

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« ____ » ____ 2016г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ АППАРАТА ДЛЯ
ХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Пояснительная записка

Руководитель	 подпись, дата	 должность, ученая степень	<u>С.Л. Бусыгин</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата		<u>К.Ю. Кривошеев</u> инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	 должность, ученая степень	 инициалы, фамилия
Консультанты: Организационно- экономический раздел	 подпись, дата	 должность, ученая степень	<u>Е.Е. Качуровская</u> инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	 подпись, дата	 должность, ученая степень	<u>О.В. Чурбакова</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	 должность, ученая степень	<u>С.Л. Бусыгин</u> инициалы, фамилия

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« ____ » _____ 2016г.

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

Студенту Кривошееву К.Ю.
Группа МТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии сборки и сварки аппарата для хранения природного газа»

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. Технологический раздел
2. Расчетно-конструкторский раздел
3. Организационно-экономический раздел
4. Безопасность и экологичность проекта

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

1. Аккумулятор импульсного газа (A1);
2. Технологический лист (2A1);
3. Вращатель сварочный (A1);
4. Установка для сварки (A1);
5. Роликовый стенд (A1);
6. Сварочная головка (A1);
7. Планировка участка (A1);
8. Техничко – экономические показатели (A1).

Консультанты по разделам

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

				ДП – 150202.65 – 0800948 ПЗ		
Разраб.	Кривошеев		17.06	Разработка технологии сборки и сварки аппарата для хранения природного газа	Лист	Листов
Пров.	Бусыгин		17.06		2	91
Н. контр.	Бусыгин		17.06		каф. «Машиностроение»	
Утв.	Демченко		17.06			

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

К.Ю. Кривошеев

_____ (подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в форме дипломного проекта на тему: «Разработка технологии сборки и сварки аппарата для хранения природного газа» содержит 37 таблиц, 6 иллюстрации и 91 страница печатного текста, количество использованных литературных источников 25, графическая часть проекта составляет 9 листов формата А1.

В выпускной квалификационной работе разработана технология сборки и сварки аппарата для хранения природного газа. Решены проблемы стабилизации процесса сварки, стабилизации прочностных свойств сварных соединений, контроля качества сварных соединений с обеспечением высокой производительности труда.

Подобрано вспомогательное и сварочное оборудование. В организационно-экономическом разделе проанализированы технико-экономические показатели. В разделе техника безопасности и охрана труда раскрыты вопросы по созданию на участке благоприятных условий труда.

Содержание

Введение.....	7
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	9
1.1 Описание конструкции изделия и его характеристика	10
1.1.1 Назначение и условия работы.....	10
1.1.2 Сведения об основном металле	11
1.1.3 Свариваемость основного металла.....	14
1.1.4 Характеристика технологичности изделия	15
1.2 Технические условия на изготовление изделия.....	16
1.2.1 Технические условия на основные и вспомогательные материалы	16
1.2.2. Технические условия на изготовление изделия.....	18
1.2.3 Технические условия на контроль, приемку и испытание изделия	22
1.4 Анализ заводской практики	24
1.5 Производственная программа.....	25
1.6 Разбивка изделия на технологические узлы и выбор схемы технологического процесса.....	25
1.7 Выбор способа сборки и нормирование сборочных работ.....	26
1.8 Технологический процесс сборки и сварки корпуса распределительной камеры	28
1.9 Техническое обоснование выбора способа сварки.....	30
1.10 Выбор сварочных материалов	33
1.10.1 Хранение сварочных материалов	34
1.11 Выбор сварочного оборудования и установок.....	35
1.12 Расчет режимов сварки.....	36
1.13 Определение сварочных деформаций и мер по их устранению	38
1.14 Выбор технологического оборудования и оснастки	39
1.15 Выбор средств механизации подъемно-транспортных и вспомогательных операций.....	39
1.16 Выбор методов и организация контроля качества	40
2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	43
2.1 Установка для сварки изделий.....	44
2.1.1 Велосипедная тележка для сварки под флюсом	44
2.1.2 Самоходная сварочная головка АБС.....	45
2.2 Работа установки.....	49
2.3 Расчёт электродвигателя для привода вращения роликов.....	49
2.4 Расчет опор роликов	51
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	53
3.1 Производственная программа. Трудоемкость изготовления сварных конструкций.....	54
3.2 Расчет основных элементов производства.....	54

3.2.1	Расчет потребного числа сварочного оборудования. Определение стоимости оборудования и затрат на амортизацию, содержание, эксплуатацию и ремонт оборудования	54
3.2.2	Определение затрат на основные материалы.....	58
3.2.3	Определение затрат на сварочные материалы.....	59
3.2.4	Определение затрат на энергию	62
3.2.5	Определение состава работающих и годового фонда заработной платы.....	64
3.3	Расчет показателей экономической эффективности	67
3.3.1	Определение капитальных вложений	67
3.3.2	Себестоимость продукции	68
3.4	Экономический эффект	71
3.5	Расчет производительности труда.....	72
4.	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	74
4.1	Общая характеристика проектируемого объекта с точки зрения безопасности и безвредных условий труда	75
4.2	Объемно-планировочное решение задания проектируемого участка цеха	75
4.3	Производственная санитария.....	76
4.3.1	Микроклимат производственных помещений	76
4.3.2	Освещение.....	77
4.3.3	Хозяйственно-питьевое водоснабжение.....	79
4.3.4	Выделение вредных веществ	79
4.3.5	Шум, инфразвук, ультразвук	80
4.4	Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса.....	81
4.4.1	Опасность поражения электрическим током	81
4.4.2	Опасность термического ожога.....	83
4.4.3	Вибрация	83
4.5	Анализ и мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций	84
4.5.1	Предупреждение аварий технологического оборудования	84
4.5.2	Обеспечение взрывопожарной безопасности	84
4.5.3	Обеспечение устойчивости объекта.....	85
4.6	Экологичность проекта.....	85
	Заключение	88
	Список использованных литературных источников	89
	ПРИЛОЖЕНИЕ	91

Введение

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

Сварка как способ неразъёмного 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 служат прочной базой для значительного дальнейшего увеличения производительности труда, экономии материалов и энергии, а также повышения качества и снижения себестоимости сварной продукции.

В отрасли товаров народного потребления ежегодно выпускается более 0,5 млн. тонн сварочных металлоконструкций. Основной объём их выполняется механизированными способами сварки. Уровень механизации сварочных работ в отрасли составляет около 80%. 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.

При проектировании действующих сварочных производств основной целью является обеспечение высокого качества выпускаемой продукции, а также её малой металлоёмкости и себестоимости, конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке, что успешно практикуется. Для достижения этих целей приходится обеспечивать минимальные сроки проектирования, причем требуемый контроль качества продукции должен обеспечиваться не в результате традиционного длительного совершенствования производства, а главным образом за счёт оптимизации проектных решений. Обязательным требованием является быстрая смена выпускаемой продукции при минимальных дополнительных затратах.

Профилирующим направлением производства завода ОАО «БЗМТО» является емкости различного назначения. В выпускной квалификационной

работе рассматривается сборка и сварка емкости для аккумуляирования импульсного газа.

Экономическая эффективность данного производства существенно зависит от времени на выпуск продукции, так как номенклатура велика. Поэтому оно характеризуется большой трудоёмкостью. Отсутствуют как таковые средства автоматизации и механизации.

Задачей является усовершенствование технологии сборки и сварки, а именно уменьшение времени на изготовление, и, следовательно, поиск рациональных средств механизации и автоматизации.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание конструкции изделия и его характеристика

1.1.1 Назначение и условия работы

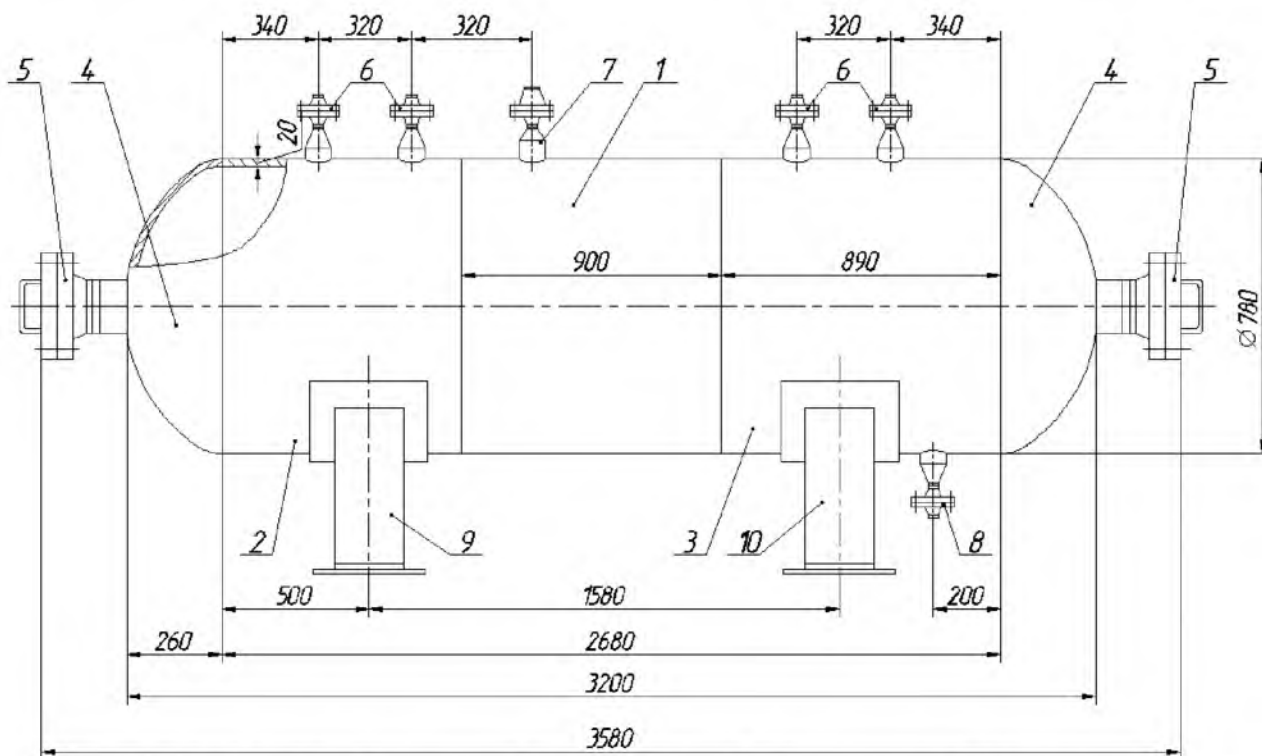
Емкость для аккумулирования импульсного газа представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат с вваренными в него штуцерами.

Аккумулятор импульсного газа (АИГ) предназначен для хранения аварийного запаса природного газа и подачи его к пневматическим или пневмогидравлическим приводам любой арматуры, применяемой как на магистральных газопроводах, так и на АГРС, КС, УПППГ, ГИС и т.д. с целью отключения участков при возникновении аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией газопровода.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика емкости для сбора конденсата

Производительность по газу, м ³ /ч	20000
Давление, МПа:	
рабочее, не более	5,5
расчетное	5,6
пробное при гидроиспытании	7,6
Температура, °С:	
расчетная стенки	100
минимально допустимая отрицательная стенки, находящейся под давлением	-40
абсолютно минимальная района установки	-40
минимальная рабочей среды	1*
максимальная рабочей среды	1*
Среда:	
состав	2*
характеристика	3*
Прибавка для компенсации коррозии, мм	2,0
Срок службы, лет, не менее	20
Внутренний объем (вместимость), м ³ , не менее	1,5
Допустимая сейсмичность, балл	не регламентируется
Район территории по скоростным напорам ветра	не регламентируется
Число циклов нагружения за весь срок службы, не более	1000
Группа аппарата для контроля сварных соединений	1
Герметичность	4*
Масса, кг, не более:	
пустого	1570
при гидроиспытании	3070

Примечание: 1* – принимаются значения равные температуре окружающей среды; 2* – природный газ по ОСТ 51.40-93; 3* – класс опасности – 4 по ГОСТ 12.1.007-76, пожароопасная, взрывоопасная; 4* – гидравлические испытания по ПБ 03-584-03.



1, 2, 3 – обечайка; 4 – днище; 5 – патрубок; 6, 7, 8 – штуцера; 9, 10 – опорные ноги

Рисунок 1.1 - Емкость для аккумуляции импульсного газа

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 26.291-94 для изготовления сосудов и их элементов, предназначенных для работы с параметрами, выходящими за установленные пределы или не указанными в ОСТ 26.291-94, а также по другим стандартам и техническим условиям, допускается по разрешению Ростехнадзора при условии, что качество и свойства материалов будут не ниже установленных стандартом и ТУ, и наличии положительного заключения специализированной организации по аппаратостроению, металлосварке, 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%.

