Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Машиностроение»

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ ТРУБНОЙ ОБВЯЗКИ

Пояснительная записка

Руководитель	20.06.16	ст. преподаватель	С.Л. Бусыгин
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	20.06.16		В.А. Ивлев
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент		к.т.н. доцент	Е.С. Новикова
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Консультанты: Организационно-экономический раздел	14.06.16	ст. преп.	Е.Е. Качуровская
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	20.06.16	ст. доцент, к.т.н.	О.В. Чурбакова
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	20.06.16	ст. преподаватель	С.Л. Бусыгин
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

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

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Студенту Ивлеву В.А.
Группа ЗМТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»
Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии и технологической оснастки для сборки и сварки трубной обвязки»
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. Трубная обвязка (А1);
2. Технологический лист (А1);
3. Стенд для сборки и сварки (А1);
4. Гидроподъемник (А1);
5. Сварочная головка (А1);
6. Центратор (А1);
7. Преимущества применения смеси газов (А1);
8. Планировка участка (А1);
9. Технико – экономические показатели (А1).

Консультанты по разделам

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

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 08.03.2016	ТЧП - 50 %	лист № 1
	по 15.03.2016		
2	с 16.03.2016	КЧП – 50 %	лист № 2
	по 31.03.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.04.2016	КЧП – 50 %	лист № 4
	по 15.04.2016	Б и ЭП – 40 %	лист № 5
		ОЭЧ – 25 %	
		ТЧП – 10 %	
4	с 16.04.2016	Б и ЭП –40 %	лист № 6
	по 30.04.2016	ОЭЧ – 25 %	лист № 7
			лист № 8
5	с 01.05.2016	ОЭЧ – 50 %	
	по 25.05.2016		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 _____ В.А. Ивлев
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему: «Разработка технологии и технологической оснастки для сборки и сварки трубной обвязки» содержит 33 таблицы, 9 иллюстрации и 102 страницы печатного текста, количество использованных литературных источников 27, графическая часть проекта составляет 9 листов формата А1.

В выпускной квалификационной работе разработана технология сборки и сварки трубной обвязки. 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 проектируемом участке благоприятных условий труда.

Содержание

Введение 8
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 10
1.1 Назначение, описание, характеристика и условия работы изделия 11
1.2 Анализ технологичности изделия 12
1.3 Анализ заводской практики 14
1.4 Технические условия на изготовление изделия 17
1.4.1 Технические условия на основные и вспомогательные материалы 17
1.4.2 Технические условия на сборку изделия 19
1.4.3 Технические условия на сварку изделия 23
1.4.4 Технические условия на контроль, приемку и испытание изделия 25
1.5 Описание материала изделия 26
1.6 Разработка технологического процесса сборки и сварки трубной обвязки 28
1.6.1 Разбивка изделия на технологические узлы и выбор схемы технологического процесса 28
1.6.2 Выбор способа сборки и нормирование сборочных работ 29
1.6.3 Технологический процесс сборки и сварки трубной обвязки 31
1.6.4 Выбор сварочных материалов 33
1.6.5 Выбор сварочного оборудования и установок 34
1.6.6 Расчет режимов сварки 37
1.7 Определение сварочных деформаций и меры по их устранению 38
1.8 Выбор методов и организация контроля качества 39
2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ 44
2.1 Обоснование необходимости проектирования нестандартного оборудования 45
2.2 Стенд для сборки и сварки элементов трубопровода 45
2.2.1 Описание стенда 45
2.2.2 Устройство и принцип работы стенда 46
2.3 Гидроподъемник 47

2.3.1 Описание гидроподъемника 47
2.3.2 Устройство и принцип работы гидроподъемника 48
2.3.3 Расчет гидроподъемника 48
2.4 Центратор 49
2.4.1 Описание центратора 49
2.4.2 Устройство и принцип работы центратора 50
2.5 Головка для сварки труб PIPELINER II 51
2.6.MPS4000. Модель 712. Программируемый источник тока для орбитальной сварки 54
2.7 Расчет болтового соединения 55
2.8 Расчет прочности сварных соединений 57
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 59
3.1 Производственная программа цеха 60
3.1.1 Трудоемкость изготовления сварных конструкций 60
3.2 Расчет основных элементов производства 61
3.2.1 Расчет потребного числа единиц сварочного оборудования 61
3.3 Определение затрат на сварочные материалы 66
3.4 Определение затрат на электроэнергию 68
3.5 Определение состава работающих и годового фонда заработной платы . 70
3.6 Расчет показателей экономической эффективности 74
3.6.1 Определение капитальных вложений 74
3.6.2 Расчет технологической себестоимости 75
3.7 Себестоимость (калькуляция) сварной конструкции 77
3.8 Расчет экономического эффекта 77
3.9 Период возврата единовременных затрат 79
4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА 81
4.1 Общая характеристика проектируемого объекта с точки зрения безопасных условий труда 82
4.2 Объемно-планировочное решение здания проектируемого участка 82
4.3 Производственная санитария 83
4.3.1 Микроклимат производственных помещений 83

4.3.2 Освещение 83
4.3.3 Хозяйственно-питьевое водоснабжение 86
4.3.4 Выделение вредных веществ 87
4.3.5 Шум, инфразвук, ультразвук 88
4.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса 89
4.4.1 Опасность поражения электрическим током 89
4.4.2 Опасность термического ожога 92
4.4.3 Вибрация 92
4.5 Анализ и мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций 93
4.5.1 Предупреждение аварий технологического оборудования 93
4.5.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности 94
4.5.3 Обеспечение устойчивости объекта 94
4.6 Экологичность проекта 95
Заключение 98
Список использованных литературных источников 99
ПРИЛОЖЕНИЕ 102

Введение

При монтаже трубопроводов на компрессорных станциях сварка является наиболее сложным, ответственным технологическим процессом. Основными методами сварки в монтажных условиях в настоящее время являются ручные способы сварки покрытыми штучными электродами и неплавящимся электродом в среде аргона с подачей присадочной проволоки. Эти процессы не отличаются высокой производительностью и стабильностью достижения требуемого качества сварных соединений. Стабильность качества сварных соединений во многом определяется качеством сварочных материалов, особенно покрытых электродов, и зависит от квалификации, производственных навыков, физического и психологического состояния сварщика. Обычно ручная сварка большинства соединений при монтаже трубопроводов выполняется сварщиками высокой квалификации (4-6 разрядов), подготовка каждого из них занимает несколько лет.

Для улучшения технологичности, качества, надежности сварных конструкций и снижения их металлоемкости необходима выработка нового подхода к производству сварочных работ, так как в противном случае понадобится в короткие сроки в 2 раза и более увеличить численность сварщиков, а это – нереальная задача. Этот подход видится в совершенствовании организации монтажных и сварочных работ и более широком применении новых, прогрессивных технологических процессов и оборудования автоматической сварки, внедрения которых обеспечивает повышение производительности труда и качества сварных соединений.

Однако при использовании сварочных автоматов столкнулись с проблемами сложности обеспечения и стабильности получения качественных соединений. В частности эта проблема встала при сварке корневых швов трубопроводов, до 30% сварных швов не соответствуют требованиям НТД и нуждаются в повторной переварке. Поэтому актуальной задачей является

разработка таких средств, которые позволили бы добиться стабильного получения качественных сварных соединений.

На стадии проектирования, будет производиться работа по улучшению технологичности на основе снижении трудоемкости сборки и сварки трубопровода, внедрения автоматической сварки, а так же расчет режимов сварки корневого шва. Это обеспечит получение качественного изделия в кротчайшие сроки. Разработанный технологический процесс сборки и сварки должен не только обеспечивать получение надежного сварного соединения и конструкции, отвечающей всем эксплуатационным требованиям, но и допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления трубной обвязки, а также должен быть экономически выгодным по расходу энергии, сварочных материалов, затрат человеческого труда.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Назначение, описание, характеристика и условия работы изделия

Магистральные газопроводы представляют собой сложные инженерные сооружения, состоящие не только из линейной части, но и ряда объектов, предназначенных для сбора, подготовки, хранения и перекачки газа. В число таких объектов компрессорные станции (КС).

Компрессорные станции магистральных газопроводов предназначены для компримирования транспортируемого газа до давления, обеспечивающего его подачу от источников газа до газораспределительных станций (ГРС) потребителей. Основными параметрами КС являются количество транспортируемого газа, давление и температура газа на входе и выходе станции.

По технологическому принципу КС делятся на головные (ГКС), размещаемые обычно в непосредственной близости от месторождений газа, и на промежуточные, располагаемые по трассе газопровода, в соответствии с его гидравлическим расчетом, на площадках, выбранных в процессе изысканий.

На ГКС газ не только компримируется, но и подготавливается для транспорта. Для обеспечения требований, предъявляемых к транспортируемому газу, на головных станциях газопровода производится сепарация, осушка, очистка, удаление сероводорода и углекислоты, охлаждение и замер количества газа. На промежуточных КС обязательно производится очистка газа от механических примесей и, при необходимости, охлаждение газа.

Роль КС в обеспечении надежной работы магистрального газопровода велика. Только при безотказной работе перекачивающих станций возможна транспортировка по трубопроводу проектного количества газа.

КС имеют в своем составе комплект сооружений и оборудования, обеспечивающий постоянное давление перекачиваемого продукта, его очистку, временное хранение. Газ, являясь пожаро- и взрывоопасным

веществом, транспортируется под давлением до 75 кгс/см^2 (планируется давление довести до 100 кгс/см^2), поэтому при сооружении КС требуется серьезное и ответственное отношения к выполнению строительных, монтажных и пусконаладочных работ. При этом следует учитывать, что большинство КС располагается на значительном удалении от промышленных центров, в ряде случаев в районах со сложными природно-климатическими условиями, где эксплуатация станций затруднена.

Как сварная конструкция, трубная обвязка компрессорной станции относится к ответственным конструкциям, работающим при высоком давлении.

В связи с этим к ним применяются жесткие требования контроля и сборки.

Характер работы трубопровода:

Рабочая среда – газ;

Рабочее давление газа, кгс/см^2 – 75;

Номинальное давление газа перед турбиной, МПа — 7,5.

1.2 Анализ технологичности изделия

Под технологичностью понимается выбор таких форм, размеров деталей, которые обеспечивают высокие эксплуатационные качества сварных конструкций при экономичном производстве.

Одним из показателей экономичного производства является отношение массы наплавленного металла к массе всей конструкции:

$$m = \frac{Q_H}{Q}, \qquad (1.1)$$

где Q_H – масса наплавленного металла;

Q – масса сварной конструкции.

$$m = \frac{2,06}{800} = 0,0026$$

Конструкция считается технологичной, если показатель m не превышает 2%.

Кроме показателя m, технологичность конструкции оценивается по следующим основным показателям:

- свариваемость металла;
- рациональная разбивка изделия на узлы и подузлы;
- возможность поузловой сборки;
- возможность применения прогрессивных способов сварки;
- механизация и автоматизация процесса изготовления;
- условия контроля и приемки.

Одной из основных характеристик технологичности изделия является свариваемость – способность стали к образованию качественного сварного соединения. Она определяется внешними и внутренними факторами. К ним помимо химического состава относятся технология сварки (режимы), жесткость сварного узла, а также комплекс требований, предъявляемых к сварному соединению условиями эксплуатации.

По расчетам выполненные ранее, можно судить, что данное изделие является хорошо свариваемым и образует соединения высокого качества, без применения особых приемов подогрева и термической обработки.

Порядок сроки и сварки обеспечивает наименьшую деформацию конструкции, что сводит операцию правки до минимума.

При изготовлении конструкции применяется комбинированный способ сварки.

В связи с ответственностью конструкции и характере работы, трубопровод проходит 5 методов контроля со 100% объемом:

- внешний осмотр и измерение;
- цветная дефектоскопия;

- радиографический контроль;
- ультразвуковой контроль;
- гидравлические испытания.

На основании выше изложенного, можно сделать вывод, что конструкция трубной обвязки технологична.

1.3 Анализ заводской практики

ООО «Газпром трансгаз Сургут» – 100% дочернее предприятие ОАО «Газпром». Основано в 1977 году. С 1989 года – правопреемник производственного объединения «Сургуттрансгаз», а с 2007 года – ООО «Сургутгазпром». Важнейшими этапами в развитии предприятия стали строительство в 1970-е годы газовой магистрали «Уренгой – Челябинск», строительство завода стабилизации конденсата, освоение газовых месторождений «Комсомольское» и «Западно-Таркосалинское», строительство системы магистральных газопроводов «Заполярное – Уренгой» и компрессорной станции «Пуртазовская», широкой сети газораспределительных станций. За тридцать лет деятельности добыто около 430 млрд. куб. м. газа, транспортировано 2,431 трлн. куб. м. газа.

Основные виды деятельности

ООО «Газпром трансгаз Сургут» – одно из крупных газотранспортных предприятий Западной Сибири. В состав предприятия входят 14 линейных производственных управлений, 17 компрессорных станций и 35 компрессорных цехов. Общество эксплуатирует 6213,5 км магистральных газопроводов и газопроводов-отводов, 56 газораспределительных станций.

Компрессорные станции ООО «Газпром трансгаз Сургут» расположены на территории двух автономных округов (Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого) и юга Тюменской области.

Сегодня ООО «Газпром трансгаз Сургут» является одним из лидирующих среди предприятий ОАО «Газпром» по автоматизации производства и внедрению новых технологий.

Анализ существующего на заводе процесса изготовления трубной обвязки компрессорной станции показал, что процесс изготовления обладает рядом преимуществ и недостатков:

Преимущества:

- простота оборудования;
- возможность сварки во всех пространственных положениях;
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- быстрый, по времени переход от одного вида материала к другому.

Недостатки:

- низкая производительность процесса;
- влияние человеческого фактора на качество сварного соединения;
- большие материальные и временные затраты на подготовку сварщика;
- качество сварного соединения и его свойства во многом определяются субъективным фактором;
- низкая производительность (пропорциональна сварочному току, увеличение сварочного тока приводит к разрушению электродного покрытия);
- вредные и тяжёлые условия труда.

Существующий процесс обладает большим количеством недостатков. Для устранения этих недостатков, повышения качества сварного соединения и снижения трудоемкости, эффективно применить автоматическую сварку плавящимся электродом в защитном газе или смеси (орбитальную сварку).

