



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Оборудование и технология сварочного производства

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ УЗЛА ЦОКОЛЬНОГО ВВОДА ГАЗОПРОВОДА С ПЕРЕХОДОМ ПОЛИЭТИЛЕН/СТАЛЬ

УДК: 621.791:621.643.02

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Кривенко Г.С.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства, доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2023 г.

### Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А81  
Руководитель ВКР, к.т.н., доцент

Г.С. Кривенко  
Д.П. Ильященко



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Дата) Д.П. Ильященко  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Кривенко Григорию Сергеевичу

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ УЗЛА ЦОКОЛЬНОГО ВВОДА ГАЗОПРОВОДА С ПЕРЕХОДОМ ПОЛИЭТИЛЕН/СТАЛЬ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. №31-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий чертеж цокольного ввода газопровода.</li> <li>2. Подвод газопровода к зданиям и сооружениям.</li> <li>3. Программа выпуска 741 деталей в год.</li> </ol>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор и анализ литературы.</li> <li>2. Объект и методы исследования.</li> <li>3. Разработка технологического процесса.</li> <li>4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.</li> <li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>7. Социальная ответственность.</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Приложение А Цокольный ввод ФЮРА 000001.139.00.000 СБ 2. Приложение Б Стол сварки-сборки ФЮРА 000002.139.00.000 СБ 3. Приложение В ОТК сварки 4. Приложение Г ОТК сварки 5. Приложение Д План цеха ФЮРА 000003.139.00.000 ЛП Презентация
---	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**

Реферат

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	24.04.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Кривенко Г.С.		24.04.2023 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Оборудование и технология сварочного производства

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2023	Обзор литературы	20
25.02.2023	Объекты и методы исследования	20
25.03.2023	Расчеты и аналитика	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2023	Социальная ответственность	20

#### СОСТАВИЛ:

##### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

#### СОГЛАСОВАНО:

##### Руководитель ООП

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства, доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

#### Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Кривенко Г.С.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А81	Кривенко Григорию. Сергеевичу

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление</b>	<b>15.03.01 «Машиностроение»</b>
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих</i>	<i>Стоимость приобретаемого оборудования 693814,39 руб Фонд оплаты труда годовой 957764,73 руб Производственные расходы 1360801 руб</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Электроды</i>	<i>96786 кг 7074кг</i>
3. <i>Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений</i>	<i>общая 13% 30%</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Определение капитальных вложений</i>	
2. <i>Расчет составляющих себестоимости</i>	
3. <i>Расчет количества приведенных затрат</i>	

**Перечень графического материала:**

1. <i>Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)</i>
---

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	24.04.2023 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А81	Кривенко Г.С.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10А81	Кривенко Григорию Сергеевичу

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление</b>	<b>15.03.01 «Машиностроение»</b>
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Производится монтаж системы отопления. Система пожаротушения изготавливается из деталей материалом которых является сталь Ст2сп и 09Г2С.
---	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p>
---	---

<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> <li>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.).</li> <li>Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>		Вредные выбросы в атмосферу.
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>		Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>		
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)		Презентация

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	24.04.2023 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Кривенко Г.С.		

## Report

Final qualifying work: 142 p., 5 figures, 15 tables, 47 sources, 5 appendices, 2 liters of graphic material. Keywords: FUSION WELDING, ELECTRODE, WELDING MODES, JOINT, WELDING EQUIPMENT, TABLE, CENTRALIZER, PRISM, CLAMPS, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of the development is the assembly – welding of the gas pipeline base inlet.

The purpose of the work: development of the technology of assembly – welding of the base input of the gas pipeline DN 150mm.

In the course of the work, the study of the component parts of the product, the description of the steel grade, the choice of welding method, the determination of welding modes and welding materials, the rationing of operations, the preparation of operational technological maps, the calculation of the required amount of equipment and the determination of the number of workers were carried out.

As a result of the work, welding modes were determined, welding equipment was selected, assembly and welding operations were normalized. The coefficient of reduced costs is calculated.

Economic indicators:

- capital investments 623614.39 rubles;
- production cost 13115625.9 rubles.
- as a result of the calculations carried out, the amount of the reduced costs was determined to be 13209168.05rubles/ed. × year.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 142 с., 5 рис., 15 табл., 47 источников, 5 прил., 2 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ДУГОВАЯ, ЭЛЕКТРОД, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СТЫК, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СТОЛ, ЦЕНТРАТОР, ПРИЗМА, ЗАЖИМЫ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является сборка – сварка цокольного ввода газопровода.

Цель работы: разработка технология сборки – сварки цокольного ввода газопровода Ду 150мм.

В процессе выполнения работы проводилось изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление операционных технологических карт, расчет необходимого количество оборудования и определение численности рабочих.