Для изготовления данной емкости для аккумуляции импульсного газа целесообразно применить следующие стали:

Таблица 1.2 – Марки применяемых сталей

Марка стали	ГОСТ
Ст3сп	14637-89
09Г2С	5520-79

Таблица 1.3 - Химический состав сталей

Наименование (марка) стали	S	P	Cr	Ni	Cu
	Не более				
Ст3сп	0,05	0,04	0,3	0,3	0,3
09Г2С	0,04	0,035	0,3	0,3	0,3

Продолжение таблицы 1.3

Наименование (марка) стали	C	Mn	Si	Al	N	Другие элементы
Ст3сп	≤ 0,22	≤ 0,65	0,30	0,02	≤ 0,008	As ≤ 0,08
09Г2С	≤ 0,15	1,3	≤ 0,8	-	≤ 0,008	As ≤ 0,08

Таблица 1.4 - Механические свойства сталей

Наименование (марка) стали	Толщина листа, мм	Предел текучести, Н/мм ²	Временное сопротивление, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Изгиб до параллельности сторон	Ударная вязкость KCV, Дж/см ³					После мех. старения при 20°C
						+10	0	-10	-35	-40	
Ст3сп	От 4 до 10	245	380	25	d = 1,5a		35	0			30
	Свыше 10 до 20	245	370	25	d = 1,5a	35	30				30
09Г2С	От 4 до 10	345	490	21	d = 2a					35	35
	Свыше 10 до 20	345	470	21	d = 2a			35			35

Примечание: d – диаметр оправки; а – толщина образца.

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.

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, удастся 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.

Кремний (Si) не повышает жаропрочности стали, но повышает ее окислительную стойкость. 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 прием для изготовления теплообменного аппарата сталь 09Г2С.

1.1.3 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°C 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 свариваемых сталей. 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.

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.

1.1.4 Характеристика технологичности изделия

1. Свариваемость металла

Низколегированные стали обладают небольшой чувствительностью к термическому циклу сварки; регулированием режима сварки (термического цикла) удается обеспечить получение необходимых свойств в околошовной

зоне. Это связано с невысоким содержанием углерода с низкой степенью легирования.

2. Рациональная разбивка изделия на узлы и подузлы

При сварке емкости возможна следующая разбивка:

- обечайка;
- днище;
- фланец;
- опорные ноги;
- штуцера.

3. Возможность применения прогрессивных способов сварки

При сварке емкостей можно применять следующие прогрессивные способы:

- 1) механизированная сварка проволокой сплошного сечения в углекислом газе или в смесях газов;
- 2) механизированная сварка порошковой проволокой в углекислом газе;
- 3) механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой;
- 4) автоматическая сварка под флюсом;
- 5) автоматическая сварка в защитных газах или самозащитной порошковой проволокой.

5. Условия контроля и приемки

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

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

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

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 5520–79 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 14637–89, углеродистых сталей и низколегированных по ГОСТ 5520–79 должна быть указана категория стали.

1.2.1.3 Поковки

Режимыковки 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 7062–90, ГОСТ 7829–70 и ГОСТ 7505–89.

Качество поверхности, механические свойства поковок, допускаемые дефекты и методы устранения дефектов должны соответствовать требованиям ГОСТ 8479–70, ГОСТ 25054–81, ГОСТ 26159–84.

Методика контроля и оценка качества должна соответствовать требованиям ОСТ 26-11-09-85.

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

1.2.1.4 Сварочные материалы

Электроды с покрытием для ручной дуговой сварки типов, предусмотренных ГОСТ 9467–75 или ГОСТ 10052–75, 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.

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.

Сварочные 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.

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 25347–82.

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 вварки 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.

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. 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 Характеристика сварных швов и соединений

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.

Согласно ОСТ 26.291-94 при сварке обечаек и труб, приварке днищ к обечайкам должны применяться стыковые швы с полным проплавлением.

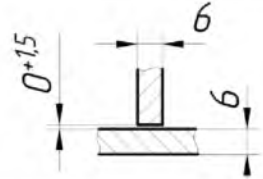
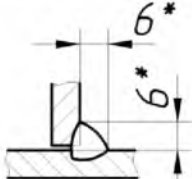
Сварные швы сосудов должны быть расположены так, чтобы обеспечить возможность их визуального осмотра и контроля качества неразрушающим методом (ультразвуковым, радиографическим и др.), а также устранения в них дефектов.

Допускается в сосудах 1, 2, 3, 4-й и 5а групп не более одного, в сосудах 5б группы не более четырех, в теплообменниках 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 аргоно-дуговой сварки корня шва, подкладного кольца, замкового соединения). Возможность применения остающегося подкладного кольца и замкового соединения в сосудах 1-й группы должна быть согласована с разработчиком сосуда или специализированной научно-исследовательской организацией.

Таблица 1.5 – Характеристика сварных швов

№ шва на чертеже	Конструктивные элементы		Обозначение по ГОСТ	Протяженность шва, м		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		min	max	общая
			ГОСТ 8713-79-АФк-С21			
			ГОСТ 8713-79-АФк-С21	0.26	0.9	1.16
			специальный	1.95	1.95	7.8
			специальный			
			ГОСТ 14771-76-Н1-6			

			ГОСТ 14771-76- Т1- 6			
--	---	--	----------------------------	--	--	--

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.

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.

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 контроль и измерение сварных швов

Визуальный контроль и измерение сварных швов 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 3242–79 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.

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

Примечание: 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, указанных в таблице 1.6. При испытании на ударный изгиб результат считается неудовлетворительным, если хотя бы один из образцов показал значение ниже норм, указанных в таблице 1.6.

1.2.3.3 Ультразвуковой контроль сварных соединений

Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений должна проводиться в соответствии с ГОСТ 14782–86, ОСТ 26-2044-83.

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 26-2079-80.

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

1.2.3.4. 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.

1.4 Анализ заводской практики

Данную продукцию на территории России и союзных республик выпускают еще несколько предприятий, такие как ООО «Завод «Нефтегазоборудование», г. Саратов; ТОО «БатысМунайГазЖабдыктары», Республика Казакстан, г. Уральск; ЗАО «Уромгаз», г. Екатеринбург; ОАО «Газстройдеталь», г. Тула и т.д.

На большинстве предприятий используются прогрессивные способы сварки, позволяющие обеспечить необходимый уровень механизации и автоматизации технологического процесса сборки и сварки данного изделия.

Контроль качества на производстве осуществляется согласно требованиям ОСТ 26.291-94:

- все сварные соединения – визуальный и измерительный контроль;
- продольные швы – ультразвуковой контроль, гидравлические испытания;
- кольцевые швы – ультразвуковой контроль, гидравлические испытания;
- механические испытания и металлография образцов свидетелей для продольных швов обечаек.

Контроль механических свойств, а также металлографическое исследование или испытание на стойкость против межкристаллитной

коррозии образцов этих соединений предусматриваются разработчиком технической документации.

Для изготовления емкости для аккумулирования импульсного газа на заводе-изготовителе применяют: ручную дуговую сварку и ручную аргонодуговую сварку – для сварки корневого шва и подварочных слоев, обварки штуцеров и опорных ног; автоматическую сварку под флюсом – для сварки заполняющих и облицовочного слоев.

В данной работе разрабатывается технологический процесс сборки и сварки емкости для аккумулирования импульсного газа, в котором будет произведена замена двух способов сварки: ручной дуговой сварки и ручной аргонодуговой сварки на механизированную аргонодуговую сварку плавящимся электродом. Автоматическую сварку под флюсом оставляем для сварки заполняющих и облицовочного слоев кольцевых и продольных швов.

В базовом варианте сборка и сварка штуцеров и опорных ног проводилась на этапе перед сваркой второго доньшка с корпусом, поэтому кольцевой шов, приваривающий доньшко к корпусу, являлся неповоротным. В проектом варианте будет разработан технологический процесс сборки и сварки, в котором первоначально изготавливается целиком корпус, когда все кольцевые швы выполняются в нижнем поворотном положении, а затем уже производится сборка и сварка с корпусом опорных ног и штуцеров.

1.5 Производственная программа

Производственная программа представляет собой перечень подлежащих изготовлению изделий с указанием годового выпуска. Данные о производственной программе приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 - Производственная программа

Наименование изделия	Масса изделия, кг	Годовая программа	Масса на годовую программу
Корпус	1625	50	81250

Режимом работы участка является совокупность следующих данных: число рабочих дней в году, количество рабочих смен в сутки и продолжительность рабочей смены в часах.

1.6 Разбивка изделия на технологические узлы и выбор схемы технологического процесса

В технологическом процессе сборки и сварки корпуса емкости для аккумулирования импульсного газа можно выделить несколько основных этапов:

- сборка под сварку штуцеров 5 с доньшком 4 на стенде и сварка механизированной сваркой в среде защитных газов;
- сборка и комбинированная сварка обечаек корпуса;
- сборка и сварка доньшек с крайними обечайками (узел I);
- сборка и сварка средней обечайки с узлом I;
- сборка и сварка корпуса аккумулятора;
- сборка и сварка опорных ног к корпусу;
- сборка и сварка штуцеров к корпусу.

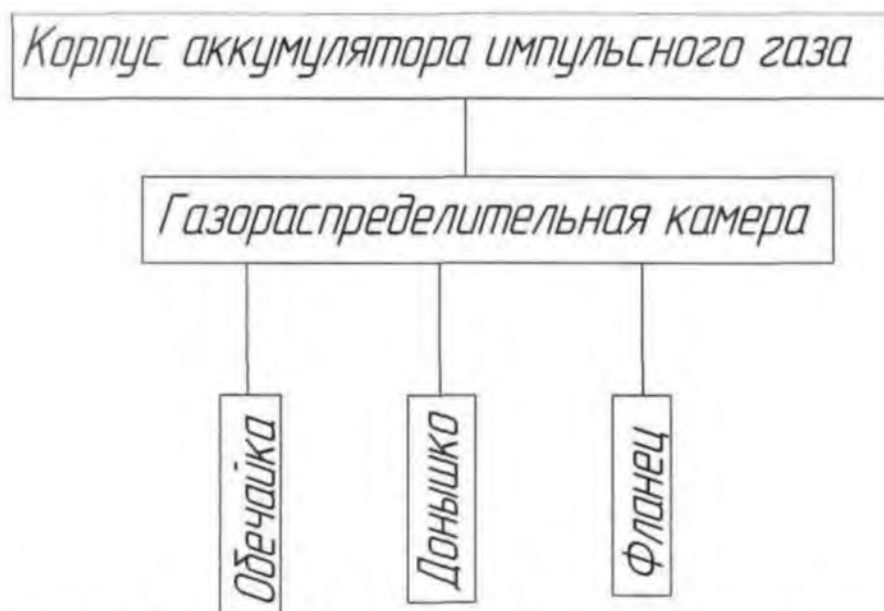


Рисунок 1.2 - Схема разбивки корпуса аккумулятора на технологические узлы

Таблица 1.8 - Ведомость сварных узлов изделия

Наименование узла, перечень и количество деталей, входящих в него	Вид проката, толщина металла и ГОСТ	Расход металла на изделие, кг	Кол-во
Обечайка аккумулятора импульсного газа	Листовой прокат 2680×900×20 ГОСТ 5520-79	350 (115)	1 (1)
Доньшко	Поковка ГОСТ 19281-89	180	2
Фланец	Поковка ГОСТ 19281-89	400	2

1.7 Выбор способа сборки и нормирование сборочных работ

Процесс сборки данного изделия осуществляется поэтапно, то есть путем постепенного наращивания. Сборочные процессы чередуются со сварочными (сварка корневого слоя и подварочных слоев). В данном пункте отдельно рассматривается сборочный процесс.

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 кромкострогательный 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 камеры.

Сваренная обечайка подается на поворотный стол. В одном патроне стола зажимается обечайка, в другом – донышко. Они стыкуются с определенным зазором и прихватываются механизированной сваркой, причем смещение стыкуемых кромок должно быть не более, указанных в таблице 1.9 значений.

Таблица 1.9 - 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

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:

- процесс сборки в вертикальном положении более трудоемок;
- 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.

На основании нормативов определяем норму времени на выполнение сборочной операции. Расчет нормы времени на сборку изделия под сварку выполняем по следующей формуле:

$$T_{ш.к.} = (T_{ш1} + T_{ш2} + \dots + T_{шn}) \cdot K_n \cdot K_m \cdot K_y + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (1.2)$$

где $T_{ш.к.}$ – штучно-кооперационное время на сборку изделия, мин;

$T_{ш1}, T_{ш2}, T_{шn}$ – штучное время, взятое по нормативам карт на выполнение одной операции, мин;

K_n – коэффициент штучного времени, в зависимости от положения шва в пространстве;

K_m – коэффициент штучного времени, в зависимости от марки применяемого материала;

K_y – коэффициент штучного времени, в зависимости от количества собираемых изделий в партии;

$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Таблица 1.10 - Трудоемкость сборочных работ

Наименование узла	Наименование операции	Трудоемкость, н/ч	
		На изделие	На программу
Корпус в сборе	Сборочная	1,25	62,5

1.8 Технологический процесс сборки и сварки корпуса распределительной камеры

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.