При применении орбитальной сварки плавящимся электродом в защитном газе в зону дуги, горящей между плавящимся электродом и изделием, через сопло подаётся защитный газ, защищающий зону сварки от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются

кромки свариваемого изделия. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

Достоинства способа сварки плавящимся электродом в смеси $Ar+CO_2$:

– отсутствие влияния человеческого фактора на качество сварного соединения;

– высокая производительность;

– высокая устойчивость дуги независимо от рода (полярности) тока;

– возможно получение металла шва с долей участия основного металла от 0 до 100%;

– изменяя скорость подачи и угол наклона, профиль, марку присадочной проволоки можно регулировать химический состав металла шва и геометрические параметры сварного шва.

Недостатки способа сварки плавящимся электродом в смеси $Ar+CO_2$:

– низкая эффективность использования электрической энергии (коэффициент полезного действия от 0,40 до 0,55);

– дороговизна аргона.

Так же для сварки трубной обвязки, возможно применение механизированной сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа. При сварке плавящимся электродом в защитном газе в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

Достоинства способа:

– повышенная производительность (по сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами);

– отсутствуют потери на огарки, устранены затраты времени на смену электродов;

– надёжная защита зоны сварки;
– минимальная чувствительность к образованию оксидов;
– отсутствие шлаковой корки;
– возможность сварки во всех пространственных положениях.

Недостатки способа:

– большие потери электродного металла на угар и разбрызгивание (на угар элементов 5-7%, при разбрызгивании от 10 до 30%);
– мощное излучение дуги;
– ограничение по сварочному току;
– сварка возможна только на постоянном токе.

1.4 Технические условия на изготовление изделия

1.4.1 Технические условия на основные и вспомогательные материалы

Входной контроль основных материалов

Входной контроль труб, поступающих на предприятие для изготовления объекта, включает следующие контрольные операции:

1. проверку наличия сертификата или паспорта, полноты приведенных в нем данных и соответствия этих данных требованиям стандарта, технических условий или конструкторской документации;
2. проверку наличия заводской маркировки и соответствия ее сертификатным или паспортным данным;
3. осмотр металла и конструктивных элементов для выявления поверхностных дефектов и повреждений.

При отсутствии сертификата или неполноте сертификатных данных применение этого металла может быть допущено только после проведения испытаний, подтверждающих соответствие металла всем требованиям стандарта или технических условий.

Конструктивные элементы трубопроводов, не имеющие заводского паспорта (сертификата), не могут быть допущены для дальнейшего производства (монтажа, ремонта, укрупнения).

Входной контроль основных материалов (металла и конструктивных элементов) осуществляет в соответствии с ГОСТ 24297-87 организация-заказчик этих материалов. Результаты входного контроля должны быть переданы монтажной организации.

Входной контроль сварочных материалов и материалов для дефектоскопии

Перед использованием сварочных материалов должны быть проверены:

1. наличие, полнота приведенных в нем данных и их соответствие требованиям стандарта, технических условий или паспорта на конкретные сварочные материалы;
2. свидетельство об аттестации сварочных материалов;
3. наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, ящике, мотке, бухте и пр.) соответствующих этикеток (ярлыков) или бирок с проверкой полноты указанных в них данных;
4. сохранность упаковок и самих материалов;
5. для баллонов с газом - наличие документа, регламентированного стандартом на соответствующий газ.

При отсутствии сертификата или неполноте сертификатных сведений сварочный материал данной партии может быть допущен к использованию после проведения испытаний и получения положительных результатов по всем показателям, установленным соответствующим нормативным техническим документом (НТД) (стандартом, техническими условиями или паспортом) на данный вид материала.

В случае расхождения сертификатных данных с требованиями соответствующего НТД партия сварочных материалов к использованию не допускается.

При обнаружении повреждения или порчи упаковки или самих материалов вопрос о возможности использования этих материалов решает руководитель сварочных работ совместно с ОТК (СТК) предприятия.

Каждая часть сварочной проволоки, отделенная от бухты (мотка), должна быть снабжена биркой, на которой указываются марка, номер плавки и диаметр проволоки.

Контроль сварочной проволоки

Каждая партия сварочной проволоки перед выдачей на производственный участок должна быть проконтролирована путем осмотра поверхности проволоки в каждой бухте (мотке, катушке). На поверхности проволоки не должно быть окалины, ржавчины, следов смазки, задиров, вмятин и других дефектов и загрязнений.

Каждая бухта (моток, катушка) легированной проволоки сплошного сечения перед сваркой (независимо от способа сварки) должна быть проверена стилоскопированием на соответствие содержания основных легирующих элементов. Стилоскопированию подвергают концы каждой бухты (мотка, катушки). При неудовлетворительных результатах стилоскопирования бухта не может быть использована для сварки до установления точного химического состава проволоки количественным химическим анализом.

Контроль защитного газа

Перед использованием газа из каждого баллона следует проверить качество газа, для чего надо наплавить на пластину или трубу валик длиной 100-150 мм и по внешнему виду поверхности наплавки определить ее качество. При обнаружении пор в металле шва газ, находящийся в данном баллоне, бракуют.

1.4.2 Технические условия на сборку изделия

Геометрические размеры подготовки кромок и выполненных сварных соединений должны отвечать требованиям РД 34.10.059-90 для

соответствующего размера трубопровода и типа сварного соединения, указанных в технологической карте сварки и контроля сварных соединений трубной обвязки компрессорной станции.

Подготовка деталей к сварке

На всех поступающих на монтажную площадку блоках, трубах и деталях до начала сборки мастером (или другим ответственным лицом) должно быть проверено наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие блоков, труб и деталей их назначению. При отсутствии клейм, маркировки или сертификатов блоки, трубы и детали к дальнейшей обработке не допускаются.

При подготовке стыковых соединений труб для сварки необходимо проверить их соответствие чертежам и требованиям НТД. Отклонение плоскости реза от угольника (рисунок 1.1.) должно быть не выше следующих значений приведенных в таблице 1.1:

Таблица 1.1 – Значения отклонений размеров

Номинальный внутренний диаметр трубы, штуцера или патрубка, мм	126-225	226-500	Более 500
Допускается перекос плоскости е, мм	1,5	2	2,5

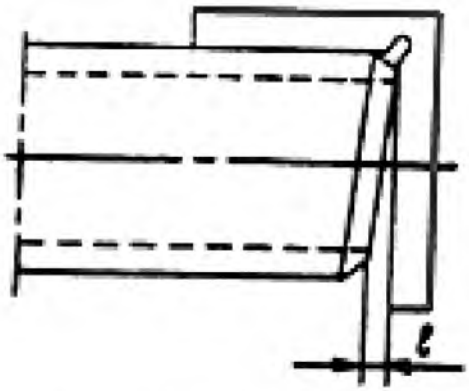


Рисунок 1.1 - Схема проверки перпендикулярности торцов труб

Следует также проверить:

1. соответствие формы, размеров и качества подготовки предъявляемым требованиям (обработку фасок под сварку и размеры кромок проверяют специальными шаблонами);

2. качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов;

3. соответствие минимальной фактической толщины стенки подготовленных под сварку концов труб установленным допускам.

Обработку кромок труб под сварку следует производить механическим способом (резцом, фрезой или абразивным кругом) с помощью труборезного станка либо шлифмашинки. Шероховатость поверхности кромок труб, подготовленных для сварки, должна соответствовать нормам, приведенным на рисунке 1.2.

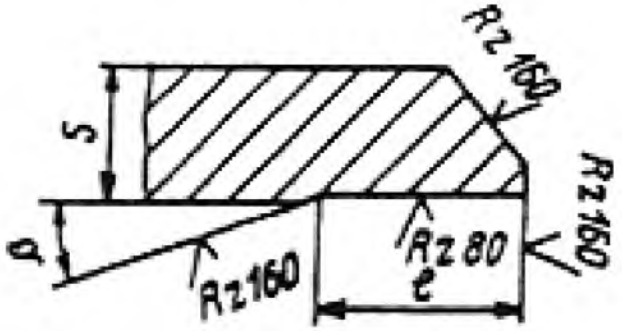


Рисунок 1.2 - Конструктивные размеры кромки трубы, обработанной под подкладное кольцо

Так же разрешается обрабатывать кислородной, плазменно-дуговой или воздушно-дуговой резкой с последующей зачисткой кромок режущим или абразивным инструментом до удаления следов огневой резки. Подготовленные к сборке кромки должны быть без вырывов, заусенцев, резких переходов и острых углов.

Фаски на трубах необходимо снимать только механическим способом с помощью переносного станка. Все местные уступы и неровности, имеющиеся на кромках собираемых труб и препятствующие их соединению,

следует до сборки устранить с помощью абразивного круга или напильника, не допуская острых углов и резких переходов.

При резке трубы наружным диаметром более 76 мм на оставшейся ее части (которая в данный момент не идет в работу) должна быть сохранена маркировка завода-изготовителя или нанесены вновь несмываемой краской марка стали, номер плавки и размер трубы.

Сборка стыков труб

При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться центровочными приспособлениями, предпочтительно инвентарными, неприварiваемыми к трубам.

Непосредственно перед сборкой подготовленные под сварку кромки и прилегающие к ним участки поверхностей деталей должны быть зачищены до металлического блеска и обезжирены. Ширина зачищенных участков, считая от кромки разделки, должна быть не менее 20 мм с наружной и не менее 10 мм с внутренней стороны детали.

Смещение (несовпадение) внутренних поверхностей свариваемых труб при сварке стыков должно быть не более (0,02 $S_н$ +0,4) мм ($S_н$ - номинальная толщина свариваемых деталей), но не более 1 мм, т.е. для данных труб размеры приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Размеры смещений труб

Номинальная толщина свариваемых деталей	Смещение внутренних поверхностей
25	0,9
24	0,88
19	0,78
16	0,72

При сборке стыка необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки; не допускается выполнять сборку стыка с натягом.

1.4.3 Технические условия на сварку изделия

Перед началом сварки при необходимости проводится повторная зачистка кромок и прилегающих к ним поверхностей, а также их обезжиривание.

В процессе выполнения многопроходных швов и наплавок после наложения каждого валика. Поверхности шва и кромки разделки должны быть тщательно зачищены от шлака, брызг металла и визуально проконтролированы сварщиком на отсутствие трещин, недопустимых шлаковых (вольфрамовых) включений, пор, неровностей (подрезов, наплывов, углублений между валиками) и других дефектов. Выявленные дефекты (трещины, недопустимые включения, поры и неровности) должны быть удалены до возобновления сварки.

Все усадочные раковины (кратеры) должны быть тщательно заплавлены или выведены на удаляемые припуски деталей или на приварные планки.

После окончания сварки поверхность шва и прилегающей к нему зоны основного металла должна быть зачищена от шлака и брызг металла на ширину, необходимую для последующего контроля.

Согласно РД 34.10.059-90 предварительный и сопутствующий подогрев необходим для стали 16ГС лишь при свариваемых толщинах более 30 мм. Сварка данного изделия производиться без подогрева.

Технология сварки стыков труб

Сварку стыков труб следует начинать сразу после закрепления их в центраторе. Непосредственно перед сваркой необходимо проверить состояние поверхности стыка и в случае необходимости зачистить его.

Стыки следует сваривать без перерыва. Не допускается прекращение сварки стыка до заполнения хотя бы половины высоты разделки по всей окружности. При вынужденных перерывах в работе (авария, отключение тока) необходимо обеспечить медленное и равномерное охлаждение стыка любыми доступными средствами (например, обкладкой листовым асбестом).

Не допускается никаких силовых воздействий на стык до завершения его сварки.

Во всех случаях многослойной сварки разбивать шов на участки необходимо с таким расчетом, чтобы стыки участков ("замки" швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого, и каждый последующий участок перекрывал предыдущий.

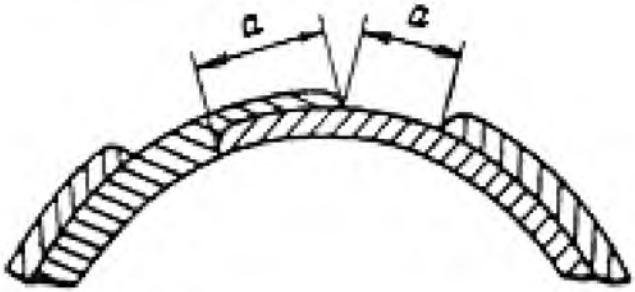


Рисунок 1.3 - Схема наложения "замков" швов

В процессе сварки должны быть обеспечены полный провар корня шва и заделка кратера. По окончании наплавки каждого валика необходимо полностью удалить шлак после его охлаждения (потемнения). При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и т.п.) дефектное место следует удалить механическим способом до "здорового" металла и при необходимости заварить вновь.

Сварные швы стыков должны иметь выпуклость (усиление) в следующих пределах, представленных в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Пределы выпуклости сварных швов

Толщина стенки трубы, мм	Выпуклость, мм
Менее 10	0,5-3,5
10-20	0,5-5,0
Более 20	0,5-5,5

При температуре окружающего воздуха ниже 0°С сваривать и прихватывать стыки трубопроводов необходимо с соблюдением следующих требований:

а) минимальная температура окружающего воздуха, при которой может выполняться прихватка и сварка элементов котлов и трубопроводов в зависимости от марки стали, приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Требования к температуре окружающего воздуха при сварке трубопроводов

Сталь свариваемых элементов	Номинальная толщина металла, мм	Минимальная температура окружающего воздуха, °С
16ГС	>10	-10

1.4.4 Технические условия на контроль, приемку и испытание изделия

В процессе изготовления трубопроводов необходимо осуществлять систематический контроль качества сварочных работ и сварных соединений - предварительный контроль (включая входной контроль), операционный контроль и приемочный контроль сварных соединений.

Требования к методам, объемам и объектам предварительного контроля, включающего проверку аттестации персонала, проверку оборудования и аппаратуры, контроль основных и сварочных материалов, а также требования к операционному контролю сборочно-сварочных работ.

Результаты по каждому виду предварительного и операционного контроля должны оформляться отдельными документами или фиксироваться в журналах организации, выполняющей этот контроль.

Приемочный контроль сварных соединений трубопроводов, на которые распространяются правила Ростехнадзора, включает следующие виды:

- визуальный и измерительный контроль;
- стилоскопирование металла шва;

- измерение твердости металла шва;
- ультразвуковая или радиографическая дефектоскопия;
- механические испытания;
- металлографические исследования;
- контроль прогонкой металлического шара;
- капиллярный или магнитопорошковый контроль;
- гидравлические испытания.