В результате выполнения работ определены режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приведенных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 623614,39 руб.;
- себестоимость продукции 13115625,9 руб.
- в результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 13209168,05руб/изд. × год.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 Обзор и анализ литературы .....	10
2 Объект и методы исследования .....	12
2.1 Описание сварной конструкции.....	12
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции .....	14
2.2.1 Требования к подготовке кромок.....	14
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения.....	16
2.2.3 Требования к сварке на электро прихватках.....	18
2.2.4 Требования к сварке .....	20
2.2.5 Требования к контролю .....	22
2.3 Методы и средства проектирования.....	25
2.4 Постановка задачи.....	26
3 Разработка технологического процесса .....	27
3.1 Анализ исходных данных .....	27
3.1.1 Основные материалы .....	27
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки .....	30
3.1.3 Выбор сварочных материалов.....	31
3.2 Расчет технологических режимов .....	31
3.3 Выбор основного оборудования.....	32
3.4 Выбор оснастки.....	35
3.5 Составление схемы общей сборки. ....	36
3.6 Выбор методов контроля. ....	39
3.6.1 Оборудование применяемое при визуальном и измерительном контроле .....	40
3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля.....	41
3.6.3 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений .....	42
3.7 Разработка технической документации .....	43
3.8 Техническое нормирование операций .....	44
3.9 Материальное нормирование .....	47
3.9.1 Выбор технологических режимов .....	48
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений.....	49
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений .....	49

4.2	Расчет элементов сборочно – сварочных приспособлений .....	50
4.3	Разработка эксплуатационной документации на приспособление .....	54
5	Проектирование участка сборки – сварки .....	56
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха .....	56
5.2	Расчет основных элементов производства .....	56
5.3	Пространственное расположение производственного процесса .....	60
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	68
6.1	Финансирование проекта и маркетинг .....	68
6.2	Экономический анализ техпроцесса .....	68
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды .....	69
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления .....	69
	Lincoln electric DC-400 .....	70
6.2.1.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями .....	71
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции .....	72
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы .....	72
6.2.2.2	Определение затрат на заработную плату .....	73
6.2.2.3	Определение затрат на силовую электроэнергию .....	74
6.2.2.4	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования .....	75
6.2.2.5	Затраты на амортизацию приспособлений .....	76
6.2.2.6	Определение затрат на содержание помещения .....	76
6.3	Расчет технико-экономической эффективности .....	77
6.4	Основные технико-экономические показатели участка .....	78
7	Социальная ответственность .....	80
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	81
7.1.1	Законодательные и нормативные документы .....	82
7.2	Производственная безопасность .....	85
7.2.1	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды .....	85
7.2.2	Обеспечение требуемого освещения на участке .....	91
7.2.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .....	91
7.2.4	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов .....	94
7.3	Экологическая безопасность .....	95

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	98
Библиография .....	99
Приложение А Цокольный ввод газопровода	
Приложение Б Стол сварки - сборки	
Приложение В ОТК сварки стали	
Приложение Г ОТК сварки полиэтилена	
Приложение Д план цеха	
Презентация	

## **Обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

- КПД – коэффициент полезного действия;
- УСП – Универсальные Сборочные Приспособления;
- ПТД – производственно-техническая документация;
- ВИК – визуальный и измерительный контроль;
- СТК – служба технического контроля;
- НТД – нормативно-техническая документация;
- ПТД – проектно-техническая документация;
- ИТР – инженерно-технические работники;
- МОП – младший обслуживающий персонал;
- ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов
- ГОСТ 3242-69 – Соединения сварные. Методы контроля качества;
- ГОСТ Р ИСО 17637-2014 – Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением;
- ГОСТ 18442-80 – Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования;
- ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы»;
- ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».
- ТУ 14-1-4632-93 – Прокат листовой и полосовой термообработанный повышенного качества. Технические условия;
- СТО 9701105632-003-2021 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю;

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сварка - один из наиболее широко известных технологических процессов. К сварке относятся пайка, наплавка, напыление, склеивание и некоторые другие операции.

С помощью сварки соединяют между собой различные металлы, их сплавы, даже некоторые материалы керамические, стекло, пластмасса и материалы разнородные. Основное применение находит сварка сталей и сплавов при постройке новых металлоизделий, ремонт изделий различных, устройств и механизмов. Сваривать можно стали абсолютно любых толщин. Прочность соединения сварного в большинстве случаев не уступает, прочности основного металла.

В условиях современного производства перед конструкторами и технологами сварочного производства стоят сложные задачи создания крупных деталей и конструкций при высоких требованиях к их прочности при статических, ударных и переменных нагрузках. Для обеспечения высокого качества сварных соединений

проводятся исследования, выявляющие физико-технологические особенности формирования сварных швов и определяющие параметры процесса, позволяющие эффективно управлять процессом получения неразъемного сварного соединения.