Таблица 1.11 – Технологическая карта

№ операции	Наименование	Содержание	Оборудование
005	Комплектовочная	Комплектовать участок сборки и сварки в соответствии с комплектовочной картой	
010	Транспортная	Переместить детали, заготовки на участок сборки и сварки	Кран-балка грузоподъемностью 5 тонн
Сборка и сварка обечаек корпуса			
015	Заготовительная	Разметить и разрезать лист на заготовки для обечаек	Плазморез
020	Слесарная	Подготовить разделку кромок по, зачистить поверхность от ржавчины	Токарно-винторезный станок, шлифмашина
025	Контрольная	Провести входной контроль заготовок и сварочных материалов	Линейка, штангенциркуль, УШС-3
025	Сборочная	Произвести завальцовку листов в обечайки с требуемым зазором под сварку, произвести прихватку	Листогибочный трехвалковый стан, полуавтомат сварочный
030	Сварочная	Выполнить сварку подварочного,	Полуавтомат сварочный,

		заполняющих и облицовочных швов	портальная установка, сварочная головка АБС
035	Контрольная	100% ВИК; 100% УЗК; механические испытания образцов-свидетелей	УШС-3, ультразвуковой дефектоскоп, разрывная мая машина, микроскоп
Сборка и сварка доньшек со штуцером			
040	Сборочная	Собрать стык из деталей с использованием технологических упоров, сделать прихватку	Манипулятор, полуавтомат сварочный
045	Сварочная	Выполнить сварку заполняющих и облицовочных швов в «лодочку»	Полуавтомат сварочный
050	Контрольная	100% ВИК. 100% УЗК.	УШС-3, ультразвуковой дефектоскоп
Сборка и сварка доньшек с обечайками			
055	Сборочная	Произвести сборку узлов с требуемым зазором и допусками на соосность, сделать прихватку	Центратор, полуавтомат сварочный
060	Сварочная	Сварка стыка	Полуавтомат сварочный, портальная установка, сварочная головка АБС
065	Контрольная	100% ВИК; 100% УЗК	УШС-3, ультразвуковой дефектоскоп
Сборка и сварка центральной обечайки с узлом I			
070	Сборочная	Произвести сборку узлов с требуемым зазором и допусками на соосность, сделать прихватку	Роликовый стенд, полуавтомат сварочный
075	Сварочная	Сварка стыка	Полуавтомат сварочный, портальная установка, сварочная головка АБС
080	Контрольная	100% ВИК; 100% УЗК	УШС-3, ультразвуковой дефектоскоп
Сборка и сварка корпуса			
080	Сборочная	Произвести сборку узлов с требуемым зазором и допусками на соосность, сделать прихватку	Роликовый стенд, полуавтомат сварочный
085	Сварочная	Сварка стыка	Полуавтомат сварочный, портальная установка, сварочная головка АБС
090	Контрольная	100% ВИК; 100% УЗК	УШС-3, ультразвуковой дефектоскоп
Сборка и сварка штуцеров с корпусом			
095	Сборочная	Произвести сборку с требуемыми допусками, сделать прихватку	Полуавтомат сварочный
100	Сварочная	Сварка стыков	Полуавтомат сварочный
105	Контрольная	100% ВИК; 100% УЗК	УШС-3, ультразвуковой дефектоскоп
Сборка и сварка опорных ног с корпусом			
110	Слесарная	Зачистить поверхность под сварку	Шлифмашинка
115	Сборочная	Прихватить подкладной лист	Полуавтомат сварочный
120	Сварочная	Сварка подкладного листа	Полуавтомат сварочный

125	Сборочная	Установить корпус в соответствии с данными исходного чертежа. Прихватить соединение в тавр.	Кран-балка грузоподъемностью 5 тонн, Полуавтомат сварочный
130	Сварочная	Сварка опорных ног	Полуавтомат сварочный
135	Контроль	100% ВИК, УЗК	УШС-3, ультразвуковой дефектоскоп
140	Контрольная	Гидравлические испытания готовой конструкции	Стенд для гидроиспытаний
145	Транспортная	Переместить изделие на склад	Кран-балка грузоподъемностью 5 тонн

Исправление дефектов

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

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

1.9 Техническое обоснование выбора способа сварки

Для сварки емкости для аккумуляирования импульсного газа можно использовать следующие способы сварки:

- ручная дуговая сварка;
- механизированная сварка проволокой сплошного сечения в смеси газов.
- механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой;
- автоматическая сварка под слоем флюса;
- автоматическая сварка в среде защитных газов.

Для сварки корневого шва и подварочных слоев можно применить ручную дуговую сварку, механизированную сварку самозащитной порошковой проволокой и механизированную сварку проволокой сплошного сечения в смеси газов. Для выбора того или другого вида сварки проведем их сравнение.

Ручная дуговая сварка является одним из самых распространенных методов. К ее преимуществам можно отнести:

- низкую себестоимость,
- простоту и мобильность оборудования,
- относительно дешевые сварочные материалы.

К минусам можно отнести:

- низкую производительность;
- высокие требования к квалификации сварщика.

Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой. Образно говоря, Innershild – это ручной электрод «вывернутый наизнанку» и изготовленный в виде непрерывной проволоки.

Элементы, образующие газовую защиту дуги и шлак, защищают переносимый в сварочную ванну металл. Сама проволока, включая наполнитель сердцевины, негигроскопичны, поэтому позволяют наплавлять металл с низким содержанием водорода.

Значительные преимущества металлургической структуры наплавленного металла главным образом обусловлены точно и тщательно контролируемым химическим балансом между тремя элементами – алюминием, кремнием и марганцем. Эта комбинация, также, формирует необходимый уровень раскисления, который снижает либо ограничивает уровень пористости металла шва, коррозионные и пластические свойства, обеспечивает стойкость к образованию трещин. Кроме того, флюс содержит различные свойства сопротивления распространению трещин, пластичность и прочность.

Способ сварки самозащитной порошковой проволокой имеет следующие особенности, обуславливающие его преимущества перед ручной дуговой сваркой покрытыми электродами:

- возможность форсировать режим сварки при использовании проволоки диаметром 1,7 мм, что в свою очередь позволяет повысить производительность наплавки на 50-75% по сравнению с ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия диаметром 4,0 мм;

- низкий процент ремонта сварных швов за счет возможности выплавить дефекты типа шлаковых включений и пор, используя характерную для данного способа сварки высокую плотность тока;

- возможность сварки при значительной скорости ветра за счет особой системы защиты капель расплавленного металла и ванны;

- отсутствие необходимости сушки проволоки перед использованием;

- легкость обучения.

В то же время среди отрицательных особенностей процесса следует отметить то обстоятельство, что процесс сварки проволокой Innershild происходит при высоких значениях тока (230-300 А), что неблагоприятно сказывается на сварке корня шва, и сопровождается достаточно большим разбрызгиванием. При этом капли имеют высокую температуру. В связи с этим при сварке проволокой типа Innershild (в особенности для проволоки Ø2,0 мм) необходимо использование специальной одежды (кожаные костюмы) и масок (фиброметалл).

Следует отметить также, что процесс сварки сопровождается повышенным выделением сварочных аэрозолей.

Механизированная сварка проволокой сплошного сечения в смеси газов. Для этого способа сварки применяют CO₂ или смеси газов, содержащие 75-90% Ar и остальное CO₂. Несмотря на значительную стоимость газовых смесей в последнее время их применение возросло, что объясняется некоторыми технологическими преимуществами способа, а именно:

- достижением более высокой ударной вязкости сварных соединений в области низких температур;
- малым разбрызгиванием;
- высокая эффективность работы оператора в связи с отсутствием необходимости останавливать процесс для смены электродов;
- высокая линейная скорость сварки (14-20 м/ч по сравнению с 4-8 м/ч для электродов с основным видом покрытия);
- устранения значительного количества дефектов, обычно имеющих место при обрыве и зажигании дуги при частой смене электрода;
- меньшим расходом проволоки при сварке угловых швов в связи с более плоской формой усиления шва.

Расширения применения сварки в смесях газов вместо ручной сварки покрытыми электродами объясняется следующими преимуществами первого из этих способов:

- примерно в 2,5 раза большей производительностью процесса;
- пониженными затратами вспомогательного времени, которое, в зависимости от количества слоев, в 2-4 раза меньше, чем при ручной сварке, где требуется время на замену электродов и удаление шлака;
- экономией около 30% присадочного материала, обусловленной большим переходом электродного металла в шов (90-95%);
- упрощением условий поставки и хранения электродных материалов (как правило, требуются проволоки не более трёх диаметров);
- возможностью полной механизации благодаря использованию при сварке соответствующих приспособлений.

Проанализировав варианты сварки, предварительно было решено использовать механизированную сварку проволокой сплошного сечения в смеси газов (75%Ar + 25%CO₂) для сварки корня шва и подварочных слоев, так как этот способ является наиболее производительным и обеспечивает необходимые характеристики сварного соединения в соответствии с требованиями ОСТ 26.291-94.

Окончательный выбор способа сварки определяется после проведения экономического сравнения этих вариантов.

Для сварки заполняющих и облицовочных слоев продольных швов применяем автоматическую сварку под флюсом из-за следующих ее качеств.

Автоматическая сварка под флюсом отличается от других широко применяемых способов дуговой сварки высокой производительностью процесса, высоким качеством и стабильностью свойств сварного соединения, высоким уровнем автоматизации сварочных работ, лучшими гигиеническими условиями труда сварщиков.

Высокая производительность автоматической сварки под флюсом достигается благодаря следующим особенностям:

- применением больших токов при использовании относительно тонкой проволоки, то есть увеличение плотности тока;

- повышение коэффициента наплавки.

Экономия материалов и электроэнергии достигается за счет уменьшения расхода электродной проволоки на угар и разбрызгивание вследствие лучшего использования тепла дуги и отсутствие потерь тепла при разбрызгивании и угаре металла, а также потерь тепла на излучение. Кроме того, отпадает необходимость в защите глаз и лица рабочих.

Для сварки заполняющих и облицовочных слоев продольных швов и кольцевых швов применяем автоматическую сварку под флюсом.

Указанные преимущества указывают на целесообразность применения комбинированной сварки – корневой шов и подварочные выполняются с помощью механизированной сварки в среде 75%Ar+25%CO₂, заполняющие и облицовочные слои – автоматической сваркой под флюсом применительно продольным и кольцевым швам. Для обварки штуцеров и фланцев применяем механизированную сварку в среде 75%Ar+25%CO₂.

1.10 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 механизированной сварки в среде 75%Ar+25%CO₂;
- защитные газы – смесь 75%Ar+25%CO₂ для механизированной сварки.

Для применения при изготовлении и ремонте аккумуляторов импульсного газа 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 вязко-пластических 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 данной работе применяем следующие сварочные материалы:

- механизированная сварка – проволока Св-08Г2С диаметром 1,2 мм по ГОСТ 2246-70, газовая смесь 75%Ar+25%CO₂;

- автоматическая сварка под флюсом – проволока Св-08ГА диаметром 4,0 мм по ГОСТ 2246-70, флюс АН-348 по ГОСТ 9087-81.

Таблица 1.12 - 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 1.13 - Химический состав флюса, %

Марка флюса	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
АН-348	41-44	34-38	6,5	5-7,5	4,5	4-5,5	2	0,15	0,12

1.10.1 Хранение сварочных материалов

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

Проволоки сплошного сечения 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.

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.

1.11 Выбор сварочного оборудования и установок

Источники сварочного тока, применяемые для сварки емкости для аккумулялирования импульсного газа, должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечение высоких динамических свойств;
- регулирование сварочного тока и напряжения дуги с пульта дистанционного управления;
- номинальный сварочный ток для способа МАДП при ПВ=100% – не менее 250 А, для способа АФ при ПВ=100% – не менее 500А;
- 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 $+40^{\circ}\text{C}$ до -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 емкостей, 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 работе необходимо выбрать оборудование для механизированной сварки в $75\%Ar+25\%CO_2$ и автоматической сварки под флюсом.

Для механизированной сварки – источник питания Fronius VST-457 в совокупности с подающим механизмом Fronius VR-47.

Для автоматической под слоем флюса – сварочную головку АБС (технические характеристики приведены на листе графической части и ВДУ-1202.

Таблица 1.14 - Технические характеристики механизма подачи проволоки Fronius VR-47

Наименование параметра	Значение
1	2
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	1,2-2,0
порошковой	1,6-3,2
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	
при сварке в защитных газах	1,16-18,3
при сварке самозащитной порошковой проволоки	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

1.12 Расчет режимов сварки

В соответствии с рекомендациями [10] назначены следующие режимы прихваток (таблица 1.15).

Таблица 1.15 - Режимы сварки прихваток

Номер слоя	Марка электродной проволоки	Диаметр электрода	Род и полярность тока	Сварочный ток, А
Сварка прихваток	Св-08Г2С	1,2	постоянный, обратная	160-180

Согласно выбранным сварочным материалам и толщине свариваемых деталей выбираем режимы сварки. Вследствие больших толщин свариваемых деталей до 25 мм, большинство швов являются многопроходными.