Контроль качества сварных соединений трубопроводов, на которые не распространяются правила Ростехнадзора, должен осуществляться с помощью визуального, ультразвукового и радиографического контроля и механических испытаний, если другие методы контроля не оговорены соответствующими СНиП, чертежами или техническими условиями на изготовление и монтаж этих трубопроводов.

Сроки выполнения контрольных операций должны быть минимальными с тем, чтобы была обеспечена возможность исправления дефектов без нарушения последовательности технологии монтажа или ремонта изделия.

Объем испытаний и количество контрольных сварных соединений, а также объем контроля производственных сварных соединений, в том числе неразрушающими методами, могут быть уменьшены по согласованию с органом Ростехнадзора России в случае массового изготовления, монтажа и ремонта изделий с однотипными сварными соединениями при неизменном технологическом процессе, специализации сварщиков на определенных видах работ и высоком качестве работ, подтвержденном результатами контроля за период не менее шести месяцев.

1.5 Описание материала изделия

При изготовлении трубной обвязки используется Сталь 16ГС ГОСТ 19281-89.

Данная сталь имеют следующий химический состав и механические свойства представленные в таблице 1.5 и 1.6.

Таблица 1.5 - Химический состав стали 16ГС ГОСТ 19281-89, %

Марка стали	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Cu
					не более			
16ГС	0,12 – 0,18	0,9 – 1,2	0,4 – 0,7	Не более 0,3	0,3	0,04	0,03	0,3

Таблица 1.6 - Механические свойства стали 16ГС ГОСТ 19281-89.

Марка стали	Толщина проката, мм	Механические свойства					
		$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ_5, %	KCV, МДж/ м^2 при Т ^{0}С		
		Н/мм^2 (МПа)			+20	-40	-70
16ГС	24	491	294	18	59	–	–

Приближенно свариваемость углеродистых и низколегированных сталей можно оценить по углеродистому эквиваленту $C_{экв}$, который вычисляют по эмпирическим формулам.

$$C_{экв} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu + Mo + V}{10}, \qquad (1.2)$$

$C_{экв}(16ГС) = 0,26$, что лежит в диапазоне 0,25–0,35%

Степень свариваемости: Удовлетворительная (II группа)

Требуется строгое соблюдение режимов сварки и температурных условий, включая подогрев до 100–150°С при сварке и послесварочную термическую обработку в отдельных случаях, а также применение специального сварочного материала.

Данная сталь не имеет потенциальной склонности к горячим и холодным трещинам, поскольку является низколегированной и с малым

содержанием $C_{экв}$, что обуславливает малое количество закалочных структур и пониженную локальную концентрацию легкоплавких фаз, при соблюдении режима сварки.

Используемая сталь, является сталью перлитного класса. Имеет небольшое количество вредных примесей, достаточно высокий предел прочности. Имеет плохую стойкость против коррозии. Стойкость можно увеличить за счет контроля принимаемого материала на присутствие в металле особого типа коррозионно-активных неметаллических включений, содержащих кальций.

1.6 Разработка технологического процесса сборки и сварки трубной обвязки

1.6.1 Разбивка изделия на технологические узлы и выбор схемы технологического процесса

С целью рационального планирования технологического процесса производим разбивку трубопровода на технологические узлы.

Конструкция трубной обвязки позволяет произвести ее разбивку, что позволяет снизить время на изготовление узлов изделия, обеспечить необходимую точность и качество соединений, минимальные напряжения и деформации при сварке, а также легкость и удобство сборки и сварки изделия. Данные по разбивке трубопровода представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Разбивка трубопровода

Наименование узла и деталей входящих в него	Вид проката, толщина металла	Расход металла на изделие, кг
Участок трубопровода 426х24	Труба 426х24 Сталь 16ГС ГОСТ 19281-89	1 600

Разбивка трубопровода на технологические узлы и детали позволяет обеспечить:

а) минимальные затраты времени на изготовление узлов на труднодоступных участках;

б) легкость и удобство сборки;

в) сборку и сварку с минимальным количеством операций.

Учитывая размеры труб, узла в целом и программу выпуска выбираем такую схему технологического процесса, в которой сборка и сварка производиться на одном участке, обеспечивающая наименьшее количество транспортных операций, наименьшее количество приспособлений для сборки и сварки.

1.6.2 Выбор способа сборки и нормирование сборочных работ

С учетом разбивки изделия на технологические узлы, выбираем метод сборки, выбранный выше. Основным сборочным узлом является стенд.

При сборке возможен вариант: подетальный в специальном приспособлении.

Учитывая размеры узлов и изделия в целом, ответственность конструкции и программу выпуска, выбираем такой вариант сборки. Разряд сборочных работ V.

Сборочная операция имеет цель обеспечить правильное взаимное расположение и закрепление деталей собираемого сварного изделия. Контрольные операции осуществляются визуальным внешним 100% осмотром в сборочно-сварочном приспособлении после сборки изделия.

Сборка деталей будет производиться в специальном сборочно-сварочном стенде представленном на листе графической части, где соблюдены все размеры пространственного расположения деталей в узле.

Рассмотрим сборочные работы на примере одного узла.

В результате нормирования ручных сборочных работ получим две величины, характеризующие время и труд, требуемые для выполнения каждой запроектированной операции:

$$T = \sum (t_m + t_k + t_n) \cdot i, \qquad (1.3)$$

где Т- норма времени на данную сборочную операцию на единицу изделия, н.ч.;

t_m - технологическое время, мин;

t_k - контрольное время, мин;

t_n - подъемно-транспортное время, мин.

Найдем вспомогательное время, связанное с изделием $t^{и}_{всп}$ которое включает время на установку, закрепление деталей прижимными приспособлениями, их открепление, снятие деталей краном, перемещение.

$t_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время, время на получение инструктажа и производственного задания, ознакомление с работой, подготовка стенда, приспособления к работе, а также на сдачу работы.

Подготовительно-заключительное время складывается из времени:

t- получение задания -3 мин;

t- ознакомления с работой - 3 мин;

t- на установку и настройку- 3 мин;

t- подготовки рабочего места в начале и в конце смены-10 мин;

t- сдача работы- 3 мин;

Итого $t_{п.з.}$ =22 мин.

t- клеймение детали- 0,21 мин

t- крепление изделия в приспособлении, стенде- 0,10 мин;

t- перемещение изделия грузоподъемным механизмом (кран-балкой)- 5,69 мин;

t- установки и снятия -0,40 мин;

$$T = \sum t \cdot n_m \text{, н-ч}, \quad (1.4)$$

где t - сумма всех времен, необходимых для осуществления сборки всех деталей, мин;

n- количество деталей в узле.

T=(22+0,21+0,10+5,69+0,40)*2= 56,8 мин.

Результаты расчетов сведем в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 – Результаты расчетов времени на операции

№	Время на осуществление операции, мин	t, мин
1	получение задания	3
2	ознакомление с работой	3
3	установка и настройка	3
4	подготовка рабочего места	10
5	крепление детали в приспособлении	0,10
6	клеймение детали	0,21
7	перемещение детали грузоподъемным механизмом	5,69
8	установка и снятие	0,40
9	итого на единицу детали	28,31
10	Трудоемкость узла	56,8

1.6.3 Технологический процесс сборки и сварки трубной обвязки

На узел трубной обвязки разработана маршрутная технология, представленная в таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Маршрутная карта сборки и сварки узла трубной обвязки

№ операции	Наименование	Содержание	Оборудование
1	2	3	4
005	Комплектовочная	Комплектовать согласно комплектовочной карте	
010	Транспортная	Переместить детали, заготовки на участок сборки и сварки	Кран - балка грузоподъемностью Q=3т.
015	Слесарная	Подготовка кромок, зачистка, обезжиривание	Трубофаскорез Р54 Шлиф - машинка, металлическая щетка, ветошь.
020	Контрольная	Контролировать разделку ВИК	Линейка, штангенциркуль, универсальный шаблон сварщика (УШС)
025	Сборочная	а) установить детали в приспособлении; в) центрировать между собой	Стенд для сборки и сварки узла; центратор; линейка.
030	Контрольная	Контроль ВИК расположения деталей	УШС, линейка
035	Установочная	а) установка кольцевой направляющей б) установка сварочной головки	Сварочная головка PIPELINER; Проволока Св08Г2С; Комплект кабелей
040	Сварочная	Заполнение кромок	Сварочная головка PIPELINER; источник питания MPS 4000; проволока 08Г2С; газ Ar + CO_2
045	Слесарная	Зачистить швы после сварки под ВИК	Шлиф - машинка, металлическая щетка
050	Контрольная	Контролировать швы ВИК	УШС, линейка
055	Контрольная	Контролировать швы УЗК и МПК	
060	Транспортная	Переместить готовый узел на участок складирования (покраски)	Кран – балка грузоподъемностью Q=3т

1.6.4 Выбор сварочных материалов

Из анализа марок материалов, толщины металла трубопровода, способов сварки, применяемых при изготовлении, выбираем проволоку Св08Г2С по рекомендациям.

В процессе сварки трубопровода используется следующие материалы:

− сварочная проволока Св08Г2С по ГОСТ 2246-70;

− аргон газообразный высшего или первого сорта по ГОСТ 10157-79;

− двуокись углерода, 1 сорт, ГОСТ 8050-85;

Согласно ГОСТ 2246-70 проволока Св-08Г2С относиться к группе легированных проволок. Химический состав данной проволоки представлен в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Химический состав проволоки Св08Г2С ГОСТ 2246-70, %

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
≤ 0,10	0,60-085	1,40-1,70	≤ 0,20	≤ 0,25	0,025	0,030

Аргон, выпускаемый по ГОСТ 10157-79, представляет собой инертный газ без цвета и запаха на 25% тяжелее воздуха. В настоящее время выпускается аргон трех марок: А, Б и В. Для сварки трубопроводов на компрессорных станциях применяют аргон марок Б(99,96%Ar;0,04%N и 0,005%O2) и В(99,99%Ar;0,01%N и 0,005%O_2).

Аргон хранится и транспортируется в стальных баллонах емкостью по 40л под давлением 150 атм., в баллонах находиться 6м^3 газа.

Углекислый газ (двуокись углерода)- является активным защитным газом со слабым запахом и резко выраженными окислительными свойствами. Для сварки применяют сварочный углекислый газ чистотой 99,5 %. Двуокись углерода не токсична и не взрывоопасна. При содержании ее в рабочей зоне до 0,5 % не представляет опасности для здоровья.

1.6.5 Выбор сварочного оборудования и установок

При сварке трубной обвязки компрессорной станции необходимо использовать оборудование, которое будет обладать необходимыми техническими характеристиками для работы.

Для выполнения сварки следует применять полностью исправные, укомплектованные и налаженные установки, аппаратуру и приспособления, обеспечивающие соблюдение всех требований настоящих ОП, ПК и ПТД, а также контроль за соблюдением заданных режимов.

Для рассматриваемого метода сварки: автоматическая сварка в смеси защитных газов для сварки корневого шва и заполнения разделок – выбрана следующая группа оборудования:

1) Орбитальная сварочная головка PIPELINER.
2) Источник питания PC 300 TR.

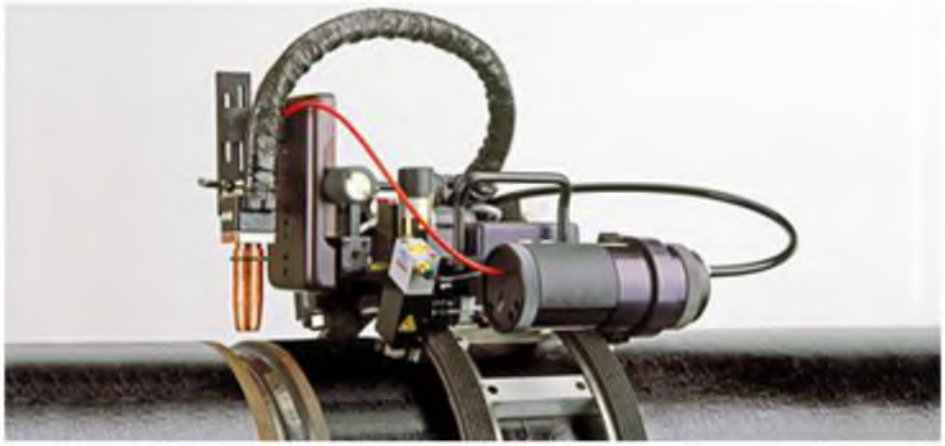


Рисунок 1.4 - Орбитальная сварочная головка PIPELINER

– Прочная, надежная сварочная головка с 300А горелкой и жидкостным охлаждением.

– Специальный беззазорный и безфрикционный привод, обеспечивающий равномерное перемещение головки во всех пространственных положениях и фиксацию в любой точке.

– Сварка труб любых диаметров, начиная с диаметра 168 мм.

– Быстрый монтаж - демонтаж.

– Синхронизированное, в том числе импульсное перемещение горелки, подачи проволоки, движение головки.

– Возможность сварки любых диаметров труб вплоть до плоских поверхностей при применении специальных направляющих.

Таблица 1.11 - Технические характеристики сварочной головки

Наименование параметра	Значение
Диаметр трубы (мин./ макс.)	от 168 мм до бесконечности
Материал трубы	Все применяемые материалы в соотв. с MSG
Сварочная позиция	Все позиции
Скорость перемещения механизма	0,13-5 м/мин.
Максимальная скорость подачи проволоки	2,8 м/мин
Диаметр проволоки	1,2-2,0 мм
Тип катушки	корзиночная катушка d 200 мм; 5 кг
Макс. ток сварки:	300 А

Программируемый источник тока для орбитальной сварки

Рисунок 1.5 – Пульт ДУ и источник питания MPS4000

– Полностью программируемые источники питания с практически неограниченными возможностями применения.

– Свободное программирование всех параметров сварки на компьютере.

– Модульная конструкция для быстрой и простой адаптации к меняющимся задачам сварки.

– Моторизованная регулировка длины дуги и колебаний горелки, синхронизация подачи проволоки и вращения.

Обслуживание

Простое программирование с помощью удобного для пользователя программного обеспечения через «ноутбук».

Технические свойства

– Программирование в режиме off-line на «ноутбук»: создание специфических сварочных программ на базе имеющихся стандартных.

