 150 А, для способов МП и МПС при $PB = 100\%$ – не менее 250 А, для способа АФ при $PB = 100\%$ – не менее 600 А;

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

- обеспечение минимальных колебаний установленных значений сварочного тока и напряжения из-за взаимного влияния постов (не более $\pm 10\%$ от установленных значений);

- устойчивая работа источника при ручной дуговой сварке во всем диапазоне рабочих токов, в том числе при минимальных, начиная с 60 А.

К источникам сварочного тока предъявляются дополнительные требования по стойкости к воздействию внешних климатических и механических факторов:

- степень защиты IP21 или IP22 по ГОСТ 14254-96 – при эксплуатации источников в помещениях и укрытиях; степень защиты IP23 – при эксплуатации без укрытия на открытом воздухе;

- возможность эксплуатации источников в диапазоне температур от плюс 40°C до минус 40°C;

- возможность эксплуатации при относительной влажности окружающей среды до 80% (при температуре плюс 20°C);

- стойкость к воздействию механических факторов внешней среды – группа M18 по ГОСТ 17516.1-90.

Источники сварочного тока и оборудование, применяемые для сварки теплообменников, должны быть аттестованы в соответствии с положениями РД 03-614-03 «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов» с учетом требований настоящего раздела пояснительной записки.

В данном дипломном проекте необходимо выбрать оборудование для ручной дуговой сварки, полуавтоматической и автоматической сварки в среде защитных газов, а также для автоматической сварки под слоем флюса.

Для РДС – применяем сварочный выпрямитель ВД-306ДК.

Для полуавтоматической сварки – сварочный выпрямитель ВД-306ДК + ПДГО-510.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

Для автоматической сварки в среде защитных газов – автомат А-1406 с ВДУ 506.

Для автоматической под слоем флюса - однодуговой сварочный трактор АДФ-1000 с ВДУ-1250.

Таблица 1.10 - Технические характеристики выпрямителя ВД-306ДК

Наименование параметра	Величина параметра ВД-306ДК
Сварочный ток при ПВ=60%, А	315
Номинальное напряжение на дуге, В	32
Диапазон регулирования сварочного тока, А	
РД (SMAW)	40-350
РАД(GTAW)	12-350
Диапазон регулирование напряжения, В МП, МАДП, ПП (GMAW, FCAW)	15-40
Крутизна наклона выходной вольтамперной характеристики	ступенчатое регулирование
Напряжение холостого хода, В, не более	95
Степень защиты выпрямителя по ГОСТ 14254-80	IP 22
Максимальная потребляемая мощность, кВА, не более	20
Коэффициент полезного действия, не менее	0.7
Масса, кг, не более	140
Габаритные размеры, мм	390×570×616
Напряжение питающей сети, В	3×380 (-10%; +5%) В, 50±1 Гц

Таблица 1.11 - Технические характеристики механизма подачи ПДГО-510

Наименование параметра	Значение
Номинальный сварочный ток, при ПВ=60%, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	Определяется параметрами сварочного выпрямителя
Пределы регулирования напряжения на дуге, В	
Диаметр электродной проволоки, мм сплошной порошковой	1.2-2.0 1.6-3.2
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин при сварке в защитных газах при сварке самозащитной порошковой проволоки	1.16-18.3 1.16-5.0
Расход защитного газа, л/мин	8.0-18.3
Масса проволоки в стандартной кассе диаметром 300 мм, кг	15
Масса, кг	не более 15
Габаритный размер (Ш×В×Д), мм	215×400×640

Таблица 1.12 – Технические характеристики автомата А-1406

Наименование параметра	Значение
Номинальный сварочный ток, при ПВ=60%, А	500
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60-500
Пределы регулирования сварочного тока, А	Определяется параметрами сварочного выпрямителя
Пределы регулирования напряжения на дуге, В	
Диаметр электродной проволоки, мм сплошной порошковой	1.2-2.0; 2.0-5.0 2.0-3.0
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	17-553
Частота тока питающей сети, Гц	50
Масса, кг: - сварочной головки - источника питания	185 275
Габаритные размеры, мм: - сварочной головки - источника питания	1010×890×1725 805×600×1030

Таблица 1.13 – Технические характеристики ВДУ-506

Наименование параметра	Значение	
	ММА	МИГ/МАГ
Режим сварки		
Напряжение питающей сети, В	3х380	
Номинальный сварочный ток при ПВ-60%, А	500	
Номинальный сварочный ток при ПВ-100%, А	390	
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500	60-500
Номинальное рабочее напряжение, В	46	50
Напряжение холостого хода, В	не более	85
Потребляемая мощность при номин.свар.токе, кВА	40	
Масса, кг, не более	230	
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	840х505х795	

Таблица 1.14 – Технические характеристики трактора АДФ-1000

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания сварочного трактора, В	42
Вид регулировки сварочного тока и скорости сварки	плавное
Номинальный сварочный ток, при ПВ=100%, А	1000

Диаметр электродной проволоки, мм	2-5
Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	50-360
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	12-120
Пределы регулирования времени заварки кратера, с	0,5-7
Пределы регулирования времени растяжки дуги, с	0,1-2
Угол поворота сварочной головки: - вокруг вертикальной оси -вокруг горизонтальной оси	$\pm 90^\circ$ $\pm 45^\circ$
Угол отклонения оси токоподвода от вертикальной оси	от $+ 45^\circ$ до $- 30^\circ$
Регулировка сварочной головки, мм - вертикальная - горизонтальная	100 100
Мощность, потребляемая сварочным трактором, ВА	не более 400
Межосевое расстояние колес, мм	260
Колесная колея, мм	325
Вместимость кассеты для проволоки, кг	20
Емкость бункера для флюса, дм куб.	10
Масса, без флюса и проволоки, кг	85
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	720x500x980

Таблица 1.15 – Технические характеристики трактора ВДУ-1250

Наименование параметра	Значение
Напряжение питающей сети, В	3x380
Номинальный сварочный ток, А (ПВ%)	1250 (100)
Пределы регулирования сварочного тока, А	250-1250
Номинальное рабочее напряжение, В	44
Напряжение холостого хода, В	55
Потребляемая мощность, кВА	73
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	790x610x1410
Масса, кг	520

Для сборки кожуха теплообменного аппарата будет применяться следующее технологическое оборудование:

- порталная установка – для сборки и сварки обечаек кожуха теплообменника;
- вращатель сварочный двухстоечный – для сборки и сварки камер кожуха теплообменника;
- роликовый стенд – для вращения изделия при сварке кольцевых швов;
- колонна для сварочного автомата – применяется при сварке кольцевых швов.

1.7 Технология изготовления

В технологическом процессе сборки и сварки корпуса теплообменного аппарата можно выделить три основных этапа:

Сборка под сварку обечаек газораспределительной и теплообменной камер на стенде и сварка корня шва и подварочных слоев полуавтоматической сваркой в среде защитных газов. Далее следует установка обечайки в порталную установку и сварка остальных слоев автоматической сваркой под слоем флюса. Обечайки газораспределительной и теплообменной камер свариваются из одного листа толщиной 22 мм.

Сборка камер под сварку и сварка корневого и подварочных слоев осуществляется в горизонтальном двухстоечном вращателе. Эта операция проходит в следующей последовательности: во вращателе собираются на прихватках обечайка с доньшком, затем эта конструкция также на прихватках собирается с фланцем. Здесь же во вращателе производится сварка.

На третьем этапе камеры собираются вместе по фланцам на болтах и устанавливаются на роликовый стенд, где посредством сварочной колонны

свариваются все кольцевые швы автоматической сваркой в среде защитных газов.

Процесс сборки данного изделия осуществляется поэтапно, то есть путем постепенного наращивания. Сборочные процессы чередуются со сварочными (сварка корневого слоя и подварочных слоев).

Вначале работы листы, обрезанные под нужный размер, укладываются на приемный стеллаж, где производятся подготовительные работы: внешний осмотр; очистка от грязи, ржавчины, консервирующей краски; при необходимости правка допустимых вмятин.

Далее листы поступают на кромко-строгательный станок, где осуществляется разделка кромок. После этого листы попадают в листогибочную машину, где их вальцуют до нужного диаметра и с нужным зазором под сварку. В дальнейшем из листов сваривают обечайки камер.

Сваренные обечайки подаются во вращатель. В одном патроне вращателя зажимается обечайка, в другом – доньшко. Они стыкуются с определенным зазором и прихватываются ручной дуговой сваркой, причем смещение стыкуемых кромок должно быть не более, указанных в таблице 1.16 значений.

Таблица 1.16 - Допустимое смещение стыкуемых кромок

Толщина свариваемых листов, S, мм	Максимально допустимое смещение стыкуемых кромок, мм
До 20	10% S+1
Свыше 20 до 50	15% S, но не более 5

Далее подвижный патрон разжимается и отводится. В освободившийся патрон зажимают фланец и стыкуют его с другим краем обечайки, ставятся прихватки. После сборки производят сварку изделия полуавтоматической сваркой в смеси защитных газов.

Сборку камер также можно производить в вертикальном положении, а не в горизонтальном, как было рассмотрено выше. Однако, вертикальный способ сборки обладает рядом недостатков, по сравнению с горизонтальным:

- во-первых, процесс сборки в вертикальном положении более трудоемок;
- во-вторых, в вертикальном положении труднее стыковать узлы и труднее соблюдать требуемое смещение стыкуемых кромок.

Исходя из вышесказанного, и был сделан выбор в пользу сборки в горизонтальном положении.