Расчет режима автоматической сварки под флюсом

1. Сила сварочного тока

$$I_{св} = S_{пр} \cdot j, \quad (1.3)$$

где $S_{пр} = 12,56 \text{ мм}^2$ - площадь поперечного сечения проволоки Св-08ГА диаметром 4 мм;

$$j = 40 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \text{ - плотность сварочного тока.}$$

Установлено что удовлетворительное формирование швов получается на режимах, при которых плотность тока в электроде находится в пределах от $40-50 \frac{A}{мм^2}$, для данного диаметра.

$$I_{св} = S_{np} \cdot j = 12,56 \cdot 40 = 500 \text{ А.}$$

2. Напряжение на дуге:

$$U = 20 + 0,05 \cdot \frac{I_{св}}{d_{0,5}} \pm 1 = 20 + 0,05 \cdot \frac{500}{4^{0,5}} \pm 1 = 31 - 33 \text{ В,} \quad (1.4)$$

принимаем $U = 32 \pm 1 \text{ В.}$

3. Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом определяется по формулам:

$$\alpha_p = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{I_{св}}{d_{np}} = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{500}{4} = 12 \frac{г}{А \cdot ч} \quad (1.5)$$

4. Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_n = \frac{4 \cdot I_{св} \cdot \alpha_p}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho} = \frac{4 \cdot 500 \cdot 12}{3,14 \cdot 4^2 \cdot 7,8} = 62 \frac{м}{ч} \quad (1.6)$$

5. Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n = 0,98 \cdot \alpha_p = 0,98 \cdot 12 = 11,76 \frac{г}{А \cdot ч} \quad (1.7)$$

6. Площадь поперечного сечения одного валика, укладываемой за один проход, можно принимать равной $0,5 \text{ см}^2$.

7. Скорость сварки определяется по формуле:

$$V_{св} = \frac{I_{св} \cdot \alpha_n}{100 \cdot F \cdot \gamma} = \frac{500 \cdot 11,76}{100 \cdot 0,5 \cdot 7,8} = 15 \frac{м}{ч} \quad (1.8)$$

Расчет режима механизированной сварки в среде защитных газов

1. Сила сварочного тока:

$$I_{св} = S_{np} \cdot j$$

где $S_{np} = 1,13 \text{ мм}^2$ - площадь поперечного сечения проволоки Св-08Г2С диаметром 1,2 мм.

$$j = 140 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} - \text{плотность сварочного тока.}$$

$$I_{св} = S_{np} \cdot j = 1,13 \cdot 140 = 160 \text{ А}$$

2. Напряжение на дуге:

$$U = 20 + 0,05 \cdot \frac{I_{св}}{d_y^{0,5}} \pm 1 = 20 + 0,05 \cdot \frac{160}{1,2^{0,5}} \pm 1 = 26 - 28 \text{ В,}$$

принимаем $U = 29 \pm 1 \text{ В}$.

3. Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_{np}} = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{160}{1,2} = 13,7 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

4. Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_n = \frac{4 \cdot I_{св} \cdot \alpha_p}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho} = \frac{4 \cdot 160 \cdot 13,7}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,8} = 250 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

5. Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n = 0,9 \cdot \alpha_p = 0,9 \cdot 13,7 = 12,3 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

6. Площадь поперечного сечения одного валика, укладываемой за один проход, можно принимать равной $0,15 \text{ см}^2$.

7. Скорость сварки определяется по формуле:

$$V_{св} = \frac{I_{св} \cdot \alpha_n}{100 \cdot F \cdot \gamma} = \frac{160 \cdot 12,3}{100 \cdot 0,115 \cdot 7,8} = 22 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

1.13 Определение сварочных деформаций и мер по их устранению

Деформации в сварных конструкциях возникают по следующим причинам:

- неравномерный нагрев и охлаждение;
- структурные превращения;
- литейные усадки.

Основными мерами по предупреждению сварочных деформаций являются:

- выбор оптимальных режимов сварки;
- рациональная последовательность сборки и сварки изделия;
- вложение как можно меньшей энергии на погонный метр шва;
- уменьшение скоростей охлаждения;
- термообработка изделия после сварки.

1.14 Выбор технологического оборудования и оснастки

Для сборки доньшка емкости для аккумулялирования импульсного газа будет применяться следующее технологическое оборудование:

- велосипедная тележка – для сборки и сварки обечаек емкости для аккумулялирования импульсного газа;
- вращатель сварочный двухстоечный – для сборки и сварки патрубков к доньшкам емкости для аккумулялирования импульсного газа;
- роликовый стенд – для вращения изделия при сварке кольцевых швов;
- колонна для сварочного автомата – применяется при сварке кольцевых швов и продольных швов.

1.15 Выбор средств механизации подъемно-транспортных и вспомогательных операций

В сварочном производстве используются мостовые, подвесные, козловые и другие краны. Наибольшее распространение получили электрические мостовые краны. Они являются универсальным подъемно-транспортным оборудованием, обслуживающим большую площадь цеха и в тоже время не занимают производственную площадь.

При изготовлении корпуса емкости для аккумулялирования импульсного газа транспортирование сборочных единиц большой массы осуществляется при помощи мостового крана грузоподъемностью 5 тонн.

Подача деталей, поступающих из других цехов и участков, осуществляется с помощью электрокаров и передаточных механизированных тележек.

Транспортирование готового изделия осуществляется мостовым краном грузоподъемностью 5 тонн.

1.16 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:

- предварительный контроль;
- операционный контроль;
- 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 емкостей осуществляется на всех стадиях сборки и сварки. Правильная организация его является надежной гарантией безаварийной эксплуатации емкостей. Операционный контроль, проводимый на всех этапах производства, подразделяется 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

Правила приемки

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;

- прочности и герметичности;
- качества сварных швов;
- качества поверхности;
- качества покрытия;
- комплектности изделия (сосуда);
- комплектности сопроводительной документации;
- маркировки;
- консервации;
- упаковки.

Сварные швы контролируются:

- 100% визуально-измерительный;
- 100% ультразвуковая дефектоскопия;
- гидравлическое испытание – для готового изделия;
- механические испытания образцов свидетелей.

Визуально-измерительный контроль

Визуальный контроль и измерение сварных швов 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 3242-79 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.

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, предусмотренных по ОСТ 26.291-94;
- 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.

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.

В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

- трещины всех видов и направлений;
- свищи;
- непровары (несплавления), расположенные в сечении сварного соединения;
- поры, шлаковые и вольфрамовые включения, выявленные ультразвуковым методом по ОСТ 26-2044.

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 $P_{пр}$, равного $1,25P_{раб}$, 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.

Механические испытания

Для механических и коррозионных испытаний, а также металлографических исследований должна производиться вырезка образцов из контрольных сварных соединений.

Контрольное сварное соединение должно воспроизводить одно из стыковых сварных соединений сосуда (сборочной единицы, детали), определяющих его прочность, и выполняться одновременно с контролируемым сосудом (сборочной единицей, деталью) с применением одинаковых исходных материалов, формы разделки кромок, сборочных размеров, методов и режимов сварки, режима термообработки.

Примечание: К стыковым соединениям, определяющим прочность сосуда, следует относить продольные швы обечаек и патрубков, хордовые и меридиональные швы выпуклых днищ.

При автоматической и механизированной сварке сосудов (сборочных единиц, деталей) на каждый сосуд (сборочную единицу, деталь) необходимо сваривать одно контрольное сварное соединение (на каждый вид применяемого процесса) с использованием одинаковых присадочных материалов и режима термообработки.

Контрольные сварные соединения для проверки качества продольных швов сосудов (сборочных единиц, деталей) следует изготавливать таким образом, чтобы их швы являлись продолжением производственного продольного шва.

После сварки контрольное сварное соединение должно быть отделено от сосуда (сборочной единицы, детали) любым методом, за исключением отламывания.

2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Установка для сварки изделий

2.1.1 Велосипедная тележка для сварки под флюсом

Велотележка предназначена для сварки продольных и поперечных швов в горизонтальном положении под слоем флюса крупногабаритных изделий. Основные характеристики установки:

Габаритные размеры:	
длина	3500 мм
ширина	2520 мм
Высота	3000 мм
длина рельсового пути	16000 мм
Максимальные габаритные размеры свариваемого изделия:	
длина	3500 мм
диаметр	780 мм
Максимальная скорость продольного перемещения портала	1 м/мин
Скорость подъема и опускания консоли	2,5 м/мин
Ширина рельсовой колеи	5520 мм
Масса установки	15 т
Сварочная головка	АБС
Источник питания	ВДУ-1202

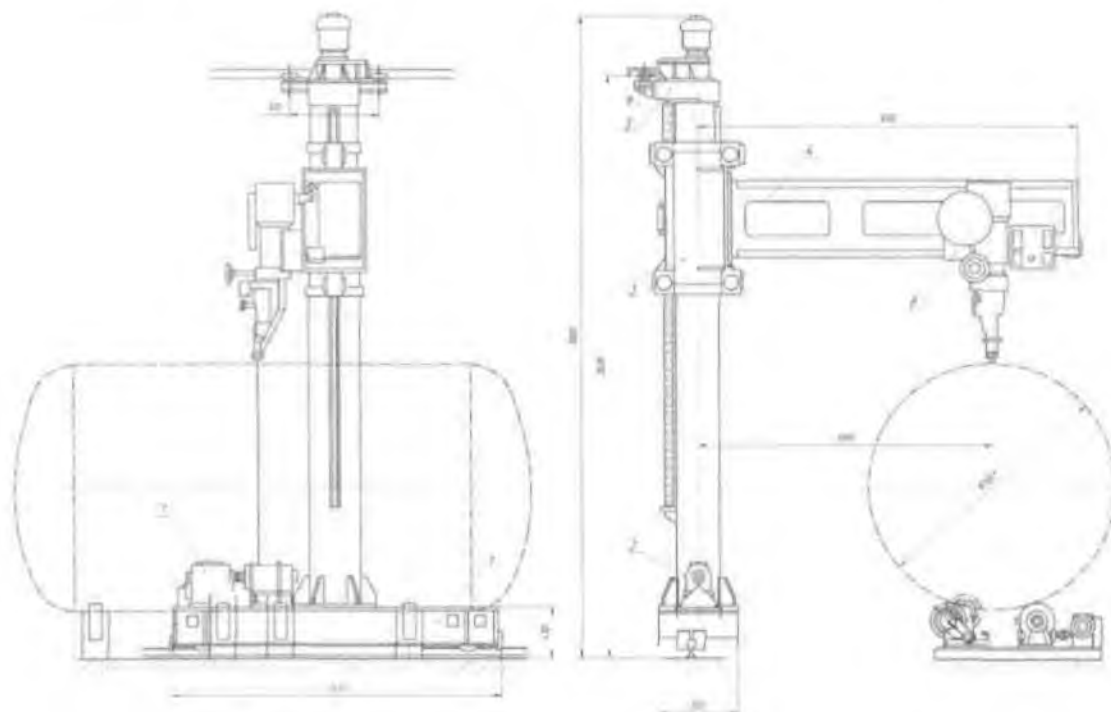


Рисунок 2.1 - Общий вид велотележки

Велотележка состоит из следующих узлов (перечень представлен в таблице 2.1), согласно рисунку 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень узлов тележки

№	Наименование
1	Плита
2	Колонна
3	Консоль
4	Направляющая консоль
5	Источник питания
6	Ролик
7	Электродвигатель
8	Сварочная головка

Велотележка представляет жесткую консоль 3, основанием которой является плита 1, на которой колонна перемещается по рельсовому пути, при помощи электродвигателя 7, расположенного в центральной нижней части рамы. Двигатель по системе приводных валов и конических передач передает одинаковый крутящий момент с высокой точностью на колеса ходовой тележки, обеспечивая точный и равномерный ход, необходимый при сварке продольных швов.

На колонне велотележки располагается консоль 3, которая движется в горизонтальной плоскости по направляющим, расположенным по обеим сторонам рамы. Направляющие представляют собой валы с нарезанной П-образной резьбой, которые приводятся в движения посредством переключения крутящего момента с электродвигателя 13. Следствием такой кинематической схемы является отсутствие возможности одновременного перемещения консоли и колонны велотележки.

На консоли располагается направляющая, по которой перемещается сварочная головка 8 в перпендикулярно плоскости движения портала, к которой по гибкому проволокоподводу расположенному верхней части колонны подается сварочная проволока.

2.1.2 Самоходная сварочная головка АБС

Самоходная сварочная головка АБС (рисунок 2.2) – универсальный автомат предназначенный для автоматической сварки под флюсом прямолинейных и кольцевых швов нахлесточных и угловых соединений. Головка АБС сконструирована из трёх узлов:

узел А – головка, предназначенная для подачи электродной проволоки в зону сварки. Узел А состоит из асинхронного двигателя 1, редуктора 2, подающего ролика 3, правильного механизма 4, токоподводящего мундштука 5 с указателем 6. В узел входят также пульт управления 7 и корректировочное устройство 8;

узел Б – подвесной механизм, состоящий из подъемного устройства 9 для вертикального перемещения головки, флюсоаппарат 10, флюсоотсоса 11.

Подъемное устройство 9 обеспечивает вертикальное перемещение узла А в пределах ± 100 мм.