– Управление сварочным циклом: дистанционный пульт для управления всем сварочным циклом, а также для корректировки запрограммированных параметров на рабочем месте.

– Документация - архивирование:

1) сохранение сварочных параметров и их архивация на стандартных дискетах 3,5";

2) распечатка на принтере;

3) цифровая регистрация значений для документации и дальнейшей обработки реальных сварочных параметров;

4) возможность графического изображения сварочного цикла.

Таблица 1.12 - Технические характеристики источника питания

Наименование параметра	Значение
Тип источника тока	транзисторный
Диапазон сварочного тока, А	3-400
Продолжительность включения	240 А/100% - 400 А/60%
Потребляемая мощность	16 кВт
Скорость нарастания тока	250 А/250 мс
Высокочастотная пульсация макс до	10 000 Гц
Напряжение сети	220В/380В/415В или 440В/550В трехфазный (±10%) 50/60 Гц
Программируемые оси	Ток постоянный или импульсный

	Синхронизация: - Вращения сварочной головки - Подачи проволоки - Колебаний горелки - Регулирования длины дуги -Управление периферийными устройствами
Управление/ контроль расхода газа (программируемый расходомер/ синхронизация по сварочному току/ реле расхода)	- Газ поджига дуги - Формирующий газ (поддув) - Газ защиты остывающего шва - Плазмообразующий газ
Размеры Д х Ш х В (мм)	1265х750х1640
Вес, кг	330
Блок охлаждения	встроенный

1.6.6 Расчет режимов сварки

Основными параметрами режима сварки являются: род тока, полярность, сила тока, напряжение дуги, скорость сварки, вылет электрода. Элементы режима сварки оказывают существенное давление или влияние на форму и структуру шва. Для данного способа сварки, толщины основного металла существует оптимальный режим сварки, который может быть выбран из рекомендаций для данных типов соединения.

Из рекомендаций по данному типу сварных соединений [8 с.46], а так же, согласно произведенным расчетам в исследовательской части, выбираем следующие режимы сварки, оформленные в виде таблицы. Режим сварки приведен для стыкового шва труб диаметром 426 мм (таблица 1.13 и таблица 1.14).

Таблица 1.13 - Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки

Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/час
80	30	18-20

Таблица 1.14 - Ориентировочные режимы автоматической аргонодуговой сварки неповоротных стыков трубопроводов

Номер прохода	Сварочный ток, А	Напря-жение дуги, В	Скорость сварки, м/час	Скорость подачи проволоки, м/час	Амплитуда колебаний, мм	Частота колебаний,
2	130-145	12-13	3,0-5,0	33-35	3-4	40-50
3	140-150	12-13	2,7-3,5	37-52	3-4	40-50
4-10	150-160	12-13	3,0	37-52	4-5	40-50
11-12	150-170	12-13	2,7	15-20	6-7	40-50

1.7 Определение сварочных деформаций и меры по их устранению

Процесс сварки сопровождается местным нагревом свариваемого изделия до температуры плавления и последующим быстрым охлаждением участков металла в зоне сварного шва. В результате неравномерного нагрева и возникновения пластических деформаций в сварной конструкции возникают собственные напряжения. Эти напряжения могут при пластичном металле изменить форму изделия, а при хрупком металле привести к разрушению конструкции.

Рассчитаем стыковой шов постели и определим величину усадки:

$$\Delta_{поп} = A \cdot \frac{\alpha}{c \cdot \gamma} \cdot \frac{q}{V_C \cdot \delta},\ см \qquad (1.5)$$

где α - коэффициент линейного расширения 1°/С (α=0,000012);

$c \cdot \gamma$ - объемная теплоемкость, Дж/см^3-с ($\tilde{n} \cdot \gamma$=5,2);

q – эффективная мощность источника $q = I_{\tilde{n}\grave{a}} \cdot U_{\grave{a}} \cdot n,\ \ \ddot{A}\acute{e}\ /\tilde{n}$

$I_{св}$ - сварочный ток, А ($I_{\tilde{n}\grave{a}}$=150А);

$U_{д}$ - напряжение на дуге, В ($U_{\grave{a}}$=29В);

n - коэффициент полезного действия (n=0,7);

$V_{св}$ - скорость сварки, см/с($V_{ñâ}$= 0,1 см/с)

δ - толщина детали (наименьшая), см (δ=24см);

А=1,0.

$$\Delta_{ïî} = 0{,}1 \cdot (0{,}000012 \cdot 150 \cdot 29 \cdot 0{,}7)/(5{,}2 \cdot 0{,}1 \cdot 2{,}4) = 0{,}0029_{см}$$

Из этого следует, что максимальная величина поперечной усадки 0,0029см, что незначительно, по сравнению с габаритами трубопровода.

Из анализа сборки и сварки узлов и деталей трубопровода приняли следующие методы устранения сварочных напряжений и деформаций:

- При сварке трубопровода использовать режимы, позволяющие уменьшить вводимую тепловую энергию.

- Применить специальное приспособление для сборки и сварки трубопровода, которое эффективно способствует ликвидации незначительных временных перемещений, за счет строго закрепления деталей.

1.8 Выбор методов и организация контроля качества

Все дефекты неповоротных сварных швов условно разделяют на две группы: производственные и эксплуатационные.

К первой группе принадлежат дефекты, которые образуются в процессе изготовления труб и обнаруживаются невооруженным газом либо простыми оптическими приборами.

К ним относятся: подрезы, прожоги, непровары, несоответствие допускам и др.

Ко второй группе принадлежат дефекты, образующиеся в процессе эксплуатации в агрессивных средах, например, межкристаллитная коррозия, коррозионное растрескивание, разрывы и т. д.

Анализ причин, вызывающих появление тех или иных дефектов, способов и путей их устранения является определяющим фактором в работе

над совершенствованием технологии сварки и по созданию специализированного оборудования.

Анализ возмущений, вызывающих появления дефектов показывает, что существуют две группы возмущений: контролируемые и неконтролируемые (технологические). К первой группе относятся возмущения, которые легко могут быть обнаружены простыми измерительными устройствами, а их влияние скомпенсировано непосредственно в процессе сварки.

Ко второй группе относятся возмущения, контроль за которыми затруднителен, либо вообще невозможен. Это, прежде всего технологические возмущения, обусловленные несовершенством химического состава сварочного материала и присадочной проволоки.

Визуальный и измерительный контроль

Визуальному контролю подвергаются все законченные сварные соединения трубопроводов независимо от марки стали, категорий, типа сварного соединения, назначения и условий работы, включая сварные соединения, не работающие под давлением (приварка к трубам шипов, элементов опор, подвесок и др.).

Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4-7-кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света.

Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном контроле сварных соединений, являются: трещины всех видов и направлений; непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между валиками шва; наплывы (натеки) и брызги металла; не заваренные кратеры; свищи; прожоги; скопления включений.

Нормы на допустимые дефекты приведены в таблице 1.15.

Таблица 1.15 - Нормы допустимых поверхностных дефектов, выявляемых при визуальном контроле сварных соединений

Дефект	Размерный показатель сварного соединения*, мм	Допустимый максимальный размер дефекта, мм	Допустимое число дефектов на любых 100 мм шва
Западания (углубления) между валиками и чешуйчатость поверхности шва	От 2 до 4 вкл	1,0	
	Св. 4 " 6 "	1,2	
	Св. 6 " 10 "	1,5	
	Св. 10	2,0	
Одиночные включения	От 2 до 3 вкл	0,5	3
	Св. 3 " 4 "	0,6	4
	" 4 " 5 "	0,7	4
	" 5 " 6 "	0,8	4
	" 6 " 8 "	1,0	5
	" 8 " 10 "	1,2	5
	" 10 " 15 "	1,5	5
	" 15 " 20 "	2,0	6
	" 20 " 40 "	2,5	7
	Св. 40	2,5	8
Подрезы основного металла	Независимо	0,2	-
Отклонения от прямолинейности сварных стыков труб	Независимо	Просвет между линейкой и трубой на расстоянии 200 мм от стыка не должен быть более 3 мм	

Нормы на дефекты в корне шва, выявляемые при визуальном контроле в случае возможности осмотра стыков изнутри трубы (выпуклость, вогнутость и непровар корня шва), должны отвечать нормам на эти дефекты, выявляемые при радиографическом контроле.

Измерительный контроль сварных соединений (определение размеров швов, смещения кромок, переломов осей, углублений между валиками, чешуйчатости поверхности швов и др.) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле. Размеры и форма шва проверяются с помощью шаблонов, размеры дефекта - с помощью мерительных инструментов.

Корневая часть шва должна подвергаться визуальному контролю до заполнения остальной части шва. Этот контроль проводится сварщиком после зачистки поверхности корня шва. Результаты контроля считаются удовлетворительными, если не обнаружены трещины, незаваренные прожоги и кратеры, скопления, поверхностные поры (включения), превышающие нормы таблица 1.15, и другие дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачественности сварочных материалов. При обнаружении недопустимых дефектов вопрос о продолжении сварки или способе исправления дефектов должен решать руководитель сварочных работ.

Выявленные при визуальном и измерительном контроле дефекты, которые могут быть исправлены (удалены) без последующей заварки выборок, должны быть исправлены до проведения контроля другими методами.

Ультразвуковая и радиографическая дефектоскопия

Отступления от предусмотренного объема ультразвукового или радиографического контроля сварных соединений при сварочных работах могут быть допущены в случае технической невозможности проведения контроля или недопустимости радиографического контроля по условиям охраны труда. В таких случаях допускается либо уменьшить объем ультразвукового или радиографического контроля, либо заменить этот вид контроля послойным визуальным контролем в процессе сварки с фиксацией результатов в специальном журнале и контролем готового сварного соединения магнитопорошковой или капиллярной дефектоскопией или методом травления.

Такие отступления оформляются совместным техническим решением дирекции станции, организации, выполняющей контроль, и специализированной научно-исследовательской организации.

Радиографический и ультразвуковой контроль кольцевых сварных соединений при 100% контроле проводится по всему периметру стыка. Сварные соединения труб поверхностей нагрева из-за недоступности

контроля по всему периметру могут контролироваться на длине не менее 50% периметра стыка.

Ультразвуковому контролю должны подвергаться только соединения с полным проплавлением (без конструктивного непровара).

При выборочном контроле трубопроводов (объем контроля менее 100%) каждое сварное соединение должно быть проверено не менее чем на трех участках.

Объем выборочного контроля стыковых поперечных соединений и угловых соединений труб или штуцеров условным проходом 250 мм и менее разрешается относить не к протяженности каждого соединения, а к общему количеству однотипных соединений, выполненных каждым сварщиком на каждом трубопроводе. В этом случае каждое контролируемое соединение следует проверять по всей длине, а минимальное количество соединений должно быть не менее пяти.

При выборочном контроле отбор контролируемых сварных соединений или участков должен проводиться отделом технического контроля предприятия из числа наиболее трудновыполнимых или вызывающих сомнения по результатам визуального и измерительного контроля.

Гидравлические испытания

Сварные соединения трубопроводов проверяют гидравлическим испытанием, если это указано в чертеже, технических условиях или инструкции на изготовление изделия. При отсутствии в этих документах указаний о величине пробного давления она должна быть равна 1,25 рабочего (избыточного), но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см ^{2}).

Результаты гидравлического испытания считаются удовлетворительными, если манометр не показывает падение давления, а в сварных швах не обнаружено течи, "слезок" и "потения" и изделие не получило видимых остаточных деформаций.

2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Обоснование необходимости проектирования нестандартного оборудования

В соответствии с принятой технологией сборки и сварки газопровода, чертежей, технических условий на изготовление, а также, учитывая требуемую точность размеров и необходимость повышения производительности, планируется проектирование различных приспособлений. Учитывая ряд причин по выбору технологического оборудования и оснастки:

а) обеспечение максимальной степени механизации;

б) обеспечение высокой производительности (снижение трудоемкости);

в) улучшение условий труда рабочего.

А так же, учитывая массу и габариты изделия, принимаем следующие виды технологического оборудования:

- стенд для сборки и сварки элементов трубопровода;
- гидроподъемник;
- центратор;
- головка для сварки труб PIPELINER II;

2.2 Стенд для сборки и сварки элементов трубопровода

2.2.1 Описание стенда

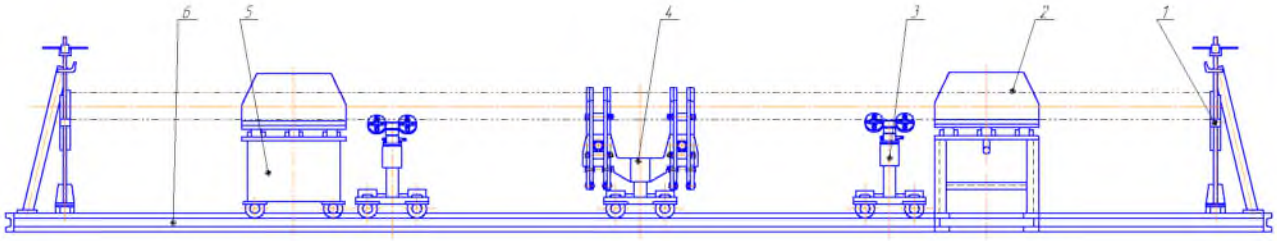
В практике трубопроводного строительства при выполнении сборочных операций применяют технологическое оборудование и приспособления, которые обеспечивают тщательную подгонку свариваемых труб, а так же труб с деталями.

Данный стенд (рисунок 2.1) относиться в группе сборочно-сварочных технологических приспособлений, позволяющий совмещать операции сборки и сварки.

Габарит стенда ……..……..15560х1740х2400 мм

Масса …….2500 кг

Диаметры собираемых элементов……426…530 мм



1– упор; 2– поворотный стол; 3– тележка; 4– тележка с центратором; 5– самоходный стол; 6– рама.

Рисунок 2.1 – Стенд для сборки и сварки

2.2.2 Устройство и принцип работы стенда

Стенд имеет базовые поверхности, строго выверенные по горизонтали, и достаточную жесткость, не допускающую прогибов от массы расположенных на стендах изделий. Он обеспечивает сборку изделий диаметром от 426 до 530 мм и размещение двух или несколько собираемых элементов. Горизонтальностей осей собираемых труб достигается при помощи столов для установки труб, которые привязаны к стенду и обеспечивают перемещение деталей по оси.