Таблица 1.17 – Технологический процесс сборки и сварки кожуха теплообменника

№ п.п.	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование и инструмент
005	Подготовительная	Подать сборочные единицы и детали на рабочее место сборки согласно комплектующей ведомости	Кран-балка, строп цеховой, тара цеховая
010	Контрольная	Произвести контроль деталей (марка стали, подготовка кромок, отсутствие механических повреждений, соответствие геометрических размеров)	Линейка-1000 ГОСТ 427-75, шаблон УШС-3 ТУ 102.338-83
015	Сборочная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зачистить внутреннюю и наружную поверхность стыкуемых кромок шириной не менее 20 мм до чистого металла 2. Собрать и прихватить равномерно по периметру в 4-х местах РДС электродами УОНИи 13/55 ГОСТ 9467-75, выдержав требуемый зазор, обечайку с фланцем и днищем. Допустимое смещение кромок не должно превышать 3.3 мм. Длина прихваток 40-50 мм, высота не менее 3 мм, количество – 8. $I_d = 80-100 \text{ A}$, $U_d = 9-12 \text{ В}$, $\varnothing 3 \text{ мм}$ 3. Зачистить прихватки и околошовную зону до чистого металла 	Машина шлифовальная, вращатель двухстоечный, выпрямитель ВД-306ДК, комплект инструмента электросварщика
020	Контрольная	Проверить величину зазора, смещение кромок, количество и	Шаблон УШС-3 ТУ 102.338-83

		углерода ГОСТ 8050-85) проволокой Св-08Г2С ГОСТ 2246-70. Заполняющие слои: Id = 190-250 А, Ud = 26-28 В, ø 1.2 мм, расход газа - 14 л. Облицовочный слой: Id = 140-190 А, Ud = 20-22 В, ø 1.2 мм, расход газа - 14 л. 4. Клеймить сварной шов клеймом сварщика.	
045	Контрольная	1. Проверить качество сварных швов внешним осмотром. 2. Произвести измерение геометрических размеров швов. 3. Выполнить ультразвуковой контроль швов.	Шаблон УШС-3 ТУ 102.338-83 для ультразвукового контроля

1.8 Расчет режимов сварки

1. Режимы прихваток подбираем в соответствии с рекомендациями [1].

Таблица 1.18 – Режимы прихваток

Номер слоя	Марка электрода	Диаметр электрода	Род и полярность тока	Сварочный ток, А
Сварка прихваток	УОНИ 13/55	3.0	постоянный, обратная	90-120

2. Расчет режима для автоматической сварки в среде защитных газов
 Проволока Св08Г2С.

Газ – аргон+двуокись углерода.

а) сила сварочного тока:

$$I_{св} = \frac{\pi d_3^2}{4} \cdot j \quad (1.2)$$

где d_3 – диаметр электрода, мм;

j – допустимая плотность тока, А/мм².

$$I_{cb} = \frac{3.14 \cdot 2^2}{4} \cdot (51 \div 57) = 160 \div 180 \text{ А.}$$

б) Напряжение на дуге:

$$U_o = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_s^{0.5}} \cdot I_{cb} \pm 1 = 20 + \frac{0.05}{2^{0.5}} (160 \div 180) \pm 1 = 25 \div 26 \text{ В.} \quad (1.3)$$

в) Скорость сварки:

$$V_{cb} = \frac{A}{I_{cb}}, \quad (1.4)$$

$$V_{cb} = \frac{10000}{(160 \div 180)} = 62.5 \div 55.5 \text{ м/час}$$

Найдём площадь прохода:

$$f_n = \frac{I \cdot \alpha}{v \cdot V} = \frac{170 \cdot 12.5}{7.8 \cdot 60} = 4.5 \text{ мм}^2 \quad (1.5)$$

Сварка ведется за несколько проходов таблица 1.19.

Таблица 1.19 – Режимы механизированной сварки в среде защитных газов

Назначение сварки слоев шва	Расход газа, л/мин	Диаметр проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость сварке, см/мин	Вылет электрода, мм
Сварка корневого шва	15	1.2	120-140	17-18	20-23	8-12
Сварка подварочных швов	16	1.2	140-190	22-24	20-24	8-12

3. Расчет режима для автоматической сварки под флюсом.

Проволока Св08ГА.

Флюс – АН-348А.

а) сила сварочного тока:

$$I_{св} = \frac{\pi d_3^2}{4} \cdot j, \quad (1.6)$$

где d_3 – диаметр электродной проволоки, мм;

j – допустимая плотность тока, А/мм².

$$I_{св} = \frac{3.14 \cdot 3^2}{4} \cdot (45 \div 65) = 318 \div 460 \text{ А.}$$

б) Напряжение на дуге:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_3^{0.5}} \cdot I_{св} \pm 1 = 20 + \frac{0.05}{3^{0.5}} (318 \div 460) \pm 1 = 30 \div 34 \text{ В.} \quad (1.7)$$

в) Скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{A}{I_{св}}, \quad (1.8)$$

$$V_{св} = \frac{14000}{(318 \div 455)} = 44 \div 30 \text{ м/час}$$

Найдём площадь прохода:

$$f_n = \frac{I \cdot \alpha}{v \cdot V} = \frac{400 \cdot 11.8}{7.8 \cdot 37} = 16.7 \text{ мм}^2 \quad (1.9)$$

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

Так как площадь сварного шва $f_{шва} = 50 \text{ мм}^2$, то сварка ведется за три прохода.

1.9. Выбор методов и организация контроля качества

Возможные дефекты сварных швов: кратеры, подрезы, поры, непровар, включения шлака, прожог, несплавления, наплывы, свищи. Для их предотвращения и обнаружения на заводе-изготовителе должна быть хорошо организованная система контроля качества, гарантирующая получение высококачественных сварных соединений. Эта система должна включать в себя:

1. Предварительный контроль;
2. Операционный контроль;
3. Контроль качества готовых изделий.

Предварительный контроль

Предусматривает проверку квалификации сварщиков, термистов, дефектоскопистов и инженерно-технических работников; качества сварочных материалов; состояния сварочного и термического оборудования и аппаратуры, сборочно-сварочных приспособлений, аппаратуры, приборов и материалов для дефектоскопии.

Операционный контроль

Высокое качество сварных швов обеспечивается хорошей организацией и контролем сварочного производства. Операционный контроль в процессе изготовления сварных соединений теплообменников осуществляется на всех стадиях сборки и сварки. Правильная организация его является надежной гарантией безаварийной эксплуатации

теплообменных аппаратов. Операционный контроль, проводимый на всех этапах строительства распространяется на следующее:

- соблюдением требуемой формы разделки кромок, их чистоты, качества сборки и т.п.;
- соблюдение последовательности, чередования сборочных и сварочных операций в соответствии с технической документацией;
- соблюдение установленных режимов сварки и порядка наложения швов.

Операционный контроль проводит мастер или производитель работ. Кроме операционного контроля сварные соединения подвергаются внешнему осмотру и неразрушающему контролю физическими методами.

Контроль качества готовых изделий

К данному виду контроля при производстве теплообменных аппаратов относятся:

- ультразвуковая дефектоскопия;
- гидравлическое испытание.

Ультразвуковая дефектоскопия

Этот метод основан на пропускании сквозь контролируемый материал ультразвуковых волн и на последующем улавливании отраженного или прямого сигнала. В соответствии с требованиями ГОСТ 14782-69 контроль сварных соединений должен проводиться с помощью ультразвуковых дефектоскопов, позволяющих измерять координаты расположения отражающей поверхности. Поверхность сварного соединения не должна иметь вмятин и неровностей, должна быть очищена от брызг металла, грязи, окалины и покрыта слоем жидкой контактирующей среды.

Гидравлическое испытание

Производится с целью проверки прочности и плотности сварных соединений конструкций, работающих под давлением. Испытание состоит из следующих операций: заполнения конструкции водой, создания в ней пробного давления P , равного $1,25P_{\text{раб}}$, выдержки при пробном давлении не менее 5 мин, снижения давления до рабочего и осмотра сварных соединений при рабочем давлении. Плотность сварных соединений контролируется двумя манометрами. Для гидроиспытания использовать воду с температурой не ниже 5°C .

Технологический процесс сборки и сварки корпуса распределительной камеры

Внимание! Во время работы по сборке и сварке строго соблюдать инструкции по технике безопасности:

- №3-024 Инструкция по охране труда для электросварщиков, занятых ручной сваркой, на автоматических и полуавтоматических машинах.
- №3-017 Инструкция по охране труда для слесарей и слесарей-сборщиков.

К выполнению сварочных работ допускаются электросварщики, прошедшие аттестацию в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства ПБ 03-273-99», и, допущенные к сварке сосудов, подведомственных Ростехнадзору.

Исправление дефектов

1. Недопустимые дефекты, выявленные в результате проведения визуального и измерительного контроля, исправлять до проведения физических методов контроля.

2. При обнаружении недопустимых дефектов произвести исправление до полного удаления дефектов, с последующей заваркой.

Исправление производить электродами УОНИи 13/55 – \varnothing 3 мм ГОСТ 9467-75; $I_{\text{д}} = 90...110$ А.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

2.1. Техническое описание портальной установки для сварки продольного шва обечайки

Для повышения уровня механизации и автоматизации технологического процесса, а также для повышения производительности труда в выпускной квалификационной работе применена портальная установка для сварки продольного шва обечайек (рисунок 2.1). По технологическому процессу свальцованные с заданным зазором обечайки портальным краном подаются в портальную установку.

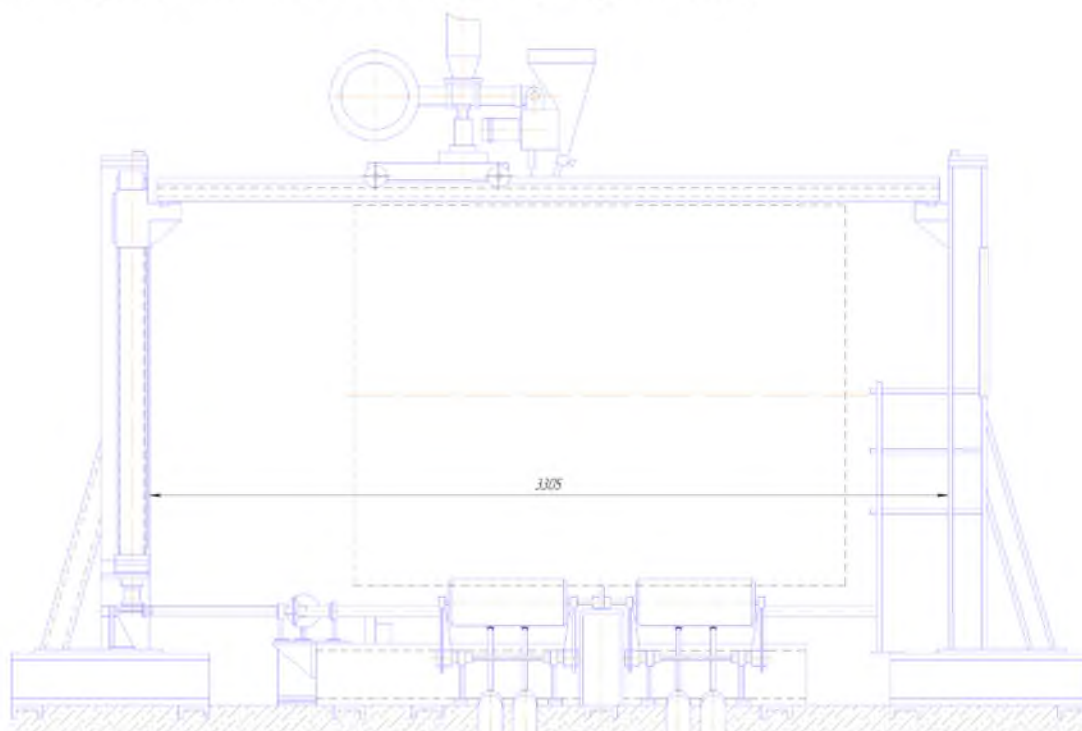


Рисунок 2.1 – Портальная установка

В установке, обечайки укладывают на роликоопору, при помощи привода вращения обечайка устанавливается в положение под сварку. Механизм подъема опускает верхнюю раму на нужную высоту и сварочный трактор выполняет сварку наружного продольного шва обечайки. Сварочный трактор передвигается со сварочной скоростью по рельсовому пути. Подвижная верхняя рама портала позволяет сваривать обечайки диаметром 400–1200 мм и длиной до двух метров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ

Лист

53

Технические характеристики портальной установки

1. Диаметр свариваемых обечаек, мм	400–1200
2. Длина свариваемых обечаек, м	до 2
3. Марка сварочного трактора	АДФ-1000
4. Марка электродвигателя	АМ 71-6
5. Редуктор	6Ц2-100

2.2. Техническое описание вращателя сварочного двухстоечного

В данном дипломном проекте вращатель используется для сборки и сварки камер теплообменника (рисунок 2.2). В этом случае сборка и сварка производится на одном рабочем месте, в отличие от заводской технологии, где эти операции осуществляются на разных рабочих местах. Причем в предложенной технологии упрощается сборочная операция.

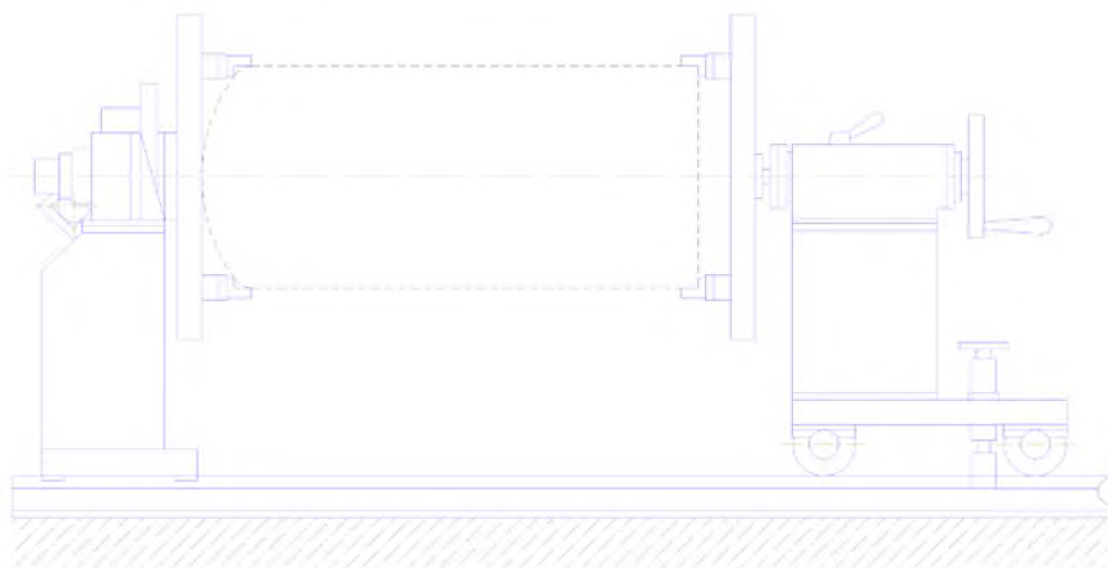


Рисунок 2.2 - Вращатель

Сборка во вращателе осуществляется следующим образом: доньшко зажимается в патрон передней бабки, а обечайка – в патрон задней бабки, затем задняя подвижная бабка подводится к передней бабке, и зажатые

изделия стыкуются по кромкам. После стыковки происходит прихватка ручной дуговой сваркой штучными электродами. Операция наращивания фланца производится аналогично.

После сборочных операций выполняется сварочная операция: приводная планшайба вращает изделие со сварочной скоростью и производится полуавтоматическая сварка в среде защитных газов плавящимся электродом корневого и подварочных слоев.

Вращение планшайбы осуществляется от электродвигателя постоянного тока через червячный редуктор. Задняя стойка, состоящая из бабки с выдвижной пинолью, устанавливается на тележке, передвигаемой по рельсовому пути вручную. Пиноль задней бабки имеет механизм выдвижения.

Вращатель снабжен устройством для автоматической остановки после окончания сварки, а также двумя захватами для крепления к рельсовому пути.

Электроаппаратура управления размещена в нише передней стойки.

Управление кнопочное с переносного пульта.

Климатическое исполнение – УХ Л 4, ГОСТ 15150-69.

Основные технические данные

1. Наибольшая грузоподъемность, кг	2000
2. Наибольший крутящий момент на оси вращения, Н·м	1000
3. Диаметр свариваемых круговых швов, мм	100–1000
4. Высота центров, мм	1000
5. Угол поворота планшайбы, град	360
6. Частота вращения планшайбы, об/мин	0,05–2,5
7. Ход пиноли задней стойки, мм	170
8. Ток питающей сети:	
род	переменный
частота, Гц	50

напряжение, В	380
9. Род тока электропривода вращения планшайбы	от собственного преобразователя
10. Мощность электродвигателя, кВт	1,0
11. Габарит, мм	6000×1600×1800
12. Масса, кг	1120

2.3. Техническое описание сварочного роликового стэнда

Сварочные роликовые стэнды предназначены для вращения свариваемых изделий типа тел вращения, как правило, цилиндрических. Роликовые стэнды собираются из роликовых опор и приводов. Роликовые опоры могут объединяться в секции.

Роликовые опоры бывают стационарными, перекидными и сдвоенными балансирными. Стационарные опоры имеют неподвижную ось ролика. Перекидная опора имеет шарнир для поворота обоймы с роликом в различные положения. Вариантом перекидной опоры может быть переустанавливаемая опора, имеющая несколько фиксированных положений. В конструкцию балансирных опор входят сдвоенные ролики, которые самоустанавливаются в зависимости от диаметра свариваемого изделия.

Крутящий момент передается от ролика свариваемому изделию за счет трения, поэтому для лучшего сцепления с изделием контактная поверхность роликов покрывается резиной. При нагрузках, превышающих допустимые нагрузки на резину, применяются комбинированные ролики, в которых чередуются участки, покрытые резиной, с участками открытого металла. При этом радиус участка, покрытого резиной, превышает радиус металлического участка на величину, несколько меньшую величины допустимой деформации резины. При работе резина сжимается до уровня металлических участков, и

избыточная нагрузка воспринимается металлом. В случае больших нагрузок применяются также заблокированные – удлиненные ролики.

Секции роликовых опор представляют собой пару опор одинакового или различных типов, которые устанавливаются на общем основании. Секции могут быть стационарными и передвижными. Для расширения диапазона диаметров свариваемых изделий расстояние между роликовыми опорами в секции может меняться.

Роликовые опоры выполняются приводными и холостыми. Приводные опоры отличаются от холостых наличием вывода концов валов роликов для присоединения к системе привода. Иногда приводные роликовые опоры выпускаются вместе с приводом и компонуются в стенде вместе с холостыми опорами без дополнительного привода.

Привод роликовых стенов представляет собой систему электродвигателя с редуктором, которая обеспечивает вращение приводных роликов в роликовом стенде со сварочной или маршевой скоростью. Приводы роликовых стенов со сварочной скоростью оснащаются двигателями постоянного тока и имеют бесступенчатое регулирование числа оборотов.

В данном проекте применен сварочный роликовый стенд (рисунок 2.3), состоящий из трех секций роликовых опор. Две крайние секции выполнены приводными, средняя – холостая. Роликовая опора используется совместно со сварочной колонной для автоматической сварки в среде защитных газов кольцевых швов.

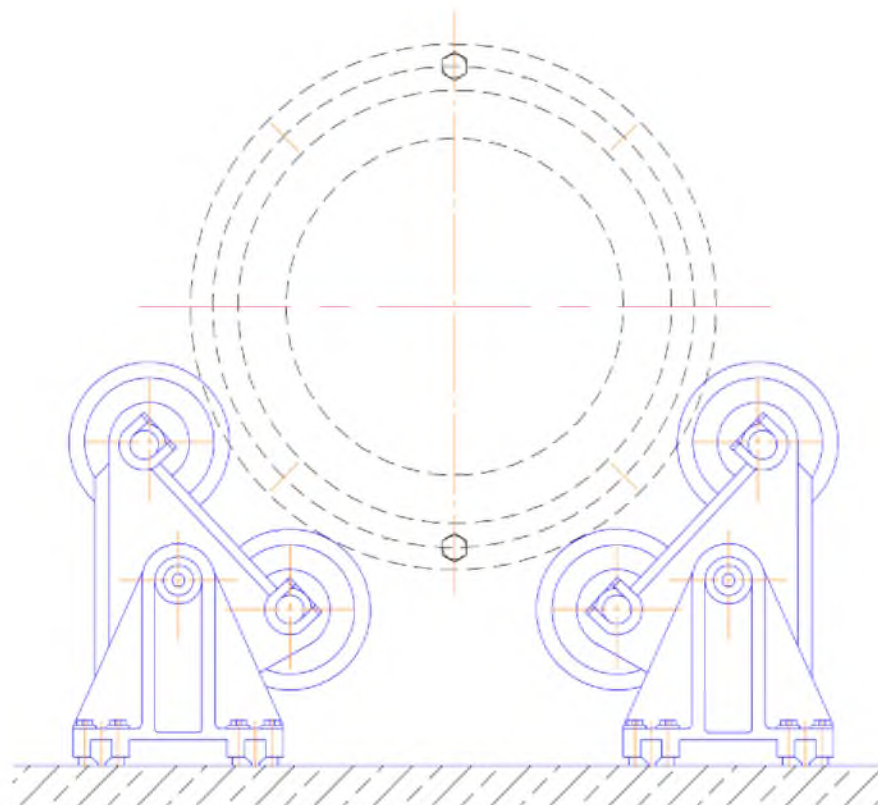


Рисунок 2.3 – Роликовый стенд

2.3.1 Расчёт электродвигателя для привода вращения роликов

Требуемая мощность привода (мощность на выходе привода) рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{вых}} = F * V, \quad (2.1)$$