Разрабатывается новое, более совершенное сварочное оборудование, совершенствуются корпуса арматуры сварки и методы управления качеством сварных соединений.

Использование сварки в промышленности для соединения деталей различных конструкций, имеет целый ряд преимуществ перед другими видами соединения:

1. Экономичное использование основного металла конструкции.
2. Использование сварки имеет целую линию финансовых плюсов:

уменьшение себестоимости работ вследствие уменьшения их трудоемкости, уменьшение металлоемкости, увеличение производительности труда и вследствие уменьшения сроков выполнения работ.

3. Сварка легко заменяет процесс литья и ковку, так как при помощи ее можно с легкостью изготовить и деталь любой сложной конструкции из отдельных узлов и элементов.

4. Значительное снижение стоимости всего производственного оборудования.

5. Возможность организации автоматизированного, механизированного производства различных сварных металлоконструкций.

6. Возможность использования в свариваемых конструкциях самых передовых сталей и сплавов: сталей высокопрочных, профилей облегченных, проката листового с многими слоями, легких сплавов, чистых металлов и т.п.

7. Облегчение изготовления небольших узлов и элементов.

8. Обширный диапазон применения современных сварочных инверторных аппаратов: сварка, резка.

9. Повышенные показатели прочности сварных швов.

10. Улучшение условий труда на рабочем месте.

Целью данного курсового проекта является разработка технологии сборки и сварки цокольного ввода.

Для реализации данной задачи нам необходимо решить следующие задачи:

- дать характеристику сварной конструкции;
- произвести обоснованный выбор материалов для конструкции;
- обосновать способ сварки и найти оптимальные параметры режимов сварки;
- выполнить оценку существующей технологией изготовления изделия и его конструкции;

– спроектировать план участка для сборки и сварки цокольного ввода.

## 1 Обзор и анализ литературы

При изготовлении сварной конструкции цокольного ввода используются основные конструкционные материалы с очень высокими механическими свойствами. В ходе курсовой работы были рассмотрены такие материалы, как сталь 09Г2С. Конструкционная сталь 09Г2С обладает большой способностью свои характеристики сохранять при работе как под давлением, так и в широком диапазоне температур, долговечна и устойчива к большим нагрузкам с вектором силы переменным, а также термической обработке подвергается, которая оказывает значительное влияние на механические характеристики. Сварка стали 09Г2С не очень требовательна к выбору электродов и выполняться может с применением таких методов сварки, как сварка ручная дуговая, сварка электрошлаковая, автоматическая дуговая сварка под флюсом и с защитой газовой. Сплав марки 09Г2С не имеет таких ограничений на свариваемость, и детали из данного листового проката сечением до 40 мм сваривать можно без предварительной подготовки свариваемых кромок труб.

Технологию сварки труб следует выбирать с учетом диаметра соединяемых стальных труб и толщины их стенок. В зависимости от этих параметров его можно использовать для сварки и ремонта газопроводов:

- (ММА);
- (ТИГ);
- Газовая сварка.

Выбирая процесс сварки, вы должны помнить, что каждый процесс имеет определенные специфические характеристики. Мы приводим небольшой анализ этих видов сварки.

Это одна из самых популярных технологий строительства и ремонта газопроводов. Этот метод позволяет сваривать воздуховоды, трубопроводы, металлоконструкции в различных пространственных положениях. Это самый

простой, экономичный и удобный способ сварки.

Ручная дуговая сварка позволяет добиться качественного соединения деталей труб, поскольку в соединении образуются межкристаллические соединения. Таким образом, расплавленный металл со стержня электрода и краев сварочной трубы образует единую паяльную ванну, а после кристаллизации образует сварной шов.

Профессиональная подготовка трубопровода к процессу сборки и сварки электродуговой сварки осуществляется в следующей последовательности:

Грязь, ржавчина, масло и другие загрязнения удаляются с концов соединяемых частей трубопровода. Для достижения наилучших результатов их необходимо чистить до блеска металла, особенно если они ржавеют.

С помощью специальных приспособлений или шлифовальных станков с формируют кромку кромок.

Сварные соединяемые трубы должны быть выровнены друг с другом соосно относительно друг друга.

После выравнивания необходимо приступить непосредственно к окончательной сварке соединения. Следует помнить, что при каждой остановке сварки требуется зачистка для устранения возможных дефектов в виде кратеров.

Анализируя все выше указанные материалы, в качестве основного была выбрана сталь 09Г2С. Сталь 09Г2С обладает высокими механическими свойствами, хорошей свариваемостью, и по сравнению с титаном и алюминием более низкой себестоимостью.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Описание сварной конструкции

Объектом исследования является разработка технологии сборки и сварки цокольного узла ввода газопровода.

В местах перехода газопровода подземного в положение надземное (далее именуемый выходом) и в местах выходов этих непосредственно из строения (далее входом именуемый в подвал) соединение полиэтиленового газопровода со стальным газопроводом, осуществляется может быть как на горизонтальном, так и в вертикальном участке газопровода.

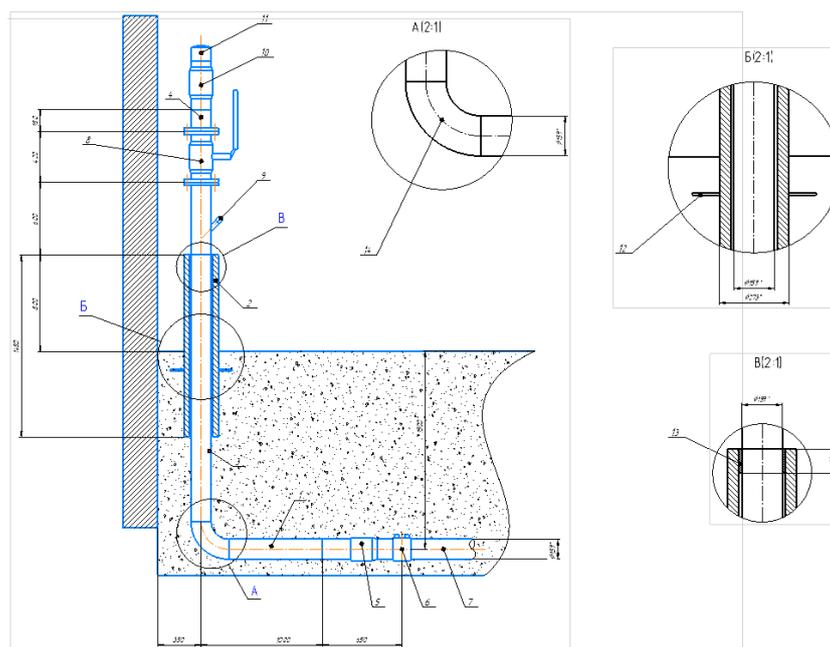


Рисунок 1 – Общий вид ввода

Для экономической выгоды конструкционная сталь 09Г2С используется в качестве основного материала для сварки данной конструкции.

Трубопроводы магистрали системы сбора и подготовки газа предназначены для транспортировки продукции, а также для перемещения ее в технологических установках, а трубопроводы системы ППД.

Трубы для производства работ следует выбирать в соответствии с

требованиями: СНиП 2.05.06-85 - Магистральные трубопроводы, Инструкции по применению стальных труб в газовой промышленности, специальных рекомендаций головной научно-исследовательской организации - ВНИИГАЗа.

Применяемые газовые трубы должны иметь сертификаты завода-изготовителя, где указываются : технических номер условий (ТУ); диаметр и толщины стенок; марка стали; механические свойства металла основного и соединения сварного; химический состав у стали; номер партии, номер плавки, номер трубы; величина заводского давления при гидроиспытании; завод-изготовитель труб и завод-изготовитель основного металла.

В металле не допускается наличие плен, трещин, рванин, а также расслоений видимых.

Царапины, риски, задиры на газовых трубах и деталях трубопроводов глубиной выше 0,3 мм, но не более 7% от толщины стенки шлифованием устраняют, при этом толщина стенки не должна быть выведена за предел минусового допуска согласно ТУ.

Не допускается повторное использование труб, находившихся ранее в эксплуатации, для изготовления колец переходных, деталей соединительных, при монтаже переходов, газопроводов участков категории "В", I, II .

Допускается повторное применение газовых труб, находившихся ранее в использовании, на газопроводах участках категорий III и IV . При этом газовая труба иметь должна: сертификат от завода-изготовителя; акт вырезки трубы с подтверждением: номера труб участка газопровода, дата вырезки, максимального давления рабочего при эксплуатации этих труб.

Трубы для сварки проектируемого участка газотрубопровода выбраны в соответствии с требованиями СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы», ГОСТ 3262-75 «Трубы стальные водогазопроводные».

Сварка и сборка согласно ГОСТ 16037-80 «Соединения сварные стальных трубопроводов».

## **2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции**

### **2.2.1 Требования к подготовке кромок**

Технические требования в виде специальных условий составляются, которые предъявляются затем к деталям и заготовкам.

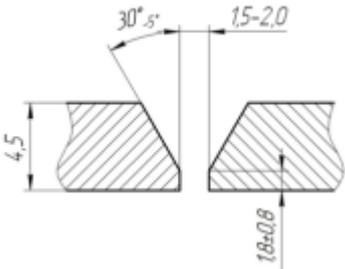