Данный стенд представляет собой сварную раму 6, с одной стороны которой расположены поворотный стол 2 и упор 1. На направляющие рамы установлены тележки 3 с роликовыми опорами для установки трубы и самоходный стол 5. А в центре стенда на раме установлена тележка с центратором 4.

При установке на стенд для сборки и сварки элементов трубопровода, детали должны быть очищены от загрязнения, окалины и ржавчины.

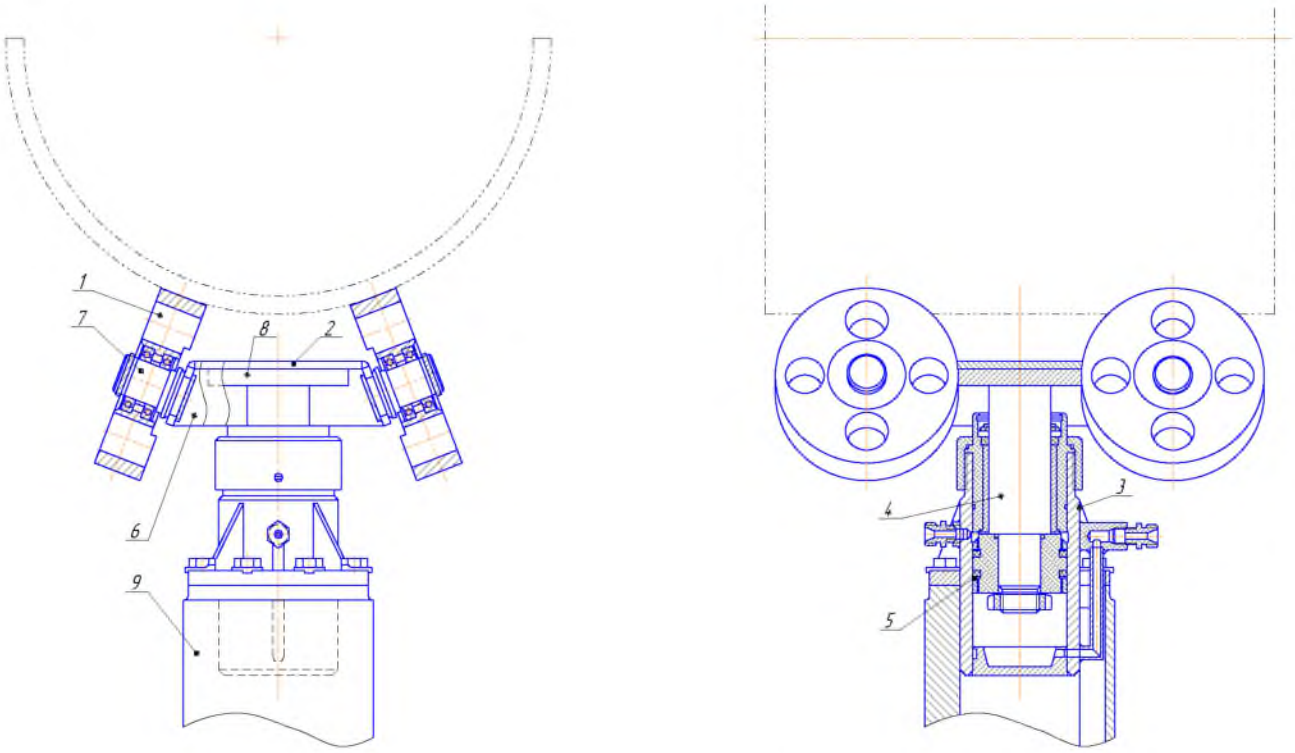
Для предотвращения от сдвига, труба упирается в упоры, во избежание смещения труб и фиксируется зажатием.

При эксплуатации стенд не воспринимает каких-либо значительных внешних сил, кроме усилий от зажимов, собственной массы частей стенда и массы свариваемого изделия.

2.3 Гидроподъемник

2.3.1 Описание гидроподъемника

На механизированных трубосварочных линиях устанавливают до пяти гидроподъемников, представляющих собой подвижные опоры, на которых удерживается секция труб при сварке. Три или четыре подъемника имеют ход до 80 мм, и могут исполнять роль обычных подъемных опор (рисунок 2.2).



1– роликоопора; 2–траверса; 3–гидроцилиндр; 4– шток гидроцилиндра; 5– поршень; 6– подвижная траверса; 7– ось; 8– фланец; 9– рама

Рисунок 2.2 - Гидроподъемник

2.3.2 Устройство и принцип работы гидроподъемника

Гидроподъемник состоит из следующих основных деталей: гидроцилиндра 5, подвижной траверсы 8 и роликоопор 1. Подвижная траверса представляет собой сварную конструкцию, состоящую из двух щечек, соединенных ребрами и траверсой, которая болтами крепиться к фланцу 4 штока гидроцилиндра 6. На щечках делаются пазы, в которые устанавливают оси катков. При работе с трубами различного диаметра в пазы вставляются различные оси.

Подъем траверсы с катками осуществляется давлением масла в системе, которое соответствует приблизительно 6 МПа. В цилиндр 5 масло подается из гидравлической системы, и поршень 7, перемещаясь, вызывает вертикальный подъем штока 6 с роликопорами 1.

2.3.3 Расчет гидроподъемника

Расчет производится согласно [10 с 177-178]

Исходные данные для расчета гидроподъемников: необходимая сила на штоке P, ход поршня L и время рабочего хода t. Принимая давление масла в системе p, можно определить площадь поршня, как:

$$F = \frac{P}{p} = \frac{4000 \cdot 10}{6 \cdot 10^6} = 0.0067 \text{ м}^2, \qquad (2.1)$$

Тогда диаметр цилиндра равен:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 4000}{3.14 \cdot 6 \cdot 10^6}} = 0{,}0921 \text{ м} = 92{,}1 \text{ мм} \qquad (2.2)$$

По ГОСТ 6540-68 принимаем D = 100 мм

Секундная производительность насоса:

$$Q = \frac{P \cdot L}{p \cdot t \cdot \eta_1} = \frac{4000 \cdot 10 \cdot 80}{6 \cdot 10 \cdot 0.9} = 0,059 \quad , \qquad (2.3)$$

где η_1 – объемный К.П.Д. системы, учитывающий утечки в золотнике и цилиндре (η_1).

Мощность, расходуемая на привод насоса:

$$N = \frac{736 \cdot P \cdot L}{7500 \cdot t \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{736 \cdot 10 \cdot 80}{7500 \cdot 10 \cdot 0.9 \cdot 0.9} = 9,69 \text{ кгс·м/с} \qquad (2.4)$$

где η_2 – К.П.Д. насоса и силового узла, равный 0,9.

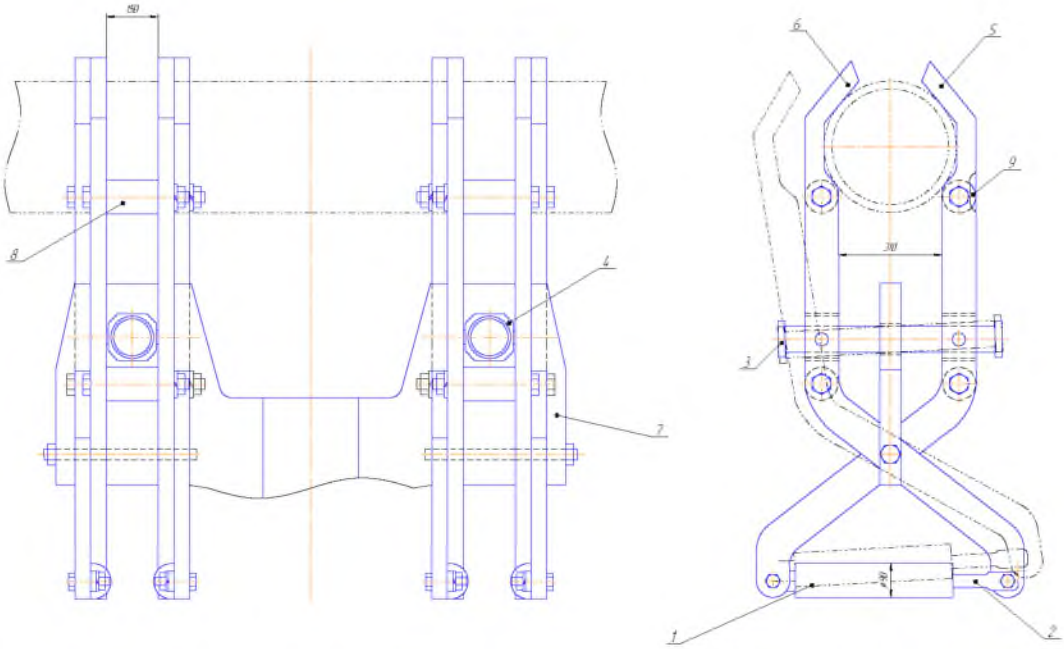
2.4 Центратор

2.4.1 Описание центратора

Центратор наружный предназначен для совмещения стыкуемых под сварку кромок трубы. Он позволяет ровно и точно соединять трубы.

Центратор используется при сварке трубопроводов любого функционального назначения с предназначенными наружными диаметрами труб. Он сделан из высококачественной нержавеющей стали. Зажимные губки центратора работают независимо друг от друга, поэтому при разных диаметрах свариваемые трубы выравниваются относительно центральной оси.

Центратор идеально подходит для орбитальной сварки. Имеет достаточное количество свободного пространства между зажимами для большинства сварочных головок аппарата орбитальной сварки.



1– гидроцилиндр; 2– шток гидроцилиндра; 3– ось; 4– направляющая; 5– губка неподвижная; 6– губка подвижная; 7 – опора; 8 – втулка; 9 – втулка

Рисунок 2.3 - Центратор

2.4.2 Устройство и принцип работы центратора

Наружные центраторы применяют при сборке труб в секции для сварки на полустационарных базах, а так же при сборке труб или секций непосредственно в линию трубопровода. Наружный центратор представляет собой передвижное устройство независимого действия. Он выполняет операцию по обеспечению соосности и совмещению торцовых кромок труб при сборке под сварку.

Наружный центратор состоит из двух неподвижных 5 и двух подвижных 6 зажимных губок, прикрепленных к опоре 7. При помощи гидроцилиндров 1 губки сжимаются и удерживают закрепленные в них трубы, в результате чего происходит точное их центрирование друг относительно друга.

Расчет гидроцилиндра центратора

Принимая давление масла в системе p, можно определить площадь поршня, как:

$$F = \frac{P}{p} = \frac{3500 \cdot 10}{6 \cdot 10^6} = 0.0058 \quad м^2 \qquad (2.5)$$

Тогда диаметр цилиндра равен:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 3500}{3.14 \cdot 6 \cdot 10^6}} = 0{,}0862 \quad м = 86{,}2 \text{ мм} \qquad (2.6)$$

По ГОСТ 6540-68 принимаем D = 90 мм.

Секундная производительность насоса:

$$Q = \frac{P \cdot L}{p \cdot t \cdot \eta_1} = \frac{3500 \cdot 10 \cdot 40}{6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}9} = 0{,}259 \quad , \qquad (2.7)$$

где η_1 – объемный К.П.Д. системы, учитывающий утечки в золотнике и цилиндре (η_1).

Мощность, расходуемая на привод насоса:

$$N = \frac{736 \cdot P \cdot L}{7500 \cdot t \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{736 \cdot 10 \cdot 40}{7500 \cdot 10 \cdot 0.9 \cdot 0.9} = 4{,}8 \quad кгс \cdot м/с \qquad (2.8)$$

2.5 Головка для сварки труб PIPELINER II

Орбитальная сварка – автоматическая сварка труб, при которой движение электрода и подача защитного газа происходит по заранее установленной программе без участия оператора.

Головка для орбитальной сварки Pipeliner II является первой практической альтернативой ручной сварки труб больших диаметров с большими толщинами стенок. Она производит сварку такого же качества как механизированные GTAW головки (сварка в газах неплавящимся электродом), но от 5 до 15 раз быстрее. Головка идеальна для орбитальной

сварки трубопроводов с использованием GMAW / FCAW процессов (GMAW - сварка плавящимся электродом в газах, FCAW - дуговая сварка порошковой проволокой). Используясь с программируемым источником тока MPS4000, Головка для орбитальной сварки Pipeliner производит сварные швы с робототехнической стабильностью и точностью. Головка Pipeliner в равной степени пригодна для внутрицехового и полевого применения, опыт эксплуатации нашими потребителями доказал надежность и производительность даже в жестких условиях эксплуатации. Система способна производить высококачественные сварные соединения во всех пространственных положениях - соблюдая ASME IX и API 1104 коды требований.

Головка монтируется на трубе с использованием стальных направляющих колец (рисунок 2.4), которые изготавливаются для всех возможных стандартных диаметров труб. Головка закрепляется только на одной из сторон трубного соединения, позволяя производить как сварку труба-труба, так и сварку труба-фитинг.

Направляющая FLX-Track® позволяет производить сварку прямолинейных швов на плоских или криволинейной поверхностях, таких как в танках (резервуарах), кораблях и на других выпуклых или вогнутых поверхностях. Направляющая изгибается в соответствие с различными радиусами кривизны, для установки на изделие используются вакуумные или магнитные устройства крепления. Установка головки на направляющие кольца больших размеров, позволяет предотвратить тепловые повреждения головки и использовать её на трубах подогретых под сварку.

Процесс сварки:

GMAW / FCAW (сварка плавящимся электродом в газах / дуговая сварка порошковой проволокой).

Тип сварочной головки:

С открытой дугой. Сварочная головка вращается вокруг трубы. Для крепления на трубе и перемещения Головки вокруг трубы используются направляющие кольца.

Модели головок и диапазоны диаметров свариваемых труб:

- 168,0 мм - 1520,0 мм (и более по запросу).

Функции головки:

- Вращение горелки.
- Подача присадочной проволоки.
- Дистанционное управление положением горелки (с пульта ДУ).
- Электронное управление колебаниями горелки.

Особенности:

- Производство многопроходных сварных швов на трубах во всех пространственных положениях.
- Широкий диапазон типоразмеров свариваемых труб.
- Небольшая стабильная сварочная ванна.
- Процесс с низким разбрызгиванием.
- Хорошее проплавление без образования наплывов и других дефектов.
- Горелка с водяным охлаждением использующая стандартные расходные материалы.
- Возможные механизмы подачи проволоки: интегрированный в головку или выносной.