где $P_{\text{вых}}$ – полезная мощность, Вт;

F – окружная сила, Н;

V – скорость сварки, м/с.

$$P_{\text{вых}} = 3500 * 0,01 = 35 \text{ Вт}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Коэффициент полезного действия находим по формуле:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{шп}} * \eta_{\text{м}} * \eta_{\text{п}} * \eta_{\text{ч}} * \eta_{\text{ц}}, \quad (2.2)$$

где $\eta_{\text{шп}}$ – КПД зубчатой цилиндрической передачи;

$\eta_{\text{м}}$ – КПД муфты;

$\eta_{\text{п}}$ – КПД одной пары цилиндрических подшипников;

$\eta_{\text{ч}}$ – КПД червячной передачи;

$\eta_{\text{ц}}$ – КПД цепной передачи.

$$\eta_{\text{общ}} = 0,97 * 0,97 * 0,99 * 0,99 * 0,85 * 0,92 = 0,72$$

Потребная мощность электродвигателя (расчетное значение) определяется по формуле:

$$P_1 = P_{\text{вых}} / \eta_{\text{общ}}, \quad (2.3)$$

$$P_1 = 35 / 0,72 = 48,3 \text{ Вт}$$

Частота вращения приводного вала определяем по формуле:

$$N_{\text{в}} = (60 * V) / (\pi * D), \quad (2.4)$$

$$N_{\text{в}} = 60 * 0,01 / 3,14 * 0,16 = 1,2 \text{ об/мин}$$

Предварительное значение передаточного числа привода:

$$U_{\text{пр}} = U_{\text{ц}} * U_{\text{ч}} * U_{\text{кп}} * U_{\text{шп}}, \quad (2.5)$$

$$U_{\text{пр}} = ((1,5 - 4)2) * (1 - 4) * (28 - 40) = 84 \dots 1280$$

$$N_3 = U_{\text{пр}} * N_{\text{в}}, \quad (2.6)$$

$$N_3 = (84 * 1,2) \dots (1280 * 1,2) = 100 \dots 1536 \text{ об/мин}$$

Выбираем стандартное значение синхронной частоты.

$$N_c = 1500 \text{ об/мин}$$

Согласно рекомендации подбираем электродвигатель с мощностью P_3 ближайшей к расчетной $P1 = 42,2 \text{ Вт}$.

$$P_3 = 50 \text{ Вт} > P1 = 42,2 \text{ Вт}.$$

2.3.2 Расчет опор роликов

Для сварки кольцевых швов используется стенд с роликами, состоящий из роликовых пар, которые служат для вращения изделия со сварочной скоростью. Роликовые опоры выбираются по ГОСТу из стандартного ряда, в зависимости от грузоподъемности. Для обеспечения жесткости предварительно принимаем 2 роликовых пары. Определим нагрузку приходящуюся на одну опору по формуле:

$$R = \frac{G}{n \cdot \cos \alpha / 2}, \quad (2.7)$$

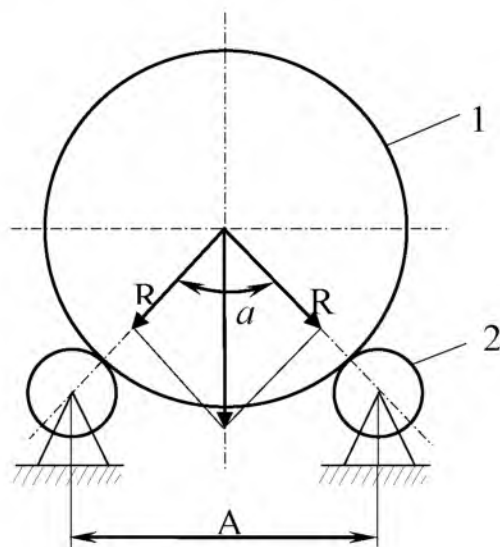
где G – вес изделия, Н;

n – число роликов, $n=4$ штуки;

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

R – радиальная нагрузка на одну опору, Н;

α – центральный угол.



1 – изделие; 2 – ролик

Рисунок 2.4 – Роликовая опора

$$R = \frac{8300}{4 \cdot \cos 55^\circ} = 3640 \text{ Н}$$

Исходя из расчета выбираем роликовые опоры с допустимой нагрузкой 250 кг на ролик.

2.4. Техническое описание и расчет колонны для сварочного автомата

Колонна (рисунок 2.5) предназначена для крепления и перемещения сварочного автомата при дуговой сварке в смеси защитных газов кольцевых швов корпуса теплообменного аппарата. Используется совместно с роликовым стандом.

Колонна снабжена фильтровентиляционным агрегатом для отсоса вредных веществ из зоны сварки.

Колонна является передвижной (по рельсовому пути). Движение осуществляется четырехколесным шасси с приводом перемещения. Подъем и опускание консоли осуществляется при помощи механизма подъема.

Конструктивная схема колонны выполнена так, что все основные перемещения сварочного автомата осуществляются в прямоугольной системе координат, и, кроме того, имеется возможность поворота вокруг вертикальной оси колонны за счет опорно-поворотного устройства с приводом поворота.

Колонна поставляется в комплекте со сварочной головкой А-1406 и источником питания ВДУ 506 для сварки в среде защитных газов.

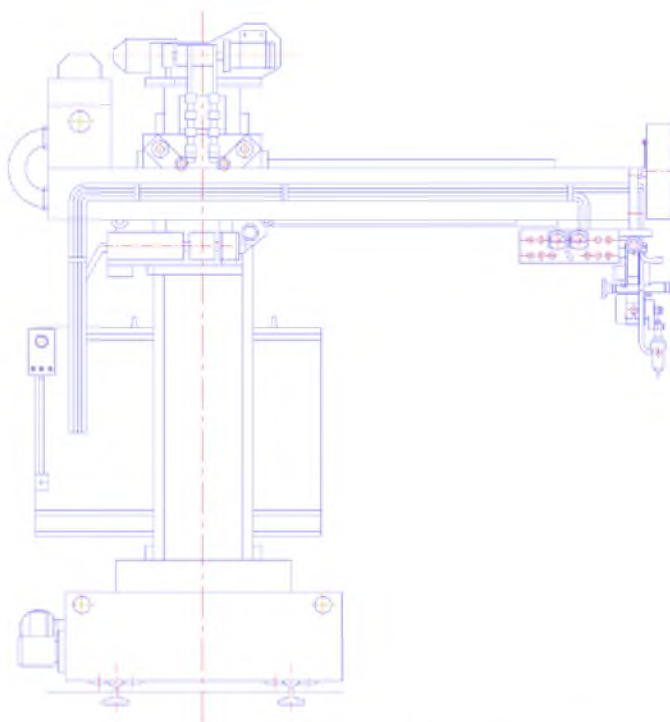


Рисунок 2.5 – Колонна со сварочным автоматом

Основные технические данные

Ход рабочего органа, мм:

горизонтальный	1600
вертикальный	1600
Угол поворота рабочего органа вокруг оси колонны, град	360

Скорость перемещения колонны, м/с:	
маршевая, не менее	0,1
сварочная	0,01–0,05
Скорость перемещения рабочего органа консоли, м/с:	
горизонтального:	
маршевая, не менее	0,1
сварочная	0,001–0,05
вертикального	0,032
Наибольшая нагрузка на конец консоли, кН	2,0
Наибольший сварочный ток (ПВ=60%), А	1250
Ток питающей сети:	
род	Переменный
частота, Гц	50
напряжение, В	380
Габарит, мм	4400×1950×3480
Масса колонны (без источника питания), кг	2850

Расчет механизма подъема

Главным назначением подъемных механизмов в сварочных тележках является подъем и опускание кронштейна или выдвижной штанги, несущей на себе сварочный аппарат. Необходимое усилие P для подъема штанги (рис. 2.6) складывается из веса поднимаемого груза G_1 и сопротивления вращению направляющих роликов.

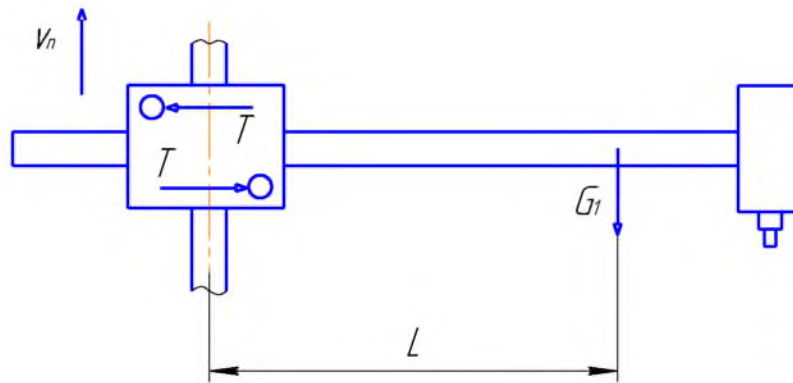


Рисунок 2.6 - Расчетная схема механизма подъема штанги

Вес поднимаемого груза складывается из веса сварочного аппарата и веса выдвижной штанги:

Сопротивление направляющих роликов W зависит от величины опорных реакций этих роликов T .

$$T = G_1 \cdot \frac{L}{h}, \quad (2.8)$$

Тогда подъемное усилие определится следующим образом:

$$P = G_1 \cdot \left[1 + \frac{2L}{h} \cdot f_c \right], \quad (2.9)$$

где $f_c \approx 0,1$ - коэффициент трения скольжения в опорах;

$h = 30$ см – ширина швеллера.

$$P = 1732 \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot 0,8}{0,3} \cdot 0,1 \right] = 2656H$$

Мощность электродвигателя механизма подъема:

$$N = \frac{P \cdot v_{\Pi}}{6100\eta}, \quad (2.10)$$

где V_{Π} - скорость подъема, м/мин; обычно принимают $V_{\Pi} = 1,2$ м/мин;
 $\eta = 0,65$ – общий КПД механизма подъема.