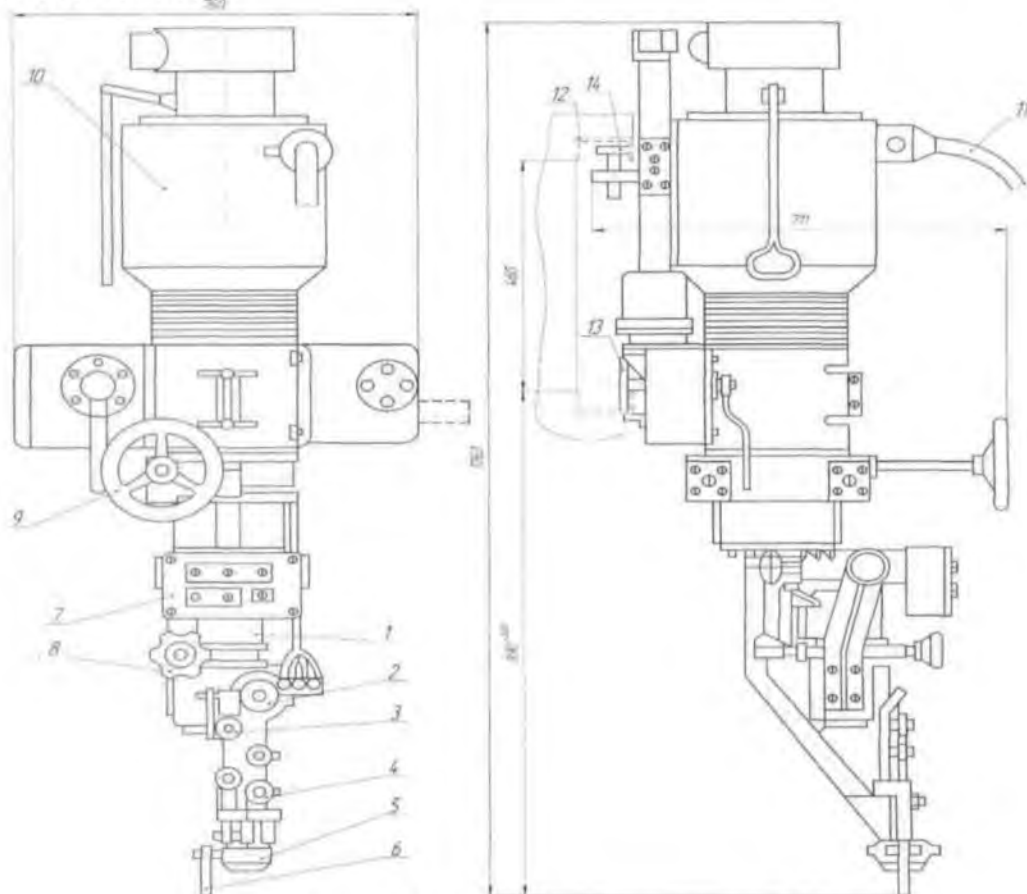


Рисунок 2.2 - Сварочная головка АБС

узел С – самоходная тележка велосипедного типа, которая перемещается по рельсовому пути (швеллерам) 12, расположенному на вертикальной плоскости. Тележка имеет самостоятельный механизм перемещения, состоящий из асинхронного двигателя и редуктора. Её устанавливают на швеллеры при помощи ходовых роликов 13 и 14.

Из узлов А, Б и С можно комплектовать автоматами трёх типов:

- подвесную головку А;
- подвесной автомат АБ;
- самоходный автомат АБС.

Принцип работы головки сварочной

При сварке проволока подаётся из бухты расположенной на правой ходовой тележке портала при помощи подающего механизма сварочной головки, состоящей из системы зажимных роликов, которые приводятся во вращение электродвигателем. Скорость же подачи регулируется редуктором в зависимости от режима сварки. Также головка имеет поворотный токоподводящий мундштук, что позволяет менять угол подачи электродной

проволоки. Это позволяет выполнять угловые швы тавровых соединений (рисунок 2.3).

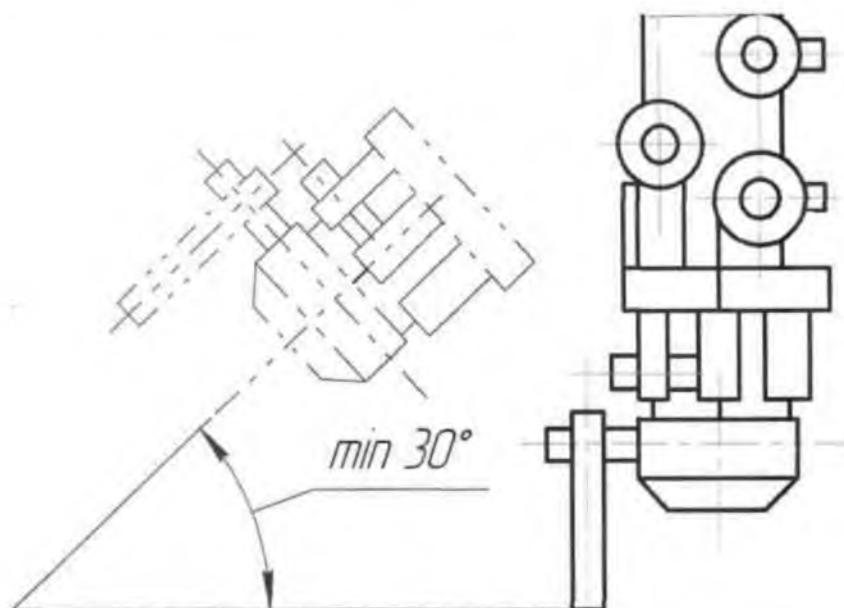


Рисунок 2.3 - Наклон мундштука сварочной головки

Головка перемещается по направляющим 8 на портале перпендикулярно движению портала по рельсовому пути при помощи электродвигателя.

Сварочная головка также имеет флюсоаппарат с замкнутым циклом.

Аппарат предназначен для подачи и отсасывания флюса, что существенно уменьшает его расход.

Аппарат всасывающей системы трёхкамерный. Находится в верхней части сварочной головки. При работе флюсоотсоса в верхней камере воздушным эжектором создаётся разрежение воздуха и флюс со шва всасывается в верхнюю камеру. Из нижней камеры флюс по каналу, выходящему около токоподводящего мундштука сыпается на шов.

Из верхней камеры в нижнюю флюс пересыпается при помощи клапанов с диафрагменными толкателями. В нижней камере имеется заслонка. С нижней камерой соединена подпиточная камера, размещённая вертикально в боковой части флюсоаппарата.

Флюс из подпиточной камеры начинает сыпаться только при отсутствии флюса в нижней камере. Управление флюсоаппаратом производится дистанционно с пульта управления.

Технические характеристики флюсоаппарата

Полезная ёмкость камер, л:

верхней	30
нижней	35
подпиточной	45
Давление воздуха в сети, атм	4 - 5
Производительность отсасывания пемзовидного флюса, кг/мин	15

На правой ходовой тележке располагается упаковка проволоки большой емкости ESAB Marathon Pac (рисунок 2.4), массой 475 кг. Упаковка не требует специального размоточного оборудования и позволяет легко и с минимальными потерями на трение транспортироваться по проволокопроводу к подающему механизму сварочной головки.



Рисунок 2.4 - Упаковка проволоки большой емкости ESAB MarathonPac

Достоинства данной упаковки, повышающие производительность и качество сварки следующие:

- высокое качество подачи проволоки;
- уменьшение сварных дефектов;
- плавность подачи;
- надежный старт;
- уменьшение износа проволокоподводов и контактных наконечников;
- защита проволоки от пыли;
- уменьшение простоев оборудования;
- не требуется разматывающий стенд;
- малые инвестиционные затраты;
- малая занимаемая площадь;
- экологичность;
- возможность утилизации картонной упаковки;
- большая емкость;

- уменьшения количества смен упаковок;
- уменьшения потерь проволоки;
- идеально подходит для производительного оборудования.

На левой ходовой тележке располагается источник питания 9 сварочной дуги ВДУ-1202. Сварочный источник имеет отличные сварочные характеристики во всем диапазоне токов и напряжений. Особенно хороши характеристики первичного зажигания и повторного зажигания дуги. Источники обеспечивают стабильную дугу, как на высоких, так и на малых величинах напряжения. Плавное регулирование напряжения дуги позволяет четко управлять сварочными параметрами. Выпрямитель ВДУ-1202 обеспечивают стабильность дуги при очень малых величинах напряжений.

Таблица 2.2 – Технические характеристики выпрямителя ВДУ-1202

Параметр	Значение
Напряжение сети, В/Гц	400/50-60
Макс. сварочный ток при ПВ=60%, А	1000/44
Макс. сварочный ток при ПВ=100%, А	800/44
Диапазон регулирования, А/В	40/22-1000/45
Напряжение холостого хода, В	52
КПД при максимальном токе	0.84
Фактор мощности при максимальном токе	0.95
Класс защиты	IP 23
Масса, кг	330

Вдоль рельсового пути между ходовыми тележками установлена сварочная постель 1, на которой во время сварки устанавливаются детали. Постель представляет собой сварную конструкцию рамного типа из стандартного металлопроката с сечением двутаврового профиля. Она обладает минимальными отклонениями от горизонтальной плоскости, для точной установки свариваемых деталей.

2.2 Работа установки

На сварочную постель устанавливают свариваемые детали, фиксируют их положение. Подводят сварочную головку к месту начала шва и начинают процесс сварки. Задаёт параметры движения и сварочные режимы оператор установки, который также контролирует процесс сварки.

2.3 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.

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

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:

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

$$P_1 = 35 / 0,72 = 42,2 \text{ Вт}$$

Частоту 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:

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

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

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

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

Выбираем стандартное значение синхронной частоты:

$$N_c = 1500 \text{ об/мин}$$

Согласно рекомендации подбираем электродвигатель с мощностью P_3 , ближайшей к расчетной $P_1 = 42,2 \text{ Вт}$.

$$P_3 = 50 \text{ Вт} > P_1 = 42,2 \text{ Вт}.$$

2.4 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:

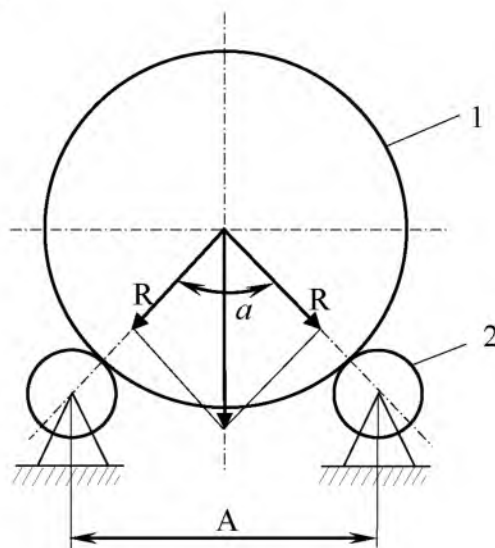
$$R = \frac{G}{n \cdot \cos \alpha / 2}, \quad (2.7)$$

где G – вес изделия, Н;

n – число роликов, $n=4$ штуки;

R – радиальная нагрузка на одну опору, Н;

α – центральный угол.



1 – изделие; 2 – ролик

Рисунок 2.5 – 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.

Вывод: Подбранное и спроектированное оборудование позволит усовершенствовать технологический процесс изготовления аккумулятора импульсного газа, повысить качество сварных соединений, облегчить труд сварщиков и сборщиков, повысить производительность труда.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Производственная программа. Трудоемкость изготовления сварных конструкций

Данные на годовую программу сварки емкости для аккумулирования импульсного газа предоставлены в таблице 3.1. Данные по трудоемкости сварки емкости для аккумулирования импульсного газа в таблице 3.2.

Таблица 3.1 - Годовая программа выпуска

Изделие	Базовый вариант (действующий)		Проект	
	Число единиц изделия на годовую программу, ед.	Масса годового выпуска изделия, кг	Число единиц изделия на годовую программу, ед.	Масса годового выпуска изделия, кг
Емкость для аккумулирования импульсного газа	50	78500	50	78500

Таблица 3.2 - Трудоемкость изготовления по видам работ

Виды работ	Трудоемкость, н/ч	
	Базовый вариант	Проект
1. Сборка	625	385
2. Сварка	1198	500
- ручная дуговая		
- механизированная в смеси газов		
- автоматическая под флюсом	932	932
Итого:	2755	1817

3.2 Расчет основных элементов производства

3.2.1 Расчет необходимого числа сварочного оборудования. Определение стоимости оборудования и затрат на амортизацию, содержание, эксплуатацию и ремонт оборудования

Расчет необходимого числа сварочного оборудования N_{CB} каждого типа для годового объема работ производится по формуле:

$$N_{CB} = \frac{T_{CB}}{\Phi_{CB} \cdot \tau \cdot \beta}, \quad (3.1)$$

где T_{CB} – время, потребное для выполнения годового объема сварочных работ с помощью данного типа сварочного оборудования, н·ч;

Φ_{CB} – действительные годовые фонды времени соответственно сварочному оборудованию (установки, приспособлению или стенду), н·ч;

τ – средний коэффициент выполнения норм выработки на данной операции с помощью соответствующего сварочного оборудования и приспособлений; в расчетах значения этого коэффициента можно принимать $\tau = 1,3 \dots 1,5$;

β – коэффициент использования действительного фонда времени, учитывающий простои оборудования по техническим и организационным условиям; 0,7 – для единичного и мелкосерийного производства.