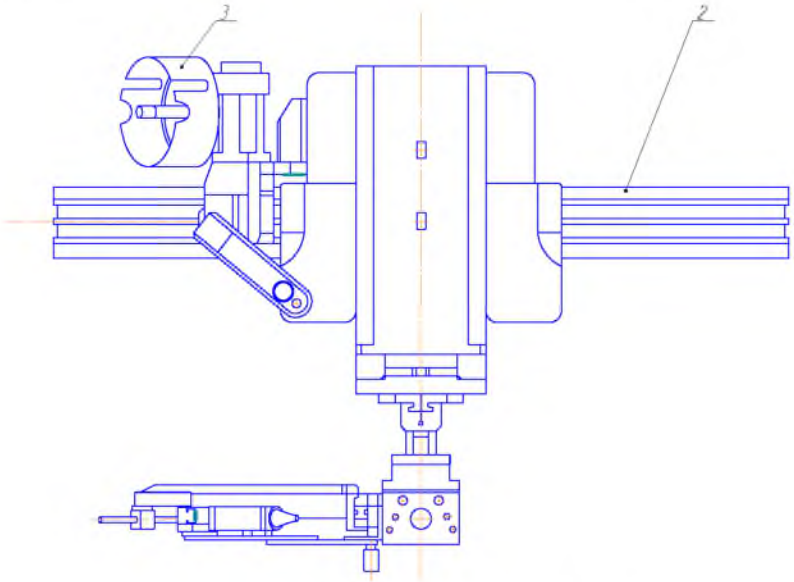


Рисунок 2.4 – Головка для сварки

2.6.MPS4000. Модель 712. Программируемый источник тока для орбитальной сварки

MPS4000 это цифровой источник сварочного тока инверторного типа для GMAW / FCAW процессов сварки. Контроллер интегрированный в источник питания, спроектирован для работы со всеми моделями головок для орбитальной сварки серии - PIPELINER II.

MPS4000 обеспечивает синергический контроль скорости подачи электродной проволоки и выходной мощности - сварщик может только изменить скорость подачи и выходных параметры сварочного напряжения для поддержания стабильного процесса. Разработанные на заводе изготовителе программы записаны в контроллере источника тока. Данные программы обеспечивают сварку многих комбинаций сварочных соединений: из различных сплавов, с применением разных диаметров электродной проволоки, и применяемых защитных газов. MPS4000 применяется в комплекте с механизмами подачи сварочной проволоки такими как: типа Push-Pull (выносной механизм подачи плюс механизм подачи на головке) (WFPP), просто выносным механизмом подачи проволоки (WFOF), и механизмом подачи проволоки установленным на головку (WFOH) - идеально подходящим для приложений, где сложно расположить источник тока недалеко от места сварки.

Процесс сварки:

GMAW/FCAW (GMAW - сварка плавящимся электродом в газах, FCAW - дуговая сварка порошковой проволокой).

Программирование:

Цифровое на основе микропроцессоров для выходных характеристик источника сварочного напряжения и скорости подачи проволоки. Аналоговое для функций головки для орбитальной сварки.

Максимальный сварочный ток:

- 400 А.

Напряжение питания:

- 200-400 Вольт АС (Автовольтаж), 3 фазы, 13 кВа, 50/60 Гц.

Функции:

- Сварочное напряжение.
- Вращение горелки.
- Подача электродной проволоки.
- Электронное управление колебаниями горелки.
- Дистанционное управление положением горелки (с пульта ДУ).

Особенности:

- Пульт ДУ позволяет дистанционную корректировку процесса.
- Синергетическое управление скоростью подачи электродной проволоки / характеристиками выходной мощности.
- Оптимизированные в заводских и трассовых условиях записанные программы.
- Возможность услуг по разработке специальных программ.
- Класс защиты IP23 для работ на трассе (в полевых условиях).

2.7 Расчет болтового соединения

Болтовые соединения предназначены для крепления стендов к полу цеха. Болтовое соединение применяется в конструкциях комбинированного типа. Болты изготовляются из стали 40 ХСНД по ГОСТ-22353-77. В конструкциях расчет болтовых соединений производится по формуле:

на срез:

$$r = P/(I \cdot \pi \cdot d^2/4) \le R_{cp}^{\delta}, \qquad (2.9)$$

где I – число болтов;

d – диаметр болтов;

P – усилие.

на сжатие:

$$b_{см} = P / I \cdot S \cdot d \ \leq R_{ср}^{\delta}, \qquad (2.10)$$

где S – толщина соединяемых частей.

на растяжение:

$$\delta_{p}^{\delta} = P / (I \cdot \pi \cdot d^{2} / 4), \qquad (2.11)$$

Производим расчет болтов на срез по формуле:

I=8штук; d=0,036м; P=40мПа.

$$R = 40 / (8 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}036 / 4) = 181{,}8 мПа,$$

$$r \leq R_{ср}^{\delta} \cdot 181{,}8 \leq 200 мПа.$$

Расчет на смятие:

$$\delta_{см} = 40 / (8 \cdot 0{,}036 \cdot 0{,}15) = 480 мПа,$$

$$480 \leq 510 мПа,$$

Расчет на растяжение:

$$\delta_{p}^{\delta} \cdot 181{,}8 < R_{p}^{\delta},$$

$$R_{p}^{\delta} = 300 мПа.$$

Рабочее усилие воспринимаемое одним болтом:

$$N = 0{,}65 \cdot \delta_B^{\delta} \cdot F_H \cdot f \cdot m, \qquad (2.12)$$

где δ_B^{δ} - придел прочности болта;

F_H - площадь сечения по внутреннему диаметру;

$f = 0{,}35$;

m - коэффициент условной работы = 0,9.

$$N = 0{,}65 \cdot 500 \cdot 0{,}0008 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}9 = 0{,}08 мПа.$$

Подбираем болты, удовлетворяющие расчетным значениям.

2.8 Расчет прочности сварных соединений

Расчет сварных соединений, работающих при высоком давлении, выполняется по допускаемым напряжениям, которые назначают в зависимости от допускаемых напряжений для основного металла, способа сварки, термической обработки и контроля качества сварных соединений. Допускаемые напряжения для основного металла принимают равными минимальному из следующих соотношений:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n_1}; [\sigma] = \frac{\sigma_t}{n_2}; [\sigma] = \frac{\sigma_{д.п}}{n_3}; [\sigma] = \frac{\sigma_n}{n_4}; \qquad (2.13)$$

где σ_B, σ_t, $\sigma_{д.п}$, σ_n – гарантированные при температуре эксплуатации соответственно временное сопротивление, предел текучести, предел длительной прочности и предел ползучести. Коэффициенты запаса n1, n2, n3, n4 принимают в соответствии с [2, с 185]

При температуре $260 - 420°C$ характеристикой для расчета прочности является предел текучести σ_t. Допускаемые напряжения для сварных

соединений $[\sigma']$ определяют умножением допускаемых напряжений для основного металла $[\sigma]$ на коэффициент прочности φ, учитывающий отрицательное влияние сварки. При полном проваре по всей толщине, в необходимых случаях термической обработки и контроле качества шва по всей длине неразрушающими методами φ=1 для углеродистой, низколегированной марганцовистой и хромомолибденовой сталей.

$$[\sigma'](16ГС) = [\sigma](16ГС) = \frac{294}{1,5} = 196 Мпа$$

Прочность трубопроводов оценивают с учетом различного рода усилий, действующих в процессе эксплуатации. При внутреннем давлении P в кольцевых стыках создается напряжение, определяемое по формуле:

$$\sigma_1 = \frac{pR}{2S}, \qquad (2.14)$$

где R и S – соответственно радиус и толщина стенки трубы.

Если труба будет испытывать изгибающий момент от собственного веса, то при расчете следует учитывать образование в кольцевых швах напряжений.

Для проверки прочности существующих сварных швов, сделаем проверочный расчет трубопровода, выбрав одно из сварных соединений, имеющего следующие характеристики:

R=213 мм.

S=24 мм.

Материал – сталь 16ГС.

$$\sigma_1 = \frac{7,5 \cdot 0,213}{2 \cdot 0,024} = 33,28 < 193 \text{ МПа}$$

Следовательно, данная конструкция является прочной.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Производственная программа цеха

3.1.1 Трудоемкость изготовления сварных конструкций

При внедрении технологического процесса оборудования и сварки трубной обвязки, необходимо принять решение его экономической эффективности. Данный трубопровод является ответственной конструкцией, воспринимающей динамические, статические и знакопеременные нагрузки. Трубопровод сваривается автоматической сваркой в среде аргона.

Для расчета экономического эффекта из технологического процесса выбираем операции сборки и сварки, оказывающие влияние на результат расчета экономического эффекта.

Таблица 3.1 - Годовой выпуск продукции (точная программа)

Изделие	Базовый вариант (действующий), число единиц	Проектный вариант, число единиц
Трубопровод	1000	1000

Таблица 3.2 - Трудоемкость изготовления сварных конструкций по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, н.ч.			
	Базовый вариант		Проектный вариант	
	Единица изделия	Годового выпуска	Единица изделия	Годового выпуска
1. сборка 2. сварка	0,114 8,32	114 8320	0,11 0,92	110 920
Итого	8,434	8434	1,036	1036

3.2 Расчет основных элементов производства

3.2.1 Расчет потребного числа единиц сварочного оборудования

Расчет потребного числа единиц сварочного оборудования $N_{св}$, сборочно-сварочного оборудования, стендов и приспособлений $N_{сб}$ каждого типа для выполнения годового объема работ производится по формулам:

$$N_{св} = \frac{T_{св}}{\Phi_{св} \cdot \tau \cdot \beta};$$

$$N_{сб} = \frac{T_{сб}}{\Phi_{св} \cdot \tau \cdot \beta \cdot n_{пр}}, \qquad (3.1)$$

где $T_{св}$ – время, необходимое для выполнения годового объема сварочных работ с помощью данного типа сварочного оборудования, $н \cdot ч$;

$T_{сб}$ – время, необходимое для выполнения годового объема сварочных (сборочно-сварочных) работ, для которых применяются сборочная установка, приспособление или стенд, $н \cdot ч$;

$\Phi_{св,сб}$ – действительные годовые фонды времени (соответственно) сварочному оборудованию и сборочному оборудованию, $маш \cdot ч$ или $н \cdot ч$

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

β – коэффициент использования действительного фонда времени, учитывающий простои оборудования по техническим и организационным условиям; $\beta =$ 0,8 - 0,95 – для массового производства;

$n_{пр}$ – число рабочих одновременно занятых выполнением сварочной (сборочно-сварочной) операции, для которого используется сборочное (сборочно-сварочное) оборудование, стенд, приспособление.

Для базового варианта

Для ручной аргонодуговой сварки:

$$N_{св} = \frac{190}{3960 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}8} = 0{,}1 \text{ шт.}$$

Принимаем число сварочного оборудования – 1.

Коэффициент загрузки оборудования κ_3 определяется по формуле:

$$\kappa_3 = \frac{N_i^{расч}}{N_i^{прин}}, \qquad (3.2)$$

где $N_i^{расч}, N_i^{прин}$ – соответственно расчетное и принятое количество сварочного, сборочного и другого оборудования.

Для сборочно-сварочного оборудования:

$$\kappa_3 = \frac{0{,}1}{1} = 0{,}1$$

Для сварки покрытыми электродами:

$$N_{св} = \frac{8130}{3960 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}8} = 1{,}97 \text{ шт.}$$

Принимаем число сварочного оборудования – 2.

$$\kappa_з^{св} = \frac{1{,}97}{2} = 0{,}985$$

$$N_{сб} = \frac{455}{3960 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}8 \cdot 2} = 0{,}055$$

Принимаем число сборочного оборудования – 1.

$$\kappa_з^{сб} = \frac{0,055}{1} = 0,055$$

Для проекта

Для автоматической сварки неплавящимся электродом в среде аргона:

$$N_{св} = \frac{920}{3960 \cdot 1,3 \cdot 0,8} = 0,23 \text{ шт.}$$

Принимаем число сварочного оборудования – 1.

$$\kappa_з^{св} = \frac{0,23}{1} = 0,23$$

$$N_{сб} = \frac{110}{3960 \cdot 1,3 \cdot 0,8 \cdot 2} = 0,14$$

Принимаем число сборочного оборудования – 1.

$$\kappa_з^{сб} = \frac{0,14}{1} = 0,14$$

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

$$\Delta = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i \acute{I}_i}{100}, \qquad (3.3)$$

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

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

Для базового варианта:

$$\Delta = 2 \cdot \frac{52000 \cdot 34{,}4}{100} + \frac{45000 \cdot 34{,}4}{100} = 51256 \text{ руб.}$$

Для проекта:

$$\Delta = \frac{S_{ав} \cdot H_{ав}}{100} = \frac{213600 \cdot 27}{100} = 57672 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт оборудования R, руб., определяются по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^{n} (g_i S_{gi} + d_i S_{di}),$$

где g_i, d_i – категория сложности ремонта (то есть годовое число единиц ремонтной сложности) соответственно механической и электрической частей оборудования, $руб/ед$.

Величины $H_i, g_i, d_i, S_{g_i}, S_{d_i}$ берутся из справочных материалов.

Для базового варианта:

$$R_Б = 2 \cdot (2 \cdot 13000 + 3 \cdot 6760) + (2 \cdot 11700 + 3 \cdot 5850) = 133510 \text{ руб.}$$

Для проекта:

$$R_П = (6 \cdot 30000 + 8 \cdot 15000) = 300000 \text{ руб.}$$

Все полученные данные по расчету количества и стоимости оборудования и оснастки, а также затраты на амортизацию, содержание,

эксплуатацию и текущий ремонт оборудования по проекту и базовому варианту занесены в таблицы 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Стоимость оборудования и затраты на амортизацию оборудования

Оборудование, марка	Трудоемкость, выполненная данным оборудованием, н.ч		Число оборудования, ед.	Коэффициент загрузки оборудования	Стоимость оборудования, руб.		Затраты на амортизацию оборудования		
	одного изделия	годового выпуска			единицы	общая	% единицы	на единицу, руб.	общая сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Базовый вариант									
Трансформатор сварочный ТД-102УХЛ2	8,13	8130	2	0,985	52 000	104000	34,4	17 888	35776
Источник питания ТИР-300ДМ1	0,19	190	1	0,1	45000	45000	34,4	15 480	15 480
Итого 51256									
Проектный вариант									
Автомат М 55 в комплекте с источником тока	0,92	920	1	0,23	213600	213600	27	57 672	57 672
Итого 57672									

Таблица 3.2 - Ведомость затрат на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт оборудования

Оборудование, марка	Число, ед.	Затраты на содержание, эксплуатацию и текущий ремонт единицы оборудования								Общая сумма затрат. руб.
		Механической части				Электрической части				
		Категория сложности, ед.	Стоимость единицы категории сложности	Сумма затрат, руб.	Всего	Категория сложности ед.	Стоимость единицы категории сложности, руб.	Сумма затрат, руб.	Всего, руб.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Базовый вариант										
Трансформатор сварочный ТД-102УХЛ2	2	2	13 000	26 000	52000	3	6 760	20 280	40560	92560
Источник питания ТИР-300ДМ1	1	2	11 700	23400	23400	3	5 850	17550	17550	40950
Итого 133 510 руб.										
Проект										
Автомат М 55 в комплекте с источником тока	1	6	30 000	180000	180000	8	15 000	120000	120000	300000
Итого 300 000 руб.										