$$N = \frac{2656 \cdot 1,2}{6100 \cdot 0,65} = 0,8 \text{ кВт}$$

Расчет механизма выдвижения штанги

По рис. 2.7

$$Q_1 = G_1 (l_1 + l_2) / l_2; \quad (2.11)$$

$$Q_2 = G_1 l_1 / l_2.$$

Усилие передвижения штанги по направляющим роликам :

$$W_{\text{ш}} = G_1 \cdot \frac{2l_1 + l_2}{l_2} \cdot f_c, \quad (2.12)$$

$$W_{\text{ш}} = 2656 \cdot \frac{2 \cdot 0,65 + 0,3}{0,3} \cdot 0,1 = 1417 \text{ Н}$$

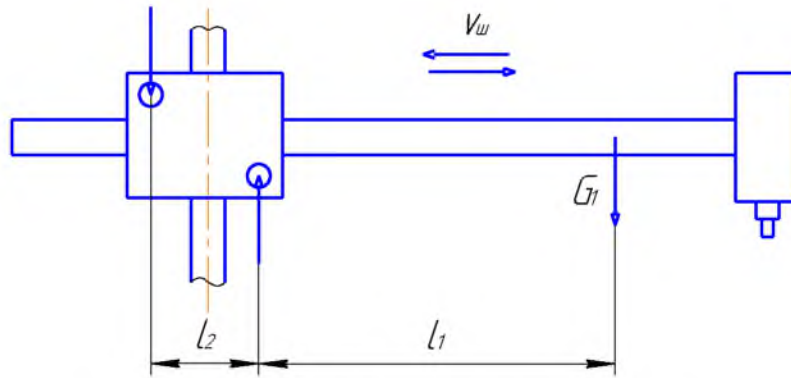


Рисунок 2.7 - Расчетная схема механизма выдвижения штанги

Мощность двигателя механизма выдвижения штанги с учетом КПД:

$$N = \frac{W_{ш} \cdot v_{ш}}{6100\eta}, \quad (2.13)$$

где $v_{ш}$ - скорость передвижения штанги, принимается $v_{ш} = 0.8 - 1,2$ м/мин.

$$N = \frac{1417 \cdot 1,1}{6100 \cdot 0,65} = 0,4 \text{ кВт}$$

Вывод: Выбранное и спроектированное в данной части выпускной квалификационной работе оборудование для сборки и сварки позволит усовершенствовать технологический процесс изготовления теплообменного аппарата, повысить качество сварных соединений и культуру изготовления изделий, облегчить труд сварщиков и сборщиков, повысить производительность труда.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Технико-экономическое обоснование проекта

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) должно кратко и недвусмысленно отражать чистую идею проекта. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) не должно быть нагружено деталями реализации.

Содержание ТЭО

1. О проекте:

1.1 Наименование проекта - разработка технологии сборки и сварки кожуха теплообменника.

1.2 Цель проекта – рассчитать технико-экономические показатели проекта.

2. Исходные данные по проекту:

2.1 Основные виды деятельности – сборка и сварка кожуха теплообменника.

2.2 Производственные возможности – обеспечение программы выпуска в 1000 шт.

3.1 Определение типа производства

Исходя из веса изделия и готовой программы выпуска (1000 шт.), по табличным данным определяем, что тип производства кожуха теплообменника – серийный.

3.2 Расчет нормы времени

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

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

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

где t_0 – 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.

Общая длина сварных швов 37,8 метров, тогда основное время будет равно:

$$t_0 = \frac{l_{шв}}{V_{св}}, \quad (3.2)$$

$$t_0 = \frac{37,8}{25} = 1,5 \text{ часа}$$

$$t_{опер} = t_0 + t_{вн}, \quad (3.3)$$

где $t_{вн} = 3$ часа

$$t_{опер} = t_0 + t_{вн}$$

$$t_{опер} = 1,5 + 3 = 4 \text{ часа}$$

$$t_{обс} = 4 * 0,1 = 0,4 \text{ час}$$

$$t_{отд} = 4 * 0,07 = 0,28 \text{ час}$$

$$t_{шт} = 4 + 0,4 + 0,28 = 4,68 \text{ часа}$$

3.3 Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих

Расчет действительного фонда времени работы оборудования производится по формуле:

$$F_{\phi}^0 = F_{НОМ}^0 \cdot k_{ППР}, \quad (3.4)$$

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

где F_{\circ}^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:

$$F_{НОМ}^0 = \frac{D_2 \cdot Ч_н}{D_н}, \quad (3.5)$$

где D_2 – число дней работы в году, $D_2 = 252$ дня;

$Ч_н$ – число часов работы в неделю, $Ч_н = 40$ ч;

$D_н$ – число дней работы в неделю, $D_н = 5$ дней.

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

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

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле:

$$F_{\circ}^p = F_{НОМ}^p \cdot k_0, \quad (3.6)$$

где F_{\circ}^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, $k = 0,88$.

$$F_{НОМ}^p = \frac{D_2 \cdot Ч_H}{D_H}, \quad (3.7)$$

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

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

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

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:

$$C_p = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_o^p \cdot k_v \cdot k_{пр}}, \quad (3.8)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, шт;

$t_{шт.к}$ – штучное время, ч;

F_o^p – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

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

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

$$C_p = \frac{4,68 \cdot 1000}{2016 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 2,4 \text{ шт}$$

Согласно этому на участке 3 единицы сварочного оборудования оборудования.

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

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

$$\eta_{\text{загр}} = 2,4/3 = 0,8 \quad (3.9)$$

Определяем расчетное количество основных рабочих $P_{\text{р}}^{\text{о}}$:

$$P_{\text{р}}^{\text{о}} = \frac{t_{\text{нм.к}} \cdot N}{F_{\text{д}}^{\text{р}} \cdot \kappa_{\text{в}}}, \quad (3.10)$$

где $F_{\text{д}}^{\text{р}}$ - действительный фонд времени работы одного рабочего в год, ч/год;
 $\kappa_{\text{в}}$ - коэффициент выполнения норм выработки рабочими, $\kappa_{\text{в}}=1,2$.

$$P_{\text{р}}^{\text{о}} = \frac{4,68 \cdot 1000}{1818 \cdot 1,2} = 2,4 \text{ чел.}$$

Принимаем количество рабочих равное количеству основного оборудования:

$$P_{\text{пр}}^{\text{о}} = 3 \text{ чел.}$$

Определяем коэффициент загрузки рабочих $\eta_{\text{загр}}$:

$$\eta_{\text{загр}} = 2,4/3 = 0,8$$

3.5 Расчет капитальных вложений

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{пр}}, \quad (3.11)$$

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.

Капитальные вложения в сварочное оборудование включают затраты на:

Автомат А-1406 с выпрямителем ВДУ-506, автомат АДФ-1000 с выпрямителем ВДУ-1250 $(200000+220000)=420000$ руб. (цена автомата А-1406 с выпрямителем ВДУ-506 – 200000 руб., цена автомата АДФ-1000 с выпрямителем ВДУ-1250 – 220000 руб.)

Полуавтомат ПДГ-510 с выпрямителем ВДУ-306 ДК – 1 шт (80000 руб.)

Капитальные вложения в приспособления включают стоимость приспособлений:

Вращатель сварочный марка 8000 ННТ – 1 шт (750000 руб.)

Установка для сварки кольцевых швов марка Bendmak CR-50 – 1 шт (350000 руб.)

Портал для сборки и сварки марка MZG 2*1000 – 1 шт (600000 руб.)

Общие капитальные вложения:

$$K_{\text{общ}} = 500000 + 1700000 = 2200000 \text{ руб}$$

Удельные капитальные вложения:

$$K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / N, \quad (3.12)$$

где N – программа выпуска

$$K_{\text{уд}} = 2200000 / 1000 = 2000 \text{ руб.}$$

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

3.6 Расчет текущих затрат

Определяем технологическую себестоимость C_m сварочных работ на одно изделие:

$$C_m = C_{o.m} + C_M + C_э + C_з + C_{об}, \quad (3.13)$$

где $C_{o.m}$ – затраты на основной материал;

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.

В качестве основного материала изделия используется листовой прокат из стали 09Г2С.

Затраты на основной материал рассчитываются по формуле:

$$C_{o.m} = M_{o.m} \cdot Ц_{o.m}, \quad (3.14)$$

где $M_{o.m}$ – масса изделия, тн, $M_{o.m} = 9,297$ тн;

$Ц_{o.m}$ – цена основного металла изделия, руб/тн, $Ц_{o.m} = 45000$.

$$C_{o.m} = 9,297 \cdot 45000 = 418365$$

Затраты на сварочные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_M = C_{эл} + C_{Г} + C_{ф}, \quad (3.15)$$

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

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

$C_{г}$ - затраты на защитный газ;

$C_{ф}$ – затраты на флюс.

Затраты на электродную проволоку

Для изготовления изделия применяем сварочную проволоку Св 08Г2С диаметром 2 мм.

$$C_3 = Q_H \cdot \beta \cdot C_{эл}, \quad (3.16)$$

где Q_H – масса наплавленного металла;

β – расход электродов (проволоки); $\beta=1,02$;

$C_{эл}$ – электродной проволоки.

Масса наплавленного металла:

$$Q_H = F_{ш} * L_{ш} * \gamma, \quad (3.17)$$

где $F_{ш}$ - площадь поперечного сечения стыковых швов, m^2 ;

$L_{ш}$ - протяженность швов, м;

γ - плотность стали, $\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3$.

$$Q_H = 0,727 * 10^{-3} * 37,8 * 7800 = 214,3 \text{ кг}$$

$$C_3 = 214,3 * 1,02 * 53,9 = 11781,8 \text{ руб}$$

Затраты на защитный газ:

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

$$C_T = Q_T \cdot C_{CO_2}, \quad (3.18)$$

где Q_T – расход газа на изделие, м³;

C_{CO_2} – цена углекислого газа, руб/м³; $C_{CO} = 54$ руб.

$$Q_T = 0,3 \text{ м}^3$$

$$C_T = 0,3 \cdot 54 = 16,2 \text{ руб}$$

Затраты на флюс.

$$C_\phi = Q_n \cdot \beta \cdot C_{\phi}, \quad (3.19)$$

где Q_n – масса наплавленного металла;

β – расход флюса, $\beta=1,1$;

C_{ϕ} – цена флюса.

$$C_\phi = 214,3 \cdot 1,1 \cdot 27,2 = 6411,9 \text{ руб}$$

$$C_M = 11781,8 + 16,2 + 6411,9 = 18209,9 \text{ руб}$$

Затраты на технологическую электроэнергию.