Ручная дуговая сварка

Годовой фонд ручного источника для ручной дуговой сварки:

$$\Phi_{CB} = 1980 \frac{ч}{год} \quad (3.2)$$

Для сварки емкости для аккумуляирования импульсного газа требуется источников питания:

$$N_{CB} = \frac{1198}{1980 \cdot 1,3 \cdot 0,7} = 0,66 \text{ шт.}$$

принимаем $N_{CB} = 1$ шт.

Коэффициент загрузки оборудования K_3 определяется по формуле:

$$K_3 = \frac{N_i^{РАСЧ}}{N_i^{ПРИН}}, \quad (3.3)$$

где $N_i^{РАСЧ}$ и $N_i^{ПРИН}$ – соответственно расчетное и принятое количество сварочного и сборочного оборудования.

Для сварочного оборудования:

$$K_3 = \frac{0,66}{1} = 0,66$$

При выборе метода сварки величина амортизации оборудования D определяется исходя из балансовой стоимости оборудования и норм годовых амортизационных отчислений и с учетом коэффициента приведения по времени работы оборудования по формуле:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{S_i \cdot H_i}{100}, \quad (3.4)$$

где S_i – цена i -го оборудования по данному варианту, руб.;

H_i – норма годовых амортизационных отчислений по соответствующим видам i -го оборудования, %.

$$S_i = 121000 \text{ руб.} \text{ – для ВД-306ДК.}$$

$$D = \frac{121000 \cdot 27}{100} = 32670 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание, эксплуатацию и ремонт оборудования R , определяется по формуле:

$$R = 0,2 \cdot S_i = 0,2 \cdot 121000 = 24200 \text{ руб.} \quad (3.5)$$

Механизированная сварка в смеси защитных газов

Годовой фонд автоматов, полуавтоматов $\Phi_{CB} = 1881 \frac{\text{ч}}{\text{год}}$

$$N_{CB} = \frac{500}{1881 \cdot 1,3 \cdot 0,7} = 0,29 \text{ шт.}$$

принимаем $N_{CB} = 1$.

$$K_3 = \frac{0,29}{1} = 0,29$$

$$D = \frac{150000 \cdot 27}{100} = 40500 \text{ руб.}$$

где $S_i = 121000$ руб. – для Fronius источник питания VST-457 + подающий механизм VR-47.

$$R = 0,2 \cdot S_i = 0,2 \cdot 150000 = 30000 \text{ руб.}$$

Автоматическая сварка под флюсом

$$N_{CB} = \frac{932}{1881 \cdot 1,3 \cdot 0,7} = 0,54 \text{ шт.}$$

принимая $N_{св} = 1$.

$$K_3 = \frac{0,54}{1} = 0,54$$

$$D = \frac{200000 \cdot 27}{100} = 54000 \text{ руб.}$$

где $S_i = 200000$ руб. – для сварочной головки АБС+ВДУ-1202.

$$R = 0,2 \cdot S_i = 0,2 \cdot 200000 = 50000 \text{ руб.}$$

Все полученные расчеты количества и стоимости оборудования, а также затраты на амортизацию, содержание, эксплуатацию и текущий ремонт по проектному и базовому варианту приведены в таблице 3.3(1), 3.3(2) и таблице 3.4(1), 3.4(2).

Таблица 3.3(1) - Стоимость оборудования и затраты на амортизацию оборудования по базовому варианту

Оборудование, марка	Трудоемкость, выполняемая данным оборудованием, н/ч	Число оборудования, ед	Коэффициент загрузки оборудования	Стоимость оборудования, тыс. руб		Затраты на амортизацию оборудования		
				Единицы	Общая	%, единиц	На единицу, руб	Общая сумма, руб
Сварочная головка АБС+ВДУ-1202	932	1	0.54	105	105	27	54000	54000
Источник питания ВД-306ДК	1198	1	0.66	121	121	27	32670	32670
Итого:				226000		86670		

Таблица 3.4(1) - Ведомость затрат на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт оборудования по базовому варианту

Оборудование, марка	Затрат на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт оборудования, руб	
	единицы	общая сумма затрат
Сварочная головка АБС+ВДУ-1202	50000	50000
Источник питания ВД-306ДК	24200	24200
Итого:	74200	

Таблица 3.3(2) - Стоимость оборудования и затраты на амортизацию оборудования по базовому варианту

Оборудование, марка	Трудоемкость, выполняемая данным оборудованием, н/ч	Число оборудования, ед	Коэффициент загрузки и оборудования	Стоимость оборудования, тыс. руб		Затраты на амортизацию оборудования		
				Единицы	Общая	%, единиц	На единицу, руб	Общая сумма, руб
Сварочная головка АБС+ВДУ-1202	932	1	0.54	105	105	27	54000	54000
Fronius источник питания VST-457 + подающий механизм VR-47	500	1	0.29	150	150	27	40500	40500
Итого:				255000			94500	

Таблица 3.4(2) - Ведомость затрат на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт оборудования по базовому варианту

Оборудование, марка	Затрат на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт оборудования, руб	
	единицы	общая сумма затрат
Сварочная головка АБС+ВДУ-1202	50000	50000
Fronius источник питания VST-457 + подающий механизм VR-47	30000	30000
Итого:		80000

3.2.2 Определение затрат на основные материалы

Затраты на основные материалы (сталь 09Г2С) берем по данным завода-изготовителя, так как мы не вносим по ходу проекта изменений в конструкцию емкости для аккумулирования импульсного газа и, следовательно, затраты на основные материалы остаются неизменными.

$M_{осн} = 34410$ руб. – затраты на одно изделие;

$M_{осн} = 1720500$ руб. – затраты на годовую программу.

3.2.3 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на сварочные материалы определяются умножением расхода соответствующих материалов на их стоимость

$$M_{CB} = \sum_{i=1}^n G_{iCB} \cdot A \cdot S_{iCB} \quad (3.6)$$

где M_{CB} - затраты на сварочные материалы, руб;

G_{iCB} - масса расхода i -го сварочного материала на одно изделие, кг;

A - число изделий на годовую программу, шт;

S_{iCB} - цена i -го сварочного материала, руб/кг.

Расход материалов на одно изделие для различных видов сварки устанавливается как сумма произведений соответствующего удельного расхода материалов на протяженность швов.

$$G_{CB} = Y_1 \cdot L_1 + Y_2 \cdot L_2 + \dots + Y_n L_n, \quad (3.7)$$

где Y_1, Y_2, \dots, Y_n - соответствующие удельные нормы расхода i -х сварочных материалов на 1 м шва в зависимости от вида применяемых швов, кг/м;

L_1, L_2, \dots, L_n - соответствующая протяженность сварных швов, м.

Базовый вариант

Расчет удельных норм расхода материалов при ручной электродуговой сварке.

При ручной электродуговой сварке расходными материалами являются электроды.

Удельный расход электродов определяется исходя из массы наплавленного металла, потерь в процессе сварки на угар, разбрызгивание и огарки, а также массы электродного покрытия.

Удельный расход электродов на 1 м шва определяется по формуле:

$$Y_{iЭЛ} = m_i \cdot P_{iЭЛ}, \quad (3.8)$$

где $Y_{iЭЛ}$ - удельный расход i -й марки электродов на 1 м шва, кг/м;

m_i - масса наплавленного i -ой маркой электродов 1 м шва, кг/м;

$P_{iЭЛ}$ - коэффициент расхода i -й марки электродов на 1 кг наплавленного металла.

Масса наплавленного металла зависит от конструктивных элементов шва, марки применяемых электродов и проволоки и определяется по формуле:

$$m_i = F_i \cdot \gamma \cdot 0,001, \quad (3.9)$$

где F_i – площадь поперечного сечения i -го шва, мм;
 γ – плотность наплавленного металла, г/см³, для малоуглеродистых сталей принимается равной 7,85 г/см³.

Корневой шов:

$$m_1 = F_1 \cdot \gamma \cdot 0,001 = 21 \cdot 7,85 \cdot 0,001 = 0,165 \text{ кг/м}$$

$$Y_{1ЭЛ} = m_1 \cdot P_{ЭЛ} = 0,165 \cdot 1,5 = 0,248 \text{ кг/м}$$

Заполняющие швы:

$$m_2 = F_2 \cdot \gamma \cdot 0,001 = 30,7 \cdot 7,85 \cdot 0,001 = 0,236 \text{ кг/м}$$

$$Y_{2ЭЛ} = m_2 \cdot P_{ЭЛ} = 0,236 \cdot 1,5 = 0,353 \text{ кг/м}$$

Затраты на электроды:

$$G_{CB} = 0,248 \cdot 9,24 + 0,353 \cdot 18,5 = 16 \text{ кг}$$

$$M_{CB} = 16 \cdot 50 \cdot 30,6 = 24480 \text{ руб.}$$

Проектный вариант

Расчет удельных норм расхода материалов при механизированной сварке в смеси газов.

При сварке в защитных газах расходными материалами являются: защитный газ и электродная проволока.

Удельный расход электродной проволоки устанавливается исходя из массы наплавленного металла на 1 м шва и технологических потерь.

Определяется по формуле:

$$Y_{шг} = m_i \cdot P_{шг}, \quad (3.10)$$

где $Y_{шг}$ – удельный расход i -й марки электродной проволоки на 1 м шва, кг/м;

m_i – масса наплавленного i -ой маркой проволоки 1 м шва, кг/м;

P_{III} – коэффициент расхода i -й марки проволоки, учитывающий технологические потери и отходы при сварке, $P_{III} = 1,08$.

Корневой шов:

$$m_1 = F_1 \cdot \gamma \cdot 0,001 = 21 \cdot 7,85 \cdot 0,001 = 0,165 \text{ кг/м}$$

$$Y_{III} = m_1 \cdot P_{III} = 0,165 \cdot 1,08 = 0,18 \text{ кг/м}$$

Заполняющие швы:

$$m_2 = F_2 \cdot \gamma \cdot 0,001 = 35 \cdot 7,85 \cdot 0,001 = 0,28 \text{ кг/м}$$

$$Y_{2III} = m_2 \cdot P_{III} = 0,28 \cdot 1,08 = 0,3 \text{ кг/м}$$

Норма расхода защитного газа определяется по формуле:

$$Y_G = q_G \cdot t_0, \quad (3.11)$$

где Y_G – удельный расход газовой смеси при сварке i -й маркой электродной проволоки на 1 м шва, л/м;

q_G – расход защитного газа, л/мин;

t_0 – основное время сварки 1 м шва, мин.

$$Y_G = q_G \cdot t_0 = 0,56 \cdot 2,3 = 1,29 \text{ л/м}$$

Так как мы применяем двойную смесь (75%Ar+25%CO₂), то в удельном расходе смеси на 1 метр шва 0,97 л будет приходиться на аргон, а 0,32 л – на углекислый газ.

Затраты на электродную проволоку и газ:

$$G_{CB1} = 0,18 \cdot 9,24 + 0,3 \cdot 18,5 = 7,21 \text{ кг – расход проволоки на изделие;}$$

$$G_{CB2} = 0,97 \cdot 27,72 = 26,88 \text{ л – расход аргона на изделие;}$$

$$G_{CB2} = 0,32 \cdot 27,72 = 8,87 \text{ л – расход углекислого газа на изделие;}$$

$$M_{CB} = 7,21 \cdot 500 \cdot 12 + 26,88 \cdot 500 \cdot 11,25 + 8,87 \cdot 500 \cdot 6,6 = 223731 \text{ руб}$$

Все полученные значения затрат на сварочные материалы приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Ведомость затрат на сварочные материалы

Расходные материалы	Стоимость, руб/кг (л)	Норма расхода на изделие, кг	Затраты на годовую программу, руб
Базовый вариант			
Электроды	30,6	16	244800
Сварочная проволока	12	18,1	108600
Флюс	18,9	21	198450
Итого:		551850	
Проектный вариант			
Аргон	11,25	26,88	171563
Углекислый газ	6,6	5,3	17490
Сварочная проволока	12	25,31	151860
Флюс	18,9	21	198450
Итого		539363	

3.2.4 Определение затрат на энергию

Затраты на технологическую электроэнергию определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_H^T = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot S_{ЭН} \quad (3.12)$$

где \mathcal{E}_H^T – затраты на технологическую энергию, руб.;

Q_i – расход электроэнергии на технологический процесс, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{руб.}}$;

$S_{ЭН}$ – стоимость 1 $\text{кВт} \cdot \text{ч}$ электроэнергии, $\frac{\text{руб.}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$.

Расход электроэнергии при электродуговой сварке плавлением исчисляется перемножением удельного расхода электроэнергии на 1 кг наплавленного металла:

$$Q_D = W_D \cdot m \cdot A \quad (3.13)$$

где Q_D – расход электроэнергии, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$;

W_D – удельный расход электроэнергии при электродуговой сварке на 1 кг наплавленного металла, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$;

m – масса наплавленного металла на изделие, кг;

A – число изделий, шт.