3.3 Определение затрат на сварочные материалы

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

$$M_{св} = \sum_{i=1}^{n} G_{св} \cdot A \cdot S_{icc}, \qquad (3.4)$$

где $M_{св}$ – затраты на сварочные материалы, $руб$;

$G_{св}$ – норма расхода i-го сварочного материала на одно изделие, $кг$;

A – число изделий на годовую программу, $шт$;

$S_{св}$ – 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.

$$G_{осн} = Y_1 \cdot L_1 + Y_2 \cdot L_2 + ...Y_n \cdot L_n = \sum_{i=1}^{n} Y_i L_i \ , \qquad (3.5)$$

Расчет расхода материала для базового варианта:

Удельный расход электродов и проволоки на 1 м шва определяется по формуле:

$$Y_{iэл} = m_i \cdot P_{iэл}, \qquad (3.6)$$

где m_i – масса наплавленного металла 1м шва, $кг/м$;

P_i – коэффициент расхода материала на 1кг наплавленного металла.

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

$$m_p = F_p \cdot y \cdot 0{,}001 = 142 \cdot 7{,}85 \cdot 0{,}001 = 1{,}1 \text{ кг/м} \qquad (3.7)$$

$$m_{ар} = F_{ар} \cdot y \cdot 0{,}001 = 6 \cdot 7{,}85 \cdot 0{,}001 = 0{,}047 \text{ кг/м}$$

$$Y_p = m_p P_p = 1{,}1 \cdot 1{,}5 = 1{,}65 \text{ кг/м}$$

$$Y_{ар} = m_{ар} P_{ар} = 0{,}047 \cdot 1{,}1 = 0{,}0517 \text{ кг/м}$$

Удельный расход аргона:

$$Y_{аргон} = P_{арнгон}{}^{r} = 0{,}089 \text{ кг/м}$$

Тогда, затраты сварочных материалов определяются как:

$$M_{св} = \sum_{i=1}^{n} G_{icc} \cdot A \cdot S_{icc} = 2{,}68 \cdot 1000 \cdot (1{,}65 \cdot 68{,}6 + 0{,}0517 \cdot 48 + 0{,}089 \cdot 21) = 315008 \text{ руб.} \quad (3.8)$$

Расчет расхода материала для проекта:

Удельный расход электродной проволоки устанавливается, исходя из массы наплавленного металла на 1 м шва технологических потерь, и определяется по формуле:

$$Y_{iав} = m_i P_{iав}, \quad (3.9)$$

$$m_{ав} = F_p \cdot y \cdot 0{,}001 = 90 \cdot 7{,}85 \cdot 0{,}001 = 0{,}71 \text{ кг/м}$$

$$Y_{ав} = m_{ав} \cdot P_{ав} = 0{,}71 \cdot 1{,}02 = 0{,}72 \text{ кг/м}$$

Удельный расход аргона:

$$Y_{аргон} = P_{арнгон}{}^{r} = 0{,}089 \text{ кг/м}$$

Тогда, затраты сварочных материалов определяются как:

$$M_{св} = \sum_{i=1}^{n} G_{icc} \cdot A \cdot S_{icc} = 2{,}68 \cdot 1000 \cdot (0{,}72 \cdot 48 + 12 \cdot 0{,}089 \cdot 21) = 152727{,}8 \text{ руб.}$$

Таблица 3.3 - Ведомость затрат на сварочные материалы

Материал	Марка, диаметр	Стоимость, руб./кг	Норма расхода, кг		Затраты, руб.	
			На единицу изделия	На годовую программу	На единицу изделия	На годовую программу
1	2	3	4	5	6	7
Базовый вариант						
Электроды сварочные	УОНИ-13/45 Диаметр 2,5 мм	68,6	4,42	4422	303,3	303 349
Проволока сварочная	Св-08Г2С Диаметр 2 мм	48	0,14	140	6,65	6650,7
Аргон	ГОСТ 10157-79 марка Б	21	0,24	240	5	5008,9
Итого					315	315 008
Проектный вариант						
Проволока сварочная	Св-08Г2С Диаметр 2 мм	48	1,92	1930	92,6	92620
Аргон	ГОСТ 10157-79 марка Б	21	2,86	2862	60,1	60107
Итого					152,7	152 727

3.4 Определение затрат на электроэнергию

Затраты на силовую электроэнергию определяются по формуле:

$$Э_Н = \sum W_Б \cdot m_н^р \cdot L \cdot A \cdot S_Э, \qquad (3.10)$$

где $W_д$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

$S_{эн}$ – стоимость 1кВт·ч электроэнергии, $руб/кВт \cdot ч$.

Базовый вариант

Удельного расход электроэнергии на 1кг наплавленного металла определяется по формуле:

$$W = \frac{U_д}{\eta_и \cdot \alpha_н}, \qquad (3.11)$$

где $U_д$ – дуговое напряжение, $В$;

$\eta_п$ – КПД источника питания;

$\alpha_н$ – коэффициент наплавки, $г/А \cdot ч$.

$$W_д^р = \frac{20}{0{,}85 \cdot 15} = 1{,}56 \text{ кВт·ч/кг}$$

$$W_д^а = \frac{30}{0{,}85 \cdot 16} = 2{,}2 \text{ кВт·ч/кг}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$Э_Н = (1{,}56 \cdot 1{,}1 \cdot 2{,}68 \cdot 1000 \cdot 2{,}5) + (2{,}2 \cdot 0{,}047 \cdot 2{,}68 \cdot 1000 \cdot 2{,}5) = 12190 \text{ руб..},$$

Проектный вариант

$$Э_Н = \sum W_д^{'} \cdot m_н^р \cdot L \cdot A \cdot S_Э, \qquad (3.12)$$

где $W'_д$ – удельный расход электроэнергии на 1 метр, кВт·ч/м.

$$W_д^{ав'} = \frac{0{,}001 \cdot I_д \cdot U_д}{\eta_и \cdot V_{св}} = \frac{0{,}001 \cdot 150 \cdot 12}{0{,}85 \cdot 5} = 0{,}42 \text{ кВт·ч/м} \qquad (3.13)$$

$$Э_Н = 0{,}42 \cdot 12 \cdot 2{,}68 \cdot 1000 \cdot 2{,}5 = 33768 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Ведомость затрат на электроэнергию

Затраты	Стоимость руб./кВт ч	Норм расхода, кВт ч		Затраты, руб.	
		На единицу изделия	На годовую программу	На единицу изделия	На годовую программу
Базовый вариант					
Электроэнергия для технологических целей, всего в том числе: а) ручная электродуговая сварка	2,5	4,6	4600	11,5	11497
б) ручная сварка неплавящимся электродом в среде аргона		0,27	277,1	0,69	693
Итого				12,2	12 190
Проектный вариант					
Электроэнергия для технологических целей, всего в том числе: а) автоматическая сварка неплавящимся электродом в среде аргона	2,5	13,5	13 520	33,8	33 768
Итого				33,8	33 768

3.5 Определение состава работающих и годового фонда заработной платы

В состав работающих сборочно-сварочного цеха (участка) входят производственные и вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники, счетно-конторский персонал и младший обслуживающий персонал.

При проектировании дипломного проекта, число вспомогательных рабочих не изменялось. Следовательно, расчеты по ним не войдут в экономический эффект.

Общее списочное количество производственных рабочих определяется суммированием их по всем специальностям, предусмотренных технологическим процессом изготовления изделий.

Расчетное число явочных и списочных рабочих каждой специальности $P_я$ и P_C определяется по формулам:

$$P_Я = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{Ф_{НР} \cdot \tau}, \quad P_С = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{Ф_{ДР} \cdot \tau}; \qquad (3.14)$$

где T_i – трудоемкость i-х работ на годовую программу, $н \cdot ч$.

Для базового варианта:

Сварщик V разряда:

$$P_Я = \frac{8320}{250 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 3{,}6 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_Я$=4 чел.

$$P_С = \frac{8320}{247{,}5 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 3{,}65 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_С$=4 чел.

Слесарь-сборщик V разряда

$$P_Я = \frac{114}{250 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 0{,}09 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_Я$=1 чел.

$$P_С = \frac{114}{247{,}5 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 0{,}1 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_С$=1 чел.

Для проектного варианта:

Сварщик V разряда

$$P_Я = \frac{920}{250 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 0{,}4 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_Я$=1 чел.

$$P_С = \frac{920}{247{,}5 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 0{,}41 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_С$=1 чел.

Слесарь-сборщик V разряда

$$P_Я = \frac{110}{250 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 0{,}1 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_Я$=1 чел.

$$P_C = \frac{110}{247{,}5 \cdot 8 \cdot 1{,}15} = 0{,}1 \text{ чел.}$$

Принимаем P_C=1 чел.

Годовой фонд основной зарплаты производственных рабочих различных профессий подсчитывается по формуле:

$$З = T_i \cdot \eta_T + 0{,}2 \cdot T_i \cdot \eta_T + 0{,}4 \cdot (T_i \cdot \eta_T + 0{,}2 \cdot T_i \cdot \eta_T), \qquad (3.15)$$

где η_T – часовая тарифная ставка, $руб/ч$.

Для базового варианта:

Сварщик V разряда

$$T_i \cdot \eta_T = 8320 \cdot 37{,}025 = 308048 \text{ руб.}$$

$$З_O = 308048 + 0{,}2 \cdot 308048 + 0{,}4(308048 + 0{,}2 \cdot 308048 \cdot) = 517520 \text{ руб.}$$

Слесарь-сборщик V разряда

$$T_i \cdot \eta_T = 114 \cdot 34{,}363 = 3917{,}3 \text{ руб.}$$

$$З_O = 3917{,}3 + 783{,}46 + 1880 = 6581 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта:

Сварщик V разряда

$T_i \cdot \eta_T = 920 \cdot 37{,}025 = 34063$ руб.

$З_O = 34063 + 0{,}2 \cdot 34063 + 0{,}4(34063 + 0{,}2 \cdot 34063\cdot) = 57226$ руб.

Слесарь-сборщик V разряда

$T_i \cdot \eta_T = 110 \cdot 34{,}363 = 3780$ руб.

$З_O = 3780 + 756 + 1814{,}4 = 6350$ руб.

Результаты расчетов состава работающих и годового фонда заработной платы по проекту и базовому варианту представлены в виде ведомостей (таблица 3.5 и 3.6).

Таблица 3.5 - Ведомость затрат на основную заработную плату производственных рабочих

Профес-сия	Число раб.		Разряд	Тарифная ставка	Трудоемкость, н.ч.		Основная зарплата, руб.	
	явочное	списочное			На единицу изделия	На годовую програм.	На единицу изделия	На годовую программу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Базовый вариант								
Сварщик	4	4	V	37,025	8,32	8320	517	517 520
Слесарь-сборщик	1	1	V	34,363	0,114	114	6,5	6 581
Итого 524 101								
Проектный вариант								
Сварщик	1	1	V	37,025	0,92	920	34,1	57 226
Слесарь-сборщик	1	1	V	34,363	0,110	110	3,78	6 350
Итого 63 576								

Таблица 3.6 - Сводная ведомость состава работающих и годового фонда заработной платы

Категория работающих	Число		Основная зарплата, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Отчисления в соц. страх, руб.	Премия из фонда зарплаты, руб.	Премия из фонда материального поощрения, руб.	Общий фонд зарплаты, руб.	Средняя месячная зарплата, руб.
	явочное	списочное							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Базовый вариант									
Производственные рабочие	5	5	524101	62 892	106 833	131 025	78 615	903 466	13 277
Итого 13 277									
Проект									
Производственные рабочие	2	2	63 576	7 630	12 960	15 894	9 536	109 596	4026,5
Итого 4026,5									

3.6 Расчет показателей экономической эффективности

3.6.1 Определение капитальных вложений

Под капитальными вложениями в сварочную технику понимается сумма всех единовременных затрат на основные фонды, а также на увеличение оборотных средств, если оно вызвано осуществлением данного мероприятия.

Расчет капитальных вложений по проекту и базовому (заводскому) вариантам рассчитывается по форме таблица 3.7.

Таблица 3.7 - Капитальные вложения по проекту (базовому варианту)

Затраты	Базовый вариант	Проектный вариант	Обоснование принятой сметной стоимости
1	2	3	4
I.ОБОРУДОВАНИЕ			
1.Производственное и вспомогательное	461 000	213 600	Ведомость оборудования

			(табл.4)
Транспортные и заготовительно-складские расходы	19 362	8 971	4,2% от стоимости оборудования
II.МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ			
1.Монтаж нового производственного оборудования	19 214	8 902	4% стоимости оборудования (с учетом транспортных и заготовительных складских расходов)
3.Монтаж используемого оборудования	19 214	8 902	4% стоимости оборудования
4.Демонтаж используемого оборудования	1 537	712,2	4% стоимости монтажа
Итого	520 327	241 087	

3.6.2 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 техники.

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

$$C_T = V \cdot A + B, \qquad (3.16)$$

где $C_т$ – технологическая себестоимость годового выпуска, руб.;

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

A – годовая программа выпуска изделия, шт.;

B – годовая величина условно-постоянных затрат себестоимости, руб.

Расчет величины условно-переменных и условно-постоянных статей затрат производится по формуле соответственно в таблице 3.7 и 3.8.