Затраты на технологическую электроэнергию C_ε шва для дуговой сварки определяют по формуле:

$$C_\varepsilon = Q_n \cdot q_\varepsilon \cdot C_\varepsilon, \quad (3.20)$$

где Q_n – масса наплавленного металла, кг; $Q_n = 214,3$ кг;

q_ε – расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, $q_\varepsilon = 8$ кВт/кг;

C_ε – цена электроэнергии, $C_\varepsilon = 1,6$ руб/кВт.

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

$$C_{\text{Э дыз}} = 214,3 * 8 * 1,6 = 2743 \text{ руб}$$

Определяем затраты труда на заработную плату C_3 , руб/изделие:

$$C_3 = Z_o + Z_d + O_c, \quad (3.21)$$

где Z_o – основная з/плата, руб;

Z_d – дополнительная з/плата, руб;

O_c – отчисления на социальное страхование, руб.

Определяем основную заработную плату производственных рабочих:

$$Z_o = t_{\text{ум}} \cdot k_m \cdot k_d, \quad (3.22)$$

где k_m – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч; $k_m = 100$ руб/ч;

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

$$Z_o = 4,68 \cdot 100 \cdot 1,6 = 748,8 \text{ руб}$$

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

$$Z_d = Z_o \cdot \frac{g}{100}, \quad (3.23)$$

где g – процент дополнительной з/платы, $g = 15\%$

$$Z_d = 748,8 \cdot \frac{15}{100} = 112,3 \text{ руб.}$$

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

$$O_c = (Z_o + Z_o) \cdot \frac{C}{100}, \quad (3.24)$$

где C – процент отчислений на социальные нужды – 30% + 1,2% страхование от несчастных случаев на производстве.

$$O_c = (748,8 + 112,3) \cdot \frac{31,2}{100} = 268,6 \text{ руб}$$

$$C_3 = 748,8 + 112,3 + 234,2 = 1129,7 \text{ руб/изд}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяем по формуле:

$$C_{об} = A_o + Z_{мп}, \quad (3.25)$$

где A_o – амортизационные отчисления;

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

Затраты на амортизацию сварочного оборудования по формуле:

$$A_o = \frac{\sum_{i=1}^m S_i \cdot n_i \cdot H_a \cdot \eta_{загр}}{N \cdot 100}, \quad (3.26)$$

где S_i – балансовая стоимость единицы оборудования i – типоразмера;

n_i – количество единиц оборудования;

H_a – норма амортизационных отчислений, (27%).

$$A_o = (2200000 * 27 * 0,8) / (1000 \cdot 100) = 475,2 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$Z_{тр} = (P_o \cdot K_{об} \cdot \eta_{загр}) / (N \cdot 100), \quad (3.27)$$

где P_o - процент отчислений на текущий ремонт оборудования, $P_o = 11 \%$.

$$Z_{тр} = (2200000 * 11 * 0,8) / (1000 \cdot 100) = 193,6 \text{ руб.}$$

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

$$C_{об} = 475,2 + 193,6 = 668,8 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления одного кожуха:

$$C_T = 418365 + 18209,9 + 2743 + 1129,7 + 668,8 = 441116,4 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость выполнения годовой программы составит:

$$C_T = 441116,4 \cdot 1000 = 441116400 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты:

$$W = (c_i + E_H \cdot k_i) \cdot N_i \quad (3.28)$$

где c_i – текущие затраты на производство единицы продукции, руб.;

E_n – коэффициент экономической эффективности;

k_i – удельные капитальные вложения;

N_i – годовая программа выпуска продукции.

$$W = (441316,2 + 0,25 \cdot \frac{2200000}{1000}) \cdot 1000 = 44186620 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости сварочного оборудования определим по формуле:

$$\tau = \frac{W}{C_T \cdot N}, \quad (3.29)$$

$$\tau = \frac{44186620}{441316,2 \cdot 1000} = 0,12 \text{ года}$$

Результаты расчетов сведены в графическую часть проекта.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Введение

Машиностроение является одним из травмоопасных производств, следовательно, улучшение условий охраны труда имеет огромное социальное и экологическое значение.

Задача охраны труда - свести к минимуму вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

В свою очередь производительность труда повышается за счет сохранения здоровья и работоспособности человека, экономии живого труда путем повышения уровня использования рабочего времени, продления периода активной трудовой деятельности человека, экономии общественного труда путем повышения качества продукции, улучшения использования основных производственных фондов, уменьшения числа аварий.

На основе повышения технического уровня производства сокращается применение ручного и тяжелого труда, повышается уровень оснащенности предприятий средствами производственной санитарии, техники безопасности и пожарной безопасности.

Главной задачей является создание безопасного оборудования, технологий и средств транспортировки, т.к. профессиональные заболевания и травматизм сокращается. Здоровье людей часто компенсируется надбавками к заработной плате.

4.1 Общая характеристика проектируемого объекта с точки зрения безопасных условий труда

Объектом разработки является разработка технология сборки и сварки кожуха теплообменника.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

В проектируемом варианте предлагается ввести механизированную и автоматическую сварку в смеси газов (аргон+уклекислый), а также автоматическую под слоем флюса, сборочно-сварочные приспособления что в значительной степени улучшит условия труда и уменьшит травматизм.

4.2 Объемно-планировочное решение здания проектируемого участка

Минимальная площадь на каждого рабочего – не менее $4,5 \text{ м}^2$, а объем – 15 м^3 (количество работающих 10 человек).

Расстояние между оборудованием 1,5 - 2 м, в зависимости от его расположения.

Высота до потолка $H=9 \text{ м}$;

Площадь участка $S=324 \text{ м}^2$;

Объем участка $V=3240 \text{ м}^3$;

Длина участка $B=27 \text{ м}$;

Ширина участка $A=12 \text{ м}$.

Эти данные соответствуют санитарным нормам СП 2.2.1.1312-03

Проектируемый участок может находиться на территории завода, и будет относиться к IV классу вредности.

Ширина санитарной зоны - 50 м.

Здание, в котором находится участок, сверху защищено покрытием, на котором помещена теплоизоляция для поддержания в здании требуемой температуры, а поверх ее - гидроизоляционный слой. Снизу вокруг нагруженных стен делается отмостка с уклоном - 0,03, служащая для отвода дождевых и талых вод от фундамента и цоколя. В стенах здания предусмотрены регулируемые приточные и вытяжные отверстия. Для индивидуальной защиты от вредных паров и пыли у рабочего персонала имеются респираторы.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

4.3 Производственная санитария

4.3.1 Микроклимат производственных помещений

На участках производятся работы относящиеся к физическим работам средней тяжести (категории IIa) – работы средней тяжести охватывают виды деятельности, при которых расход энергии составляет от 150 до 200 ккал/час (172 – 232 Дж/с), это работы, связанные с ходьбой и переноской небольших (до 10 кг) тяжестей.

Таблица 4.1 – Микроклимат производственных помещений

Сезон года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность		Скорость воздуха	
		В раб. зоне		Оптим.	Допуск.	Оптим.	Допуск.
		Оптим.	Допуск.				
Холодный	IIa ккал/ч	18-20	17-23	60-40	75	0,2	0,3
Теплый		21-23	18-27	60-40	65	0,3	0,2-0,4

Для поддержания необходимой температуры предусмотрена водяная система отопления. Так же в период холодного времени года используются избытки тепла в системе. Для установления оптимального микроклимата в здании участка предусмотрена вентиляция.

4.3.2 Освещение

Нормальное освещение создает хорошие условия для работы. На участке используется как искусственное, так и естественное освещение. Значение коэффициента естественного освещения устанавливается в соответствии со СНиП 23-05-95.

Учитывая, что выполняемая на участке работа относится к работам средней точности (разряд зрительной работы IV), принимаем коэффициент естественного освещения КЕО=4.

Размер различаемого объекта от 0,5 до 1 мм.

Принимаем освещенность $E_n=300$ лк.

Согласно СНиП 23-05-95 при выполнении работ I-IV разряда следует применять комбинированную систему освещения.

Рационально спроектированное освещение помещений позволяет повысить качество работы и безопасность труда.

Расчёт общего искусственного освещения.

1. Высота подвеса, м.

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

где H - высота помещения, $H = 9$ м;

h_c - расстояние от потолка до нижнего края светильника, $h_c = 0,2(H - h_p)$;

h_p - высота рабочей поверхности от пола, $h_p = 0,8$.

$$H_c = 9 - 0,2(9 - 0,8) - 0,8 = 6,56 \text{ м}$$

2. Расстояние между светильниками, м

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

$$L = 6,56 \times 1,5 = 9,84 \text{ м}$$

3. Необходимое минимальное количество светильников

$$N = S/L^2, \quad (4.3)$$

где S – площадь освещенного помещения, $S = 324 \text{ м}^2$.

$$N = 324/9,84^2 = 4 \text{ шт}$$

При расположении светильников в 2 ряда целесообразно применять по 4 светильника в ряду.

4. Необходимый световой поток одной лампы, лм

$$F_{\text{л}} = E_{\text{н}} \times S \times K_3 \times Z / \eta \times N, \quad (4.4)$$

где S – площадь освещённого помещения - 324 м^2 ;

$E_{\text{н}}$ – нормированное значение освещённости - 300 лк ;

Z – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения $1,15$;

K_3 – коэффициент, запаса учитывающий эмиссию ламп в процессе эксплуатации, $K_3 = 1,7$;

η – коэффициент использования светового потока – $0,62$.

$$F = 324 \times 300 \times 1,7 \times 1,15 / 0,62 \times 4 = 76623 \text{ лм}$$

Индекс помещения:

$$I = S / (H_c(A+B)), \quad (4.5)$$

где A и B – соответственно длина и ширина помещения, м.

$$I = 324 / 6,56(12+27) = 1,26$$

Принимаем к установке светильник TOPFLOOD с металлогалогенной лампой НІТ 1000 dw E40, со световым потоком 80000 лм.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		86

Проверим процент отклонения от необходимого светового потока:
 $[(80000-76623) \times 100] / 80000 = 0,42\%$ что не превышает допустимого.

5. Затраты электроэнергии на освещение:

$$W = W_{\text{л}} \times N, \quad (4.6)$$

где $W_{\text{л}}$ – тип лампы;

N – количество светильников.

$$W = 1000 \times 8 = 8 \text{ кВт}$$

Таблица 4.2 – Результаты расчетов

Наименование помещения	Характер зрительной работы и ее разряд	Размер различения, мм	Нормируемое значение КЕО, %		Нормируемая освещенность при искусственном освещении, лк		Тип светильника, марка, мощность, световой поток
			Комб. осв.	Бок. осв.	Комб. осв.	В т.ч. общее	
1	2	3	4	5	6	7	8
Участок для сварки	Средняя точность IV	От 0,5 до 1,0	750	200	750	200	TOPFLOOD, HIT 1000 dw E40, 80000 лм

4.3.3 Хозяйственно-питьевое водоснабжение

Общий расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, исходя из норм потребления на 1 человека в смену на питьевые нужды - до 5 л и 3 л;

На один кран умывальника расход воды - 180 л/ч.

На рассматриваемом участке работу выполняют 10 рабочих.

Общий расход воды для этого участка приведен в (таблице 4.3).

Таблица 4.3 - Расход воды для проектируемого участка

Цех, участок, отделение	Количество работающих	Потребность в воде, л		
		Для питья	для хоз. целей	всего
Участок для сварки	10	30	450	480

4.3.4 Выделение вредных веществ

На данном участке производится автоматическая сварка, которая выделяет вредные примеси при сварке. С целью защиты воздуха от наличия вредных примесей применяется местная вытяжка – вентиляция. Устройство этой вентиляции делается в виде местного отсоса.

Количество воздуха, которое нужно удалить с помощью местного отсоса рассчитывается по формуле:

$$L = 3600 \cdot F_0 \cdot V_{\text{возд}}, \quad (4.7)$$

где F_0 - площадь отверстий и неплотностей укрытия – $0,75 \text{ м}^2$;

$V_{\text{возд}}$ - скорость воздуха в этих, м/с.

$$V_{\text{возд}} = \left(\frac{2,0}{2,5} \right) \cdot V_{\text{вит}}, \quad (4.8)$$

где $V_{\text{вит}}$ - скорость витания частиц, м/с.

$$V_{\text{вит}} = 4,65 \sqrt{d_4 \frac{\rho_4 - \rho_B}{\rho_B}}, \quad (4.9)$$

где d_4 - диаметр частиц твердой фазы - $0,008 \text{ мм}$;

ρ_4 - плотность частиц – $4,5 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$;

ρ_B - ПЛОТНОСТЬ ВОЗДУХА – 1,3 кг/м³.

$$V_{\text{внт}} = 4,65 \sqrt{8 \cdot 10^{-6} \frac{(4,5 \cdot 10^{-3}) - 1,3}{1,3}} = 0,77 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{возд}} = 2,25 * 0,77 = 1,73 \text{ м/с};$$

$$L = 3600 * 0,75 * 1,73 = 4671 \text{ м}^3.$$

По расходу воздуха $L=4671 \text{ м}^3$ и напору $H=100,0 \text{ Па}$ выбираем вентилятор Ц 4-70 №6 с частотой вращения вала двигателя $n=7,958 \text{ об/с}$.

Определим мощность двигателя, необходимую для рассчитанного расхода воздуха:

$$N_{\text{дв}} = (L \cdot N) / (3600 \cdot 102 \cdot \eta_{\text{внт}} \cdot \eta_{\text{п}}), \quad (4.10)$$

где L - количество забираемого воздуха, м³;

N - сопротивление воздуха, кПа;

$\eta_{\text{внт}}$ - коэффициент полученного действия вентилятора, ($\eta_{\text{внт}}=0,7$);

$\eta_{\text{п}}$ - коэффициент полученного действия передачи, принимаемый при размещении вентилятора на одном валу с двигателем, ($\eta_{\text{п}}=1$).

$$N_{\text{дв}} = (4671 * 100) / (3600 * 102 * 0,7 * 1) = 1,85 \text{ кВт}$$

По полученной мощности 1,85 кВт выбираем двигатель 90L2/1425, номинальная мощность 2,2 кВт.

Таблица 4.4 – Токсикологическая характеристика веществ

Наименование веществ, гр вещества на 1 кг материалов	Агрегатное состояние	Характер воздействия на организм человека	ПДК, мг/м ³	Класс опасности по ГОСТ 12.1.005
1	2	3	4	5
Mn 0,14-0,8 Cr 0,02-1,0 SiO ₂ 1,9 CO 2-14 NO ₂ 0,8	Аэрозоль	Отравления, ожоги, изменения цветового зрения, бронхит	4	4

4.3.5 Шум, инфразвук, ультразвук

Объектов создающих шум в цехе нет.

Уровень инфразвука и ультразвука не превышает предельно допустимого, поэтому расчет не требуется.

4.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса

4.4.1 Опасность поражения электрическим током

Сборочно-сварочный участок включает в себя различное электрооборудование и электроустановки вследствие этого возникает опасность поражения электрическим током. Поэтому в помещении необходимо поддерживать определенный микроклимат, т.к. сырость, жара, едкая пыль разрушающе действуют на изоляцию.

Участок сборки и сварки относится к помещениям III класса, то есть к помещениям с особо опасным поражением электрическим током. Питающая сеть сварочного оборудования - 380 В, поэтому токоведущие провода надежно изолируются и размещены в закрытых пазах пола. Поверхность оборудования окрашена токонепроводящей краской, токопроводящие части оборудования

ограждены. Имеются устройства защитной блокировки и линейной защиты, надписи и таблички в местах поражения током.

Все конструктивные элементы оборудования работающие под напряжением закрыты защитными кожухами.

На участке используется метод защитного заземления.

Исходные данные к расчету защиты от поражения электрическим током:

- напряжение электроустановок 380 В;
- грунт-глина;
- размеры участка цеха 12x27 м;
- глубина заложения стержней от поверхности земли $H=3$ м.

Необходимо произвести расчет заземляющего устройства для электроустановок.

1. Принимаем в качестве заземлителей стержни длиной $l_c=3$ м из стальных труб диаметром $d=50$ мм. Соединение заземлителей производим на сварке стальной полосой шириной $b=40$ мм.

2. Удельное сопротивление грунта с учетом сезонных колебаний влажности для вертикальных стержней определяем по формуле, Ом.м:

$$\rho_{o.c} = \psi * \rho_o, \quad (4.11)$$

где ρ_o – удельное сопротивление грунта - 40, Ом*м;

ψ – коэффициент сезонности, $\psi = 1,5$.

$$\rho_{o.c} = 1,5 * 40 = 60 \text{ Ом*м}$$

3. Сопротивление растеканию тока с одиночного стержня, Ом:

$$R_c = (\rho_{o.c} / 2\pi * l_c) (\ln(2 * l_c / d) + 0,5 \ln(4t + l_c) / (4t - l_c)), \quad (4.12)$$

где l_c – длина стержня - 3м;

d – диаметр стержня из трубы – 0,05 м;

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

$$R_c = (40/2*3,14*3) * (\ln(2*3/0,05) + 0,5\ln(4*2+3)/(4*2-3)) = 24,4 \text{ Ом}$$

4. Предварительное количество заземлителей, шт

$$n_{пр}\eta_c = R_c/R_з, \quad (4.13)$$

где $R_з$ – сопротивление растеканию тока заземляющего устройства в соответствии с ПУЭ - 4, Ом;

η_c – коэффициент использования вертикальных стержней.

$$n_{пр} = 24,4/4 = 6 \text{ шт}$$

5. Исходя из условий заложения заземляющего устройства (размеры площадки, размещение стержней по контуру) находим длину соединительной полосы, м:

$$l_n = 2*36 + 2*17,5 = 136 \quad (4.14)$$

$$\lambda = 136/6 = 22,3 \quad (4.15)$$

$$\lambda/l_c = 22,3/3 = 7,4 \quad (4.16)$$

где λ - расстояние между стержнями, м.

6. Определим удельное сопротивление грунта для соединительной полосы, Ом*м:

$$\rho_{c.n} = \psi \cdot \rho_o$$

$$\rho_{c.n} = 40 \cdot 3 = 120 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.17)$$

7. Сопротивление растеканию тока с соединительной полосы, Ом:

$$R_n = [\rho_{o.n.} (2\pi \cdot l_n)] \cdot \ln[(2l_n^2)/(b \cdot H)], \quad (4.18)$$

где b - ширина полосы, м;

H - глубина заложения полосы от поверхности земли, м;

l_n - длина полосы, м.

$$R_n = [120(2 \cdot 3,14 \cdot 136)] \cdot \ln[(2 \cdot 136^2)/(0,04 \cdot 3)] = 2 \text{ Ом}$$

8. Определим коэффициент использования вертикальных стержней и коэффициент использования соединительной полосы.

Принимаем: $\eta_c = 0,07$, $n_{гр} = 0,85$

9. Результирующее сопротивление заземляющего устройства, Ом:

$$R_{зy} = (R_c \cdot R_n)/(R_c \cdot \eta_{II}) + (R_{II} \cdot n_{гр} \cdot \eta_c), \quad (4.19)$$

$$R_{зy} = (24,4 \cdot 2)/(24,4 \cdot 0,85) + (2 \cdot 6 \cdot 0,07) = 1,65 \text{ Ом}$$

$1,65 \leq 4$ условие соблюдается.

Уточним количество стержнем, шт

$$n = (n_{\text{гр}} * \eta_c) / \eta_c, \quad (4.20)$$

$$n = 6 / 0,85 = 7$$

Стержни размещаем по периметру цеха через 7 метров.

4.4.2 Опасность термического ожога

К опасным вредностям можно отнести:

1. Прикосновение к горячим частям изделия.
2. Выплеск брызг расплавленного металла.

Во избежание ожогов необходимо обеспечить работающих средствами индивидуальной защиты - защитными очками и спецодеждой (рукавицы, шапочка, куртка с брюками или фартук и спецобувь).

4.4.3 Вибрация

Машины и оборудование, используемое в технологических процессах, являются источником вибрации, которые в свою очередь по грунту передаются фундаментам рядом расположенных зданий, вызывая колебания различных конструкций. К источникам вибрации в жилой застройке можно отнести компрессоры, насосы и т.д.

Вибрация в жилой застройке зависит от частоты вынужденных колебаний, характера вибрации, времени суток, длительности воздействия вибрации.

Защита от вибрации в жилой застройке может предусматриваться следующим образом:

- при проектировании жилой застройки рассчитывается уровень вибрации от источника в предполагаемом месте строительства на допустимом расстоянии, где вибрация не превышает установленные нормы;

- при сформировавшейся жилой застройке обеспечить нормируемую вибрацию расстоянием возможности не предоставляется, поэтому защита от вибрации обеспечивается путем виброизоляции источника вибрации.