Расчет удельного расхода электроэнергии при электродуговой сварке на 1 кг наплавленного металла $W_D, \frac{кВт \cdot ч}{кг}$, определяется по формуле:

$$W_D = \frac{U_D}{\eta_{II} \cdot \alpha_H}, \quad (3.14)$$

где U_D – дуговое напряжение, В;

η_{II} – коэффициент полезного действия источника питания дуги;

α_H – коэффициент наплавки, $\frac{г}{А \cdot ч}$.

Ручная дуговая сварка

$$W_D = \frac{18}{0.85 \cdot 9.5} = 2.3 кВт \cdot ч / кг$$

$$Q_D = 2.3 \cdot 6.9 \cdot 500 = 7935 кВт \cdot ч$$

$$\mathcal{E}_H^T = 7935 \cdot 1.3 = 10315.5 руб$$

Механизированная сварка в смеси защитных газов

$$W_D = \frac{20}{0.85 \cdot 17} = 1.4 кВт \cdot ч / кг$$

$$Q_D = 1.4 \cdot 7.8 \cdot 500 = 5433 кВт \cdot ч$$

$$\mathcal{E}_H^T = 5433 \cdot 1.3 = 7062.9 руб$$

Автоматическая сварка под флюсом

$$W_D = \frac{34}{0.85 \cdot 15} = 2.7 кВт \cdot ч / кг$$

$$Q_D = 2.7 \cdot 17.5 \cdot 500 = 23525 кВт \cdot ч$$

$$\mathcal{E}_H^T = 23525 \cdot 1.3 = 30582.5 руб$$

Затраты на электроэнергию приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Ведомость затрат на электроэнергию

Виды сварки	Стоимость, $\frac{\text{руб.}}{\text{кВт}\cdot\text{ч}}$	Норма расхода, $\text{кВт}\cdot\text{ч}$	Затраты, руб
Базовый вариант			
Ручная дуговая	2,2	7935	10315.5
Автоматическая под флюсом	2,2	23525	30582.5
Итого:		40898	
Проектный вариант			
Полуавтоматическая в смеси газов	2,2	5433	7062.9
Автоматическая под флюсом	2,2	23525	30582.5
Итого:		37645,4	

3.2.5 Определение состава работающих и годового фонда заработной платы

В состав работающих входят производственные и вспомогательные рабочие.

Расчетное число явочных и списочных рабочих каждой специальности $P_{я}$, $P_{с}$ определяются по формулам:

$$P_{я} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\Phi_{НР} \cdot \tau}; \quad (3.15)$$

$$P_{с} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\Phi_{ДР} \cdot \tau},$$

где $P_{я}$, $P_{с}$ – число работающих соответственно явочного и списочного состава, чел;

T_i – трудоемкость работ i -той специальности, $нч$;

$\Phi_{НР}$, $\Phi_{ДР}$ – соответственно номинальной и действительный фонд времени рабочих, ч;

τ – коэффициент выполнения норм выработки.

$$\Phi_{НР} = 2091 \text{ ч/год}; \Phi_{ДР} = 1840 \text{ ч/год},$$

Фонд основной зарплаты производственных рабочих различных профессий подсчитывается по формуле:

$$Z_{ОПР} = T_i \cdot r_i \cdot 1,2, \quad (3.16)$$

где $Z_{ОПР}$ – фонд основной зарплаты производственных рабочих, руб.;

T_i – трудоемкость i -ой категории работ для заданной годовой производственной программы, $нч$;

1,2 – повышение расценки в связи с применением технически обоснованных норм времени и доплаты за работу в ночное время, совмещение профессий и т.п.

Фонд зарплаты вспомогательных рабочих для каждой категории работ определяется по формуле

$$Z_{ОВ} = r_i \cdot \Phi_{ДР} \cdot P_B, \quad (3.17)$$

где $Z_{ОВ}$ – фонд зарплаты вспомогательных рабочих, руб.;

r_i – среднечасовая тарифная ставка соответствующей i -ой категории рабочих, руб/час;

$\Phi_{ДР}$ – действительный фонд времени рабочего, ч;

P_B – число вспомогательных рабочих данной категории.

Премия из фонда заработной платы берется равной 25% от основной зарплаты, а премия из фонда материального поощрения равна 15% от основной заработной платы.

Отчисления на социальное страхование принимаются в размере 26,8% от основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих

Базовый вариант

Число сварщиков:

$$P_{Я} = \frac{2030}{2091 \cdot 1.3} = 0.75, \quad \text{принимаем 1 чел.}$$

$$P_{С} = \frac{2030}{1840 \cdot 1.3} = 0.85, \quad \text{принимаем 1 чел.}$$

Число сборщиков:

$$P_{Я} = \frac{625}{2091 \cdot 1.3} = 0.22, \quad \text{принимаем 1 чел.}$$

$$P_{Я} = \frac{625}{1840 \cdot 1.3} = 0.26, \quad \text{принимаем 1 чел.}$$

Количество вспомогательных рабочих нормированную работу, определяется как 30% от числа основных производственных рабочих.

$$P_{ВС} = 0,3 \cdot 2 = 0.6, \quad \text{принимаем 1 чел.}$$

Таблица 3.7(1) - Ведомость затрат на основную заработную плату производственных и вспомогательных рабочих по базовому варианту.

Профессия	Число раб.		Разряд	Тарифная ставка, руб.	Трудоемкость	Основная зарплата, руб.
	явочное	списочное				
1.Производственные рабочие						
- сварщик	1	1	5	50,12	2030	122092,3
- сборщик	1	1	5	40,7	625	30525
2.Вспомогательные рабочие	1	1	5	37,24	-	68521,6
Итого:	3	3				221138,9

Таблица 3.8(1) - Сводная ведомость состава работающих и фонда заработной платы по базовому варианту

Категория работающих	Число		Основная зарплата, руб	Дополнительная зарплата, руб	Отчисления в соцстрах, руб	Премия из фонда зарплаты, руб	Премия из фонда материального поощрения, руб	Общий фонд зарплаты, руб	Среднемесячная зарплата, руб
	Явочное	Списочное							
Производственные рабочие:									
сварщик	1	1	122092	12209.2	24443	30523	18313	207580	15261
сборщик	1	1	30525	4578.75	6389	7631	4579	53703	3942
Вспомогательные рабочие	1	1	68521,6	6852	13718	17130	10278	116500	8565
Итого:	3	3	221138.9	23640	44550	55284	33170	377783	

Проектный вариант

Число сварщиков:

$$P_{я} = \frac{1632}{2091 \cdot 1.3} = 0,6, \text{ принимаем 1 чел.}$$

$$P_{с} = \frac{1632}{1840 \cdot 1,3} = 0,68, \text{ принимаем 1 чел.}$$

Число сборщиков:

$$P_{я} = \frac{625}{2091 \cdot 1.3} = 0,22, \text{ принимаем 1 чел}$$

$$P_{с} = \frac{625}{1840 \cdot 1.3} = 0,26, \text{ принимаем 1 чел}$$

Количество вспомогательных рабочих, выполняющих нормированную работу, определяется как 30% от числа основных производственных рабочих.

$$P_{вс} = 0,3 \cdot 2 = 0,6, \text{ принимаем 1 чел.}$$

Таблица 3.7(2) - Ведомость затрат на основную заработную плату производственных и вспомогательных рабочих по базовому варианту

Профессия	Число рабочих		Разряд	Тарифная ставка, руб.	Трудоемкость	Основная зарплата, руб.
	явочное	списочное				
Производственные рабочие	1	1	5	50,12	1632	98155
- сварщик	1	1	5	40,7	625	30525
- сборщик						
Вспомогательные рабочие	1	1	5	37,24	-	68521,6
Итого:	3	3				197201,6

Таблица 3.8(2) - Сводная ведомость состава работающих и фонда заработной платы по базовому варианту

Категория работающих	Число		Основная зарплата, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Отчисления в соцстрах, руб.	Премия из фонда зарплаты, руб.	Премия из фонда материального поощрения, руб.	Общий фонд зарплаты, руб.	Среднемесячная зарплата, руб.
	Явочное	Списочное							
Производственные рабочие:									
- сварщик	1	1	98155	9816	19651	24539	14723	166884	12270
- сборщик	1	1	30525	4579	6389	7631	4579	53703	3943
Вспомогательные рабочие	1	1	68521	6852	13718	17130	10278	116499	8585
Итого	3	3	197202	21247	39758	49300	29580	337086	

3.3 Расчет показателей экономической эффективности

3.3.1 Определение капитальных вложений

Под капитальными вложениями в сварочную технику принимается вся сумма единовременных затрат на основные фонды, на увеличение оборотных средств, если оно вызвано осуществлением данного мероприятия.

Расчет капитальных вложений по проекту и базовому варианту предложено в таблице 3.9.

Таблица 3.9(1) - Капитальные вложения по базовому варианту

Затраты	Количество	Сметная стоимость, руб.	Обоснование принятой сметной стоимости
Оборудование			
Производственное и вспомогательное оборудование	2	226000	Ведомость оборудования

Транспортные и заготовительно-складские расходы		9492	4.2 % от стоимости оборудования
Итого:		235492	
Монтаж оборудования			
Монтаж нового производственного оборудования		9040	4 % стоимости оборудования (с учетом транспортных и заготовительных расходов)
Итого:		9040	
Всего:		244532	

Таблица 3.9(2) - Капитальные вложения по проектному варианту

Затраты	Количество	Сметная стоимость, руб.	Обоснование принятой сметной стоимости
Оборудование			
Производственное и вспомогательное оборудование	2	255000	Ведомость оборудования
Транспортные и заготовительно-складские расходы		10710	4.2 % от стоимости оборудования
Итого:		265710	
Монтаж оборудования			
Монтаж нового производственного оборудования		1020	4 % стоимости оборудования (с учетом транспортных и заготовительных расходов)
Итого:		1020	
Всего:		275910	

3.3.2 Себестоимость продукции

Себестоимость представляет собой денежные затраты предприятия на производство и реализацию продукции или выполнение работ.

Себестоимость является одним из основных технико-экономических показателей, наиболее полно характеризующих производственно-хозяйственную деятельность предприятия.

В сварочном производстве обычно определяют себестоимость производства сварочных работ (технологическая себестоимость) и себестоимость сварной конструкции.

3.3.2.1. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость рассчитывается при анализе различных способов сварки с целью определения наиболее предпочтительного для производства заданных сварных конструкций, а также при расчетах экономической эффективности внедрения новой сварочной технике.

В технологическую себестоимость включают только те затраты, которые изменяются в сравниваемых вариантах:

$$C_T = V \cdot A + B, \quad (3.18)$$

где C_T – технологическая себестоимость годового выпуска, руб;

V – величина условно-переменных статей затрат себестоимости, руб;

A – годовая программа выпуска изделия, шт.;

B – величина условно-постоянных затрат себестоимости, руб.

Расчет величины условно-переменных и условно-постоянных статей затрат производится по формуле соответственно таблицы 3.10, 3.11.

Таблица 3.10 - Условно-переменные статьи затрат технологической стоимости годового выпуска

Статья затрат	Затраты, руб				Экономия «+» перерасход «-»
	Базовый вариант		Проектный вариант		
	На единицу	На годовую программу	На единицу	На годовую программу	
Сварочные материалы	1103.7	551850	1079	539362	+12488
Электроэнергия	81.8	40898	75.3	37645.4	+3252.6
Зарплата с начислениями	755.6	377783	674.2	337086	+40697
Итого:	V^B 1941.1	$V^B \cdot A$ 970550	V^{II} 1828.5	$V^{II} \cdot A$ 914250	$V^B \cdot A - V^{II} \cdot A$ +56300

Таблица 3.11 - Условно-постоянные статьи затрат технологической себестоимости годового выпуска

Затраты	Затраты, руб		Экономия «+» перерасход «-»
	Базовый вариант	Проектный вариант	
Амортизация производственного и вспомогательного оборудования	86670	94500	-7830
Содержание, эксплуатация и текущий ремонт оборудования	74200	80000	-5800
Итого:	B^B 160870	B^{II} 174500	$B^B - B^{II}$ -13630

Исходя из расчетных данных таблиц 3.9 и 3.10 технологическая себестоимость годового выпуска:

по проектному варианту:

$$C_T^{II} = V^{II} \cdot A + B^{II} \quad (3.19)$$

$$C_T^П = 914250 + 174500 = 1088750 \text{ руб.},$$

по базовому варианту:

$$C_T^Б = V^Б \cdot A + B^Б$$

$$C_T^Б = 970550 + 160870 = 1131420 \text{ руб.},$$

3.3.2.2. Себестоимость (калькуляция) сварной конструкции

Себестоимость сварной продукции определяется расчетом калькуляции себестоимости продукции по проекту (базовому варианту) таблица 3.12.