Исходя из расчетных данных таблиц технологическая стоимость годового выпуска:

По базовому $C_{\grave{o}}^{\grave{A}} = 1230664 + 184766 = 1415430$ *руб*;

По проекту $C_{\grave{o}}^{\grave{I}} = 296091 + 357672 = 653763$ *руб.*

Таблица 3.7 - Условно-переменные статьи затрат технологической стоимости по проекту (базовому варианту)

Статья затрат	Затраты, руб.				Экономия «+» перерасход «-»
	Базовый вариант		Проект		
	На единицу изделия	На годовую программу	На единицу изделия	На годовую программу	
3.Материалы сварочные	315	315 008	152,7	152 727	162 281
4.Электроэнергия	12,2	12 190	33,8	33 768	-21 578
6.Зарплата с начислениями	903,5	903 466	109,6	109 596	793 870
ИТОГО	1 230,7	1 230 664	296,1	296 091	934 573

Таблица 3.8 - Условно-постоянные статьи затрат технологической себестоимости годового выпуска

Затраты	Затраты, руб.		Экономия «+» перерасход «-»
	По базовому варианту	По проекту	
1.Амортизация производственного и вспомогательного оборудования	51 256	57 672	-6 416
2.Содержание, эксплуатация и текущий ремонт производственного и вспомогательного оборудования	133 510	300 000	-166 490
ИТОГО:	184 766	357 672	-172 906

3.7 Себестоимость (калькуляция) сварной конструкции

Себестоимость продукции определяется расчетом калькуляции себестоимости продукции по проекту (базовому варианту) по форме таблица 3.9.

Таблица 3.9 - Себестоимость сварной конструкции

Статья затрат	Затраты на выпуск единицы изделия, руб.		Примечание
	Базовый вариант	Проект	
1.Вспомогательные материалы	315	153	
2.Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги кооперированных предприятий	121 000	121 000	
3.Топливо и энергия на технологические цели	12,2	33,8	
4.Транспортно-заготовительные расходы	19,36	8,97	
5.Основная заработная плата производственных рабочих	524,1	63,6	
6.Дополнительная заработная плата производственных рабочих	62,9	7,63	
7.Отчисление на социальное страхование	106,8	12,9	
8.Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	393,1	47,7	По данным завода (либо 70-80% от основной зарплаты)
13.Возмещение износа инструмента и приспособлений целевого назначения	471,7	57,2	То же (80-120% от основной зарплаты)
14.Цеховые расходы	471,7	57,2	То же (80-120% от основной зарплаты)
Итого цеховая себестоимость	123 376,86	121 442	

3.8 Расчет экономического эффекта

Суммарный по годам расчетного периода экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$Э = Р_Т - З_Т, \qquad (3.10)$$

где Э – экономический эффект мероприятия научно-технического прогресса за расчетный период, руб.;

P_T – стоимостная оценка результатов осуществления мероприятий научно-технического прогресса за расчетный период, руб.;

$З_T$ – стоимостная оценка затрат на осуществление мероприятия научно-технического прогресса за расчетный период, руб.

Стоимостной оценкой результатов осуществления мероприятия P_T, руб., будет являться сумма экономии технологической себестоимости приведенная по годам, т.е.:

$$P_T = \sum_{i=0}^{n} (C_T^Б - C_T^П) \cdot \alpha_i, \qquad (3.17)$$

где $C_T^Б$ - технологическая себестоимость годового выпуска продукции базового варианта, руб.;

$C_T^П$ - технологическая себестоимость годового выпуска продукции по проекту, руб.;

α_i^c - коэффициент приведения разновременных результатов осуществления мероприятия к расчетному году.

$$P_T = (1415430 - 653763) \cdot (1 + 0{,}9091 + 0{,}8264 + 0{,}6830 + 0{,}6209) = 3\ 076\ 678 \text{ руб.}$$

Стоимостная оценка затрат на осуществление мероприятия за расчетный период К, руб., определяется как сумма приведенным по предшествующим годам к расчетному году капитальных вложений:

$$З_T = \sum_{i=0}^{m} K_j \cdot \alpha_j^K, \qquad (3.18)$$

где K_j – капитальные вложения на осуществление мероприятия по каждому предшествующему году, руб.;

α_j^k - коэффициент приведения разновременных затрат на осуществление мероприятия к расчетному году;

j – число лет расхода капитальных вложений.

$$З_T = 241087 \cdot (1{,}0000 + 1{,}1000 + 1{,}2110 + 1{,}3310 + 1{,}4641 + 1{,}6505) = 1\ 870\ 015 \text{ руб.}$$

Э = 3 076 678 – 1 870 015 = 1 206 663 руб.

Экономический эффект за 1 год равен 1 206 663 руб.

3.9 Период возврата единовременных затрат

Период возврата единовременных затрат определяется по зависимости:

$$T_{ок} = \frac{K_{вл}}{Э}, \qquad (3.19)$$

$$T_{ок} = \frac{241087}{1206663} = 0{,}2 \text{ года}$$

$T_{ок}$ =0,2 года = 73 дня.

Все расчетные данные сведем в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 - Основные данные и технико-экономические показатели

Показатель	Величина по сравниваемым вариантам	
	Базовый вариант	Проектный вариант
1. Годовой выпуск продукции, шт;	1 000	1 000
2. Годовое количество наплавленного металла, т;	4,56	4,56
3. Производственная площадь технологического процесса, $м^2$;	864	864
4. Число работающих:		
- сварщиков, чел;	4	1
- слесарей, чел;	1	1
5. Производственное оборудование;	3	1
6. Трудоемкость, н·ч;	8 434	1 036
7. Технологическая себестоимость годового выпуска сварных конструкций:		
- материалы сварочные, руб;	315 008	152 727
- электроэнергия, руб;	12 190	33 768
- зарплата, руб;	524 101	63 576
- амортизация оборудования, руб;	51 256	57 672
- содержание, эксплуатация и текущий ремонт оборудования, руб.	133 510	300 000
8. Полная себестоимость единицы продукции;	123 376,86	121 442
9. Капитальные вложения.	520 327	241087
Относительные показатели		
10. Годовой выпуск продукции:		
- на 1$м^2$ производственной площади, т/$м^2$;	1,15	1,15
- на 1 единицу оборудования, т/ед;	333,3	1000
- на 1 сварщика, т/чел;	250	1000
11. Годовое количество наплавленного металла на 1 сварщика, т/чел;	1,14	4,56
12. Трудоемкость 1т сварных конструкций, н·ч/т;	1849,6	227
13. Производительность труда, т/чел;	1,14	4,5
14. Уровень механизации и автоматизации сварочных работ, %;	72	100
15. Уровень механизации и автоматизации сборочных работ, %;	89	100
16. Коэффициент охвата механизированным и автоматизированным трудом рабочих	0,5	0,1
17. Средний коэффициент загрузки оборудования;	1	1
18. Удельная технологическая себестоимость, руб/кг;	310	143,3
19. Выпуск продукции на 1руб капитальных вложений, кг/руб	0,1	0,2

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

4.1 Общая характеристика проектируемого объекта с точки зрения безопасных 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 здания проектируемого участка

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

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

Высота до потолка H=9 м;

Площадь участка S=864 $м^2$;

Длина участка B=72 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.

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 IIа) – 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	IIа 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.

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 $E_н$=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

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

$$L = 8,16x1,4 = 11,42 \text{ м}$$

3. Необходимое минимальное количество светильников

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

где S –площадь освещенного помещения, S = 864 м^2.

$N = 864/11,42^2 = 7$ шт

При расположении светильников в 2 ряда целесообразно применять по 7 светильников в ряду.

4. Необходимый световой поток одной лампы, лм

$$F_л = E_н x S x K_з x Z / \eta x N, \quad (4.4)$$

где S – площадь освещённого помещения - 864 м^2;

$E_н$ – нормированное значение освещённости - 300 лк;

Z – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения 1,15;

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

η – коэффициент использования светового потока – 0,62.

F = 300x864x1,7x1,15/0,62x7 = 99319 лм

Индекс помещения:

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

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

I = 864/8,16(72+12) = 1,26

Принимаем к установке светильник TOPFLOOD с металлогалогенной лампой HIT 1000 dw E60, со световым потоком 100000 лм.

Проверим процент отклонения от необходимого светового потока:

[(100000-99319)x100] / 100000=0,68 % что не превышает допустимого.

5. Затраты электроэнергии на освещение:

$$W=W_{л}xN, \quad (4.6)$$

где $W_{л}$ – тип лампы;

N – количество светильников.

W=1000x7=7 кВт

Таблица 4.2 – Результаты расчетов

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

4.3.3 Хозяйственно-питьевое водоснабжение

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

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

На рассматриваемом участке работу выполняют 10 рабочих.

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

Таблица 4.3 - Расход воды для проектируемого участка

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

4.3.4 Выделение вредных веществ

На данном участке производится 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:

$$L = 3600 \cdot F_o \cdot V_{возд}, \qquad (4.7)$$

где F_0 - площадь отверстий и неплотностей укрытия – 0,75 м^2;

$V_{возд}$- скорость воздуха, м/с.

$$V_{возд} = \left({}^{2,0}\!/_{2,5} \right) \cdot V_{Вит}, \qquad (4.8)$$

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

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

где d_4 - диаметр частиц твердой фазы - 0,008 мм;

ρ_4 - плотность частиц – 4,5x10^{-3} кг/м^3;

ρ_B - плотность воздуха – 1,3 кг/м^3.

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

$V_{возд}$=2,25*0,77=1,73м/с;

L=3600*0,75*1,73=4671м^3.

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

Определим мощность двигателя, необходимую для рассчитанного расхода воздуха:

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

где L- количество забираемого воздуха, $м^3$;

N- сопротивление воздуха, кПа;

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

$\eta_н$- коэффициент полученного действия передачи, принимаемый при размещении вентилятора на одном валу с двигателем, ($\eta_н$=1).

$N_{дв}$=(4371*100)/(3600*102*0,7*1)=1,85кВт

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

Таблица 4.4 – Токсикологическая характеристика веществ

Наименование веществ, гр вещ-ва 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 поражениям 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 12х72 м;
- глубина заложения стержней от поверхности земли Н=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:

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

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

ψ – коэффициент сезонности, ψ = 1,5.

$\rho_{o.c}$ = 1,5*40 = 60 Ом*м

3. Сопротивление растеканию тока с одиночного стержня, Ом:

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

где l_c – длина стержня - 3м;

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

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

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

4. Предварительное количество заземлителей, шт

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

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

η_c – коэффициент использования вертикальных стержней.

$n_{пр}$=24,4/4=6 шт

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

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

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

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

где λ - расстояние между стержнями, м.

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

$$\rho_{с.п} = \psi \cdot \rho_о$$

$$\rho_{с.п} = 40*3 = 120 \text{ Ом*м}, \quad (4.17)$$

7. Сопротивление растеканию тока с соединительной полосы, Ом:

$$R_п = [\rho_{о.п.}(2\pi \cdot l_п)] \cdot \ln[(2l_п^2)/(b \cdot H)], \quad (4.18)$$

где b - ширина полосы, м;

H - глубина заложения полосы от поверхности земли, м;

$l_п$ – длина полосы, м.

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

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

Принимаем: $\eta_с$ =0,07, $n_{пр}$ =0,85

9. Результирующее сопротивление заземляющего устройства, Ом:

$R_{зу} = (R_c*R_п)/(R_c*\eta_п)+(R_п*n_{пр}\eta_c)$, (4.19)

$R_{зу}$= (24,4*2)/(24,4*0,85)+(2*6*0,07)=1,65 Ом

1,65 ≤ 4 условие соблюдается.

Уточним количество стержнем, шт

$n=(n_{пр}*\eta_c) / \eta_c$, (4.20)

n=6 / 0,85=7

Стержни размещаем по периметру цеха через 7 метров.

4.4.2 Опасность термического ожога

К опасным вредностям можно отнести:

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

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

4.4.3 Вибрация

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

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

Защита от вибрации в жилой застройке может предусматриваться следующим образом:

- при проектировании жилой застройки рассчитывается уровень вибрации от источника в предполагаемом месте строительства на допустимом расстоянии, где вибрация не превышает установленные нормы;
- при сформировавшейся жилой застройке обеспечить нормируемую вибрацию расстоянием возможности не предоставляется, поэтому защита от вибрации обеспечивается путем виброизоляции источника вибрации.

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

Виброизолирующие основания под оборудование должны обеспечивать эффективность акустической виброизоляции.

Параметры вибрации определяем опытным путем в соответствии с ГОСТ 12.1.012 ССБТ «Вибрация. Общие требования к проведению измерений». В нашем случае снижение уровня вибрации не требуется так как она не превышает предельно-допустимой нормы 60дБ $\leq$ 99 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 ОУ2А, ОУ5 и т.п. или порошковые огнетушители с составом ПСБ-3, также на участке имеется лом, багор, ведро, комплект для резки электрических проводов, асбестовое полотно, лопата, лопата совковая, рукав пожарный, защитный экран 1,4×2 м, стойка для экранов, бак с песком.

В целях 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:

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

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

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

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

Вид сварки	Сварочный аэрозоль, всего	В том числе				
		Окислы марганца Mn	Окислы хрома Cr	Соединения кремния SiO_2	Окись углерода CO	Окись азота NO_2
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 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:

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

где G - масса проволоки – 26 гр;

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

П - программа выпуска изделий – 1000 шт.

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

Полученные отходы получаются в виде шлака, который безвреден для окружающей среды. Все отходы от электродов, проволоки, шлаки собирают в метало - приемник и передают на 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 механический самоочищающийся, он предназначен для очистки воздуха загрязненного различного рода сухой пылью, сварочным аэрозолем и прочими сухими загрязнителями воздуха и в металлургии. Кассета фильтра очищается автоматически, без остановки процесса фильтрации.

Таблица 4.7 – Параметры самоочищающейся установки

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

Определим содержание пыли и аэрозоля в кассете комплекса по формуле:

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

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, $м^3/ч$.

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

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

Заключение

В выпускной квалификационной работе в форме дипломного проекта разработана, технология и технологическая оснастка для сборки и сварки трубной обвязки.

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 трубной обвязки. В результате замены базового варианта на проектируемый, получен экономический эффект равный 241 333 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 квалиметрической 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/м^2 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. Русак О.Н., Кондрасенко В.Я. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие /Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. 431 с.

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

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

22. 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.

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

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

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

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

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