В качестве виброизоляторов используют стальные пружины, рессоры, пневматические системы. Виброизоляторы размещают в четырех точках по углам прямоугольника. В необходимых случаях устанавливают дополнительные виброизоляторы симметрично относительно центра тяжести оборудования.

Виброизолирующие основания под оборудование должны обеспечивать эффективность акустической виброизоляции.

Параметры вибрации определяем опытным путем в соответствии с ГОСТ 12.1.012 ССБТ «Вибрация. Общие требования к проведению измерений». В нашем случае снижение уровня вибрации не требуется так как она не превышает предельно-допустимой нормы $60\text{дБ} \leq 99\text{ дБ}$.

4.5 Анализ и мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

4.5.1 Предупреждение аварий технологического оборудования

При работе на оборудовании необходимо следить за правильной работой оборудования.

4.5.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности

По пожаробезопасности участок относится к категории «Г».

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95

Источники зажигания:

- брызги расплавленного металла;
- замыкание электропроводки.

Горючие вещества не применяются.

В качестве средств пожаротушения используются огнетушители типа ОУ2А, ОУ5 и т.п. или порошковые огнетушители с составом ПСБ-3, также на участке имеется лом, багор, ведро, комплект для резки электрических проводов, асбестовое полотно, лопата, лопата совковая, рукав пожарный, защитный экран 1,4×2 м, стойка для экранов, бак с песком.

В целях избежания возгорания следует исключить попадание брызг расплавленного металла на горючие материалы. Все электрические цепи питаются через предохранительные щиты.

4.5.3 Обеспечение устойчивости объекта

На стадии проектирования генерального плана предприятия в соответствии со строительными нормами и правилами разрывы между производственными зданиями и сооружениями, в зависимости от их огнестойкости, составляют 9-18 м. Склады горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей проектируют в подземных или полузаглубленных сооружениях на расстоянии 100 м от производственных объектов. Взрывоопасные объекты располагают с подветренной стороны по отношению к помещениям категории Г и Д. На территории предприятия предусматривают убежища для персонала от средств массового поражения.

Наружные сети противопожарного водоснабжения закольцовывают и прокладывают не ближе 5 м от стен здания (за пределами зоны возможного обрушения конструкций здания) и не далее 2 м от дорог (проездов). В этой зоне запрещается парковка автомобилей.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		96

Тупиковые линии водоснабжения допускаются длиной не более 50 м. Диаметр трубопроводов для таких линий принимают не менее 100 мм. Пожарные гидранты на водопроводной сети располагают на расстоянии не более 100 м друг от друга.

4.6 Экологичность проекта

4.6.1 Основным видом сварки применяемым при сварке кожуха, является сварка в смеси газов и под слоем флюса.

В сварочном производстве выделения вредных веществ определяют по расходу сварочных материалов:

$$G = q \cdot D, \quad (4.21)$$

где q - удельное выделение вредных веществ – 15 г/ч;

D - расход сварочных материалов – 0,82 кг/ч.

Таблица 4.5 - Удельное выделение загрязняющих веществ при сварке (в г/кг расходуемых сварочных материалов).

Вид сварки	Сварочный аэрозоль, всего	В том числе				
		Окислы марганца Mn	Окислы хрома Cr	Соединения кремния SiO ₂	Окись углерода CO	Окись азота NO ₂
Под флюсом	4,4-15,0	0,14-0,8	0,02-1,0	До 1,9	2-14	0,8

Всего 15 г/кг

$$G = 15 * 0,82 = 12,3 \text{ г/ч}$$

В виду малого расхода сварочных материалов небольшого значения выделения вредных примесей, очистка воздуха от мелких частиц не требуется.

Отходами являются: куски проволоки.

Массу отходов определяем по формуле:

$$G_{отх} = G \left(\frac{1}{K_{исп}} - 1 \right) П, \quad (4.22)$$

где G - масса проволоки – 26 гр;

$K_{исп}$ - коэффициент использования материала – 0,91;

П - программа выпуска изделий – 500 шт.

$$G_{отх} = 26 \left(\frac{1}{0,91} - 1 \right) 1000 = 2340 \text{ кг/год.}$$

Полученные отходы получаются в виде шлака, который безвреден для окружающей среды. Все отходы от электродов, проволоки, шлаки собирают в метало - приемник и передают на переплавку.

Таблица 4.6 – Результаты расчетов

Операции по технологическому процессу	Вид отходов	Количество, т/сутки
Сварка	Куски проволоки	0,0091

4.6.2 Для очистки воздуха и крупных частиц пыли используем комплекс передвижной механический самоочищающийся, он предназначен для очистки воздуха загрязненного различного рода сухой пылью, сварочным аэрозолем и прочими сухими загрязнителями воздуха и в металлургии. Кассета фильтра очищается автоматически, без остановки процесса фильтрации.

Таблица 4.7 – Параметры самоочищающейся установки

Параметры	Значение
Максимальный расход воздуха, м ³ /ч	1200
Активная фильтрующая поверхность, м ²	15
Потребляемая мощность, кВт	1,1
Давление сжатого воздуха, атм	5
Уровень шума, дБ	60
Степень очистки, %	92
Габаритные размеры, мм	1300*650*610
Масса, кг	250

Определим содержание пыли и аэрозоля в кассете комплекса по формуле:

$$C = \frac{G \left(1 - \frac{E}{100}\right)}{L}, \quad (4.23)$$

где G - количество пыли и аэрозоля, поступающего в пылеулавливающее устройство, мг/ч;

E – степень очистки воздуха в пылеулавливающем устройстве, %;

L – производительность вентиляционной системы по воздуху, м³/ч.

$$C = \frac{1,2 \left(1 - \frac{92}{100}\right)}{1200} = 0,08 \text{ мг/м}^3$$

Так как содержание аэрозоля и пыли после очистки не превышает ПДВ $0,08 \leq 2$ применять вторую ступень очистки для улавливания мелкодисперсной пыли не требуется.

Заключение по разделу

В данном разделе были проанализированы основные неблагоприятные факторы производственной среды. Метеорологические условия фактически не превышают допустимых и соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.005-88 и

СанПиН 2.2.4.548-96. Для обеспечения очистки воздуха на участке предложено использовать местные отсосы и произведены соответствующие расчеты по производительности. Рассмотрены вопросы электробезопасности и пожаробезопасности определены средства защиты. Также в разделе рассмотрена освещенность участка и произведен расчет искусственного освещения, выбраны лампы.

В заключительной части раздела рассмотрена экологичность производства, т.е. выявлены вредные вещества, образующиеся при сварке произведен сравнительный анализ с ПДК выделений и сделан вывод, что среднесуточное выделение вредных веществ с территории цеха не превышает ПДК, поэтому установка очистных сооружений для очистки выбросов в атмосферу не требуется.

В данном разделе спроектирован участок цеха отвечающий требованиям безопасности жизнедеятельности и экологичности производства

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		100

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе, разработана технология сборки и сварки кожуха теплообменника.

При этом основной материал проанализирован с точки зрения свариваемости и соответствие его механических характеристик предъявленным требованиям. Выбраны способы сварки, подобраны сварочные материалы и рассчитаны режимы сварки. Подобрано сварочное оборудование для сварки кожуха, а также подобрано вспомогательное оборудование и рассчитаны приспособления для сварки. Проанализированны технико-экономические показатели себестоимости изделия, разработана планировка участка. Рассчитано освещение участка и определены мероприятия по технике безопасности на участке сборки и сварки, а также рассмотрены вопросы обеспечения устойчивости предприятия в чрезвычайных ситуациях.

В результате проведенной работы, получен новый технологический процесс сборки и сварки кожуха теплообменника. Затраты на изготовление 1000 кожухов, составляют 44 186 620 рублей.

					<i>ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		101

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по специальным работам / под ред. А.К.Волнянского, Д.В.Соколова, И.Г.Староверова – 1-е изд. – Госстройиздат, 1971 г – 782 с., ил.
2. Справочник сварщика / Под ред. В.В.Степанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 560 с., ил. (серия справочников для рабочих).
3. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. М., «Высшая школа», 1977, 392 с. с илл.
4. Детали машин в примерах и задачах: [Уч. Пособие Д 38/С.Н.Ничепорчик, М.И.Корженцевский, В.Ф.Калачев и др.] под общей ред. Ничепорчика – 2-е изд: - Высш. Школа, 1981 – 432 с., с илл.
5. Сварочные материалы. Учебное пособие для вузов. Петров Г.Л.Л., «Машиностроение», 1972 280 стр. табл. 52. илл. 99.
6. Имбрицкий М.И. Справочник по трубопроводам и арматуре химических цехов электростанций. М., «Энергия», 1974.
7. Руководящие технические материалы по сварке, термообработке и контролю трубных систем котлов и трубопроводов тепловых электростанций. (РТМ – 1С – 81) / Минэнерго СССР – М: Энергоиздат, 1982 – 208 с., ил.
8. Руководящие указания по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке технологических трубопроводов под давлением до 100 кгс/м² 2-е изд., стереотипное – М.: недра, 1980, 227 с.
9. Шебеко Л.П. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки: Учебник для техн.училищ. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1981. – 296 с., ил.
10. Оботуров В.И. Сварки стальных трубопроводов. – М.: Стройиздат, 1991 – 287 с.: ил.

					ДП – 150202.65 – 071016920 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

11. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». 4-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1980 – 319 с., ил.

12. Русак О.Н., Кондрасенко В.Я. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие /Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. 431 с.

13. Кондрасенко В.Я. Дипломное проектирование. Безопасность и экологичность проекта. Методич. указания - Красноярск, СФУ ПИ, 2007.-51с.

14. Жуков, А.И. Безопасность и экологичность проекта. Методические указания по дипломному проектированию для студентов МТФ /А.И. Жуков, В.Я. Кондрасенко, В.В. Колот.-КрПИ: Красноярск. 1992г.-80 с.

15. Жуков А.И. Охрана окружающей среды. Примеры и расчеты: Учебное пособие/ А.И. Жуков, В.Я. Кондрасенко, Л.Н. Горбунова. –КрПИ: Красноярск, 1997 г.-65с.

16. СНиП 23-05-03. Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение.

17. ГОСТ 12.1.005-88. Санитарно-гигиенические требования воздуха рабочей зоны.

18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

19. СП 2.2.1.1312-03. Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых предприятий.

20. ГОСТ 12.4.016-01. ССБТ Одежда специальная защитная.