Таблица 3.12 - Себестоимость изготовления емкости для аккумулирования импульсного газа

Статья затрат	Затраты на выпуск единицы изделия, руб.		Примечание
	Базовый вариант	Проектный вариант	
Основные материалы	34410	34410	По заводским данным
Сварочные материалы	1103.7	1079	
Топливо и энергия на технологические нужды	81.8	75.3	
Итого:	35596	35564	
Основная зарплата производственных рабочих	305.3	257.4	
Дополнительная зарплата производственных рабочих	33.6	28.8	10-12 % от основной заработной платы
Отчисление на социальное страхование	61.7	52.1	18.2 % от суммы основной и дополнительной зарплаты
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	213.7	180.2	70-80 % основной зарплаты
Возмещение износа инструмента	244.2	205.9	80 % основной зарплаты
Цеховые расходы	244.2	205.9	80 % основной зарплаты
Итого:	1102.7	930.3	
Итого цеховая себестоимость	36698,7	34494,3	

3.4 Экономический эффект

Экономический эффект \mathcal{E}_T от использования новой техники рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_T = \frac{P_T - Z_T}{\kappa_P + E_H}, \quad (3.20)$$

где P_T – неизменная по годам расчетного периода стоимостная оценка результатов, руб.;

Z_T – неизменная по годам расчетного периода стоимостная оценка затрат на реализацию мероприятия, руб.;

κ_P – норма реноваций основных фондов при использовании техники;

E_H – норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,12$).

Стоимостная оценка результатов (основных) новой техники определяется по формуле:

$$P_T = C \cdot A \cdot P\%, \quad (3.21)$$

где C – цена единиц продукции, производимой с помощью сварочной техники, руб.;

A – объем применения сварочной техники, руб.

$$P_T = 34494,3 \cdot 50 \cdot 1,1 = 1897186,5$$

Затраты на реализацию мероприятия по созданию сварочной техники определяется по формуле:

$$Z_T = (C \cdot A) + (\kappa_P + E_H) \cdot K, \quad (3.22)$$

где K – единовременные затраты при использовании продукции, руб.;

κ_P – норма реноваций ($\kappa_P = 0,1638$ при сроке службы средств и орудий труда в течение 5 лет).

$$Z_T = (34494,3 \cdot 50) + (0,1638 + 0,12) \cdot 255000 = 1802818,3$$

$$\mathcal{E}_r = \frac{1897186,5 - 1802818,3}{0,1638 + 0,12} = 316030$$

Период возврата единовременных затрат определяется по формуле:

$$T_B = \frac{K}{\mathcal{E}_r}, \quad (3.23)$$

где K – единовременные затраты, руб.;

\mathcal{E}_r – экономический эффект за один расчетный период, руб/год.

$$T_B = \frac{255000}{316030} = 0,8 \text{ года}$$

3.5 Расчет производительности труда

$$ПТ = \frac{M_{изд}}{P_c}, \quad (3.24)$$

где $ПТ$ – производительность труда одного рабочего, т/чел.;

$M_{изд}$ – масса изделий всей программы выпуска, т;

P_c – расчетное число сварщиков, чел.

Базовый вариант

$$ПТ = \frac{812,5}{0,85} = 955,88 \frac{т}{чел.}$$

Проектный вариант

$$ПТ = \frac{812,5}{0,68} = 1194,85 \frac{т}{чел.}$$

Вывод

По результатам произведенных расчетов видно, что проект выгоднее базового варианта. Экономический эффект по проекту равен 316030 руб. за 1 год. Период возврата единовременных затрат 0,8 года. Производительность труда увеличилась на 25%. Значит, внесенные нами в технологический процесс изменения экономически целесообразны и могут быть внедрены в производство.

Таблица 3.13 - Техничко-экономические показатели

Показатель	Обозначение, единицы	Величина по сравниваемым вариантам	
		База	Проект
Абсолютные показатели			
Годовой выпуск продукции	шт/т	50	50
Годовое количество наплавленного металла	т	1,22	1,265
Производственная площадь технологического процесса	м ²	327.6	327.6
Число работающих			
- сварщиков	чел.	1	1
- сборщиков		1	1
- вспомогательных рабочих		1	1
Производственное оборудование	ед.	2	2
Трудоемкость:			
- единицы продукции	нч	5.32	4.5
- годового выпуска	нч	2655	2257
Технологическая себестоимость годового выпуска:			
- всего	руб	1076570	1034100
- материалы сварочные	руб	551850	539362
- электроэнергия	руб	40898	37645.4
- зарплата с начислениями	руб	377783	337086
- амортизация оборудования	руб	86670	94500
- содержание, эксплуатация и текущий ремонт оборудования	руб	74200	80000
Полная себестоимость единицы продукции	руб/шт	36698.7	34494.3
Капитальные вложения	руб	244532	275910
Относительные показатели			
Годовой выпуск продукции:			
- на 1 м ² производственной площади	т/м ²	0.248	2.48
- на 1 единицу оборудования	т/ед	40.625	406.25
- на 1 сварщика	т/чел	81.25	812.5
Годовое количество наплавленного металла на 1 сварщика	т/чел	1.22	12.56
Производительность труда	т/чел	955.88	1194.85
Уровень механизации и автоматизации сварочных работ	%	50	75
Удельная технологическая себестоимость	руб/т	25583.8	21227.3
Выпуск продукции на 1 руб. капитальных вложений	кг/руб	0.33	2.95

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

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 безопасности и безвредных условий труда

Объектом разработки является технологический процесс изготовления трубной обвязки.

В проектируемом варианте предлагается заменить ручную аргонодуговую сварку на механизированную и автоматическую аргонодуговую сварку неплавящимся электродом, а также разработать сборочно-сварочные приспособления, что в значительной степени улучшит условия труда и уменьшит травматизм.

4.2 Объемно-планировочное решение задания проектируемого участка цеха

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

Расстояние между оборудованием 2 - 4 м, в зависимости от его расположения.

Высота до потолка $H=9 \text{ м}$;
Площадь участка $S=216 \text{ м}^2$;
Длина участка $B=18 \text{ м}$;

Ширина участка $A=12$ 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 по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

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.

4.3 Производственная санитария

4.3.1 Микроклимат производственных помещений

На участках производятся работы относящие к физическим работам средней тяжести (категории Па) – 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	Па 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 вместе с отоплением. Для установления оптимального микроклимата в здании участка предусмотрена вентиляция в соответствии с ГОСТ 12.1.005.

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, $h_p = 0,8$.

$$H_c = 9 - 0,2(9 - 0,8) - 0,8 = 8,16 \text{ м}$$

2. Расстояние между светильниками, м

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

$$L = 8,16 \times 1,4 = 11,42 \text{ м}$$

3. Необходимое минимальное количество светильников

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

где S - площадь освещенного помещения, $S = 216 \text{ м}^2$.

$$N = 216/11,42^2 = 2 \text{ шт}$$

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

4. Необходимый световой поток одной лампы, лм

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

где S – площадь освещённого помещения - 216 м²;
 $E_{н}$ – нормированное значение освещённости - 300 лк;
 Z – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения 1,15;
 $K_{з}$ – коэффициент, запаса учитывающий эмиссию ламп в процессе эксплуатации, $K_{з} = 1,7$;
 η – коэффициент использования светового потока – 0,62.

$$F = 300 \times 216 \times 1,7 \times 1,15 / 0,62 \times 7 = 29190 \text{ лм}$$

Индекс помещения:

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

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

$$I = 216 / 8,16(18+12) = 0,88$$

Принимаем к установке светильник TOPFLOOD с металлогалогенной лампой НИТ 400 dw E40, со световым потоком 30000 лм.

Проверим процент отклонения от необходимого светового потока:
 $[(30000-29190) \times 100] / 30000 = 2,7\%$ что не превышает допустимого.

5. Затраты электроэнергии на освещение:

$$W = W_{л} \times N, \quad (4.6)$$

где $W_{л}$ – тип лампы;
 N – количество светильников.

$$W = 400 \times 4 = 1,6 \text{ кВт}$$

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, НИТ 400 dw E40, 30000 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 одну душевую сетку предусматривают расход воды 500 л/ч, на один кран умывальника расход воды - 180 л/ч.

На рассматриваемом участке работу выполняют 7 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	7	21	315	336

4.3.4 Выделение вредных веществ

На данном участке производится механизированная и 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 м²;

$V_{\text{возд}}$ - скорость воздуха, 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 мм;

ρ_4 - плотность частиц – 4,5х10⁻³ кг/м³;

ρ_B - плотность воздуха – 1,3 кг/м³.

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

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

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

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:

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

где L - количество забираемого воздуха, м^3 ;

N - сопротивление воздуха, кПа ;

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

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

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

По полученной мощности $1,85 \text{ кВт}$ выбираем двигатель 90L2/1425, номинальная мощность $2,2 \text{ кВт}$.

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 12x18 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:

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

где l_c – длина стержня - 3м;

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

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

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

4. Предварительное количество заземлителей, шт

$$n_{пр} \eta_c = R_c/R_3, \quad (4.13)$$

где R_3 – 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:

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

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

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

где λ - расстояние между стержнями, м.

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

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

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

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: $\eta_c = 0,07$, $n_{пр} = 0,85$

9. Результирующее сопротивление заземляющего устройства, Ом:

$$R_{з\gamma} = (R_c \cdot R_n) / (R_c \cdot \eta_{пр}) + (R_n \cdot n_{пр} \cdot \eta_c), \quad (4.19)$$

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

$1,65 \leq 4$ условие соблюдается.

Уточним количество стержнем, шт

$$n = (n_{пр} \cdot \eta_c) / \eta_c, \quad (4.20)$$

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

Стержни размещаем по периметру цеха через 7 метров.

4.4.2 Опасность термического ожога

Так как на участке проводятся работы с применением дуговой сварки, к опасным 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 31319-2006 «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах». 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».

Источники зажигания:

- брызги расплавленного металла;
- замыкание электропроводки.

Горючие вещества не применяются.

В качестве средств пожаротушения используются огнетушители типа ОУ60 или порошковые огнетушители с составом ОП-8, также на участке имеется лом, багор, ведро, комплект для резки электрических проводов, асбестовое полотно, лопата, лопата совковая, рукав пожарный, защитный экран $1,4 \times 2$ м, стойка для экранов, бак с песком.

В целях избегания 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.

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 трубной обвязки, является аргонодуговая сварка.

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 углерод а CO	Окись азота NO ₂
Аргонодуговая	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 – 1000 шт.

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

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

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 механической 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.

Заключение

В выпускной квалификационной работе разработана технология и технологическая оснастка для сборки и сварки аккумулятора импульсного газа.

При этом проанализирован основной материал с точки зрения свариваемости и соответствия его механических характеристик предъявляемым требованиям. Выбран способ сварки, подобраны сварочные материалы и рассчитаны режимы сварки. Подобрано сварочное оборудование, а также разработано вспомогательное оборудование и рассчитаны приспособления для сварки. Проанализированы технико-экономические показатели изделия. Определены мероприятия по технике безопасности на участке сборки и сварки.

В результате проведенной работы разработан новый технологический процесс сборки и сварки аккумулятора импульсного газа. В результате замены базового варианта на проектируемый, получен экономический эффект равный 316 030 руб.

Список использованных литературных источников

1. Николаев Г.А. Прочность сварных соединений / Г.А. Николаев. – М.: Просвещение, 1982. – 240 с.
2. ПНАЭ Г-7-009-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок: Дата введения 01.01.90. – М, 2003. – 470 с.
3. Львов Н. С. Автоматика и автоматизация сварочных процессов / Львов Н. С., Гладков Э. А. – М.: И. Машиностроение.– 1982.– 260 с.
4. Гладков Э.А Управление процессами и оборудованием при сварке / Гладков Э.А.-М: Издательский центр «Академия», 2006 – 432с.
5. Полосков С.И. Методика квалитетической оценки процессов автоматической орбитальной сварки / С.И.Полосков, В.А.Ерофеев – М.: И. Машиностроение.– 1972.– 360 с.
6. Шоршоров М. Х. Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке. [Текст] : Атлас / М. Х. Шоршоров, В. В. Белов. – Издательство «Наука», М – 1972.– 220 с.
7. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В.С Виноградов. – М.: И. Академия.– 1997.– 319 с.
8. Белкин С.А. Механизация сварочных работ на АЭС / Белкин С.А. – М.: И. Энергоатомиздат.– 1991.– 96 с.
9. Красовский С.А. Основы проектирования сварочных цехов / Красовский С.А. – М.: И. Машиностроение.– 1980.– 319 с.
10. Березин В.Л. Сварка трубопроводов и конструкций / В.Л. Березин, А. Ф. Суворов. – Москва «Недра» .– 1976.– с 359.
11. Справочник сварщика / Под ред. В.В.Степанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 560 с., ил. (серия справочников для рабочих).
12. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. М., «Высшая школа», 1977, 392 с. с илл.
13. Сварочные материалы. Учебное пособие для вузов. Петров Г.Л.Л., «Машиностроение», 1972 280 стр. табл. 52. илл. 99.
14. Имбрицкий М.И. Справочник по трубопроводам и арматуре химических цехов электростанций. М., «Энергия», 1974.
15. 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.
16. 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.

17. 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.

18. 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.

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

20. 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.

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

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

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

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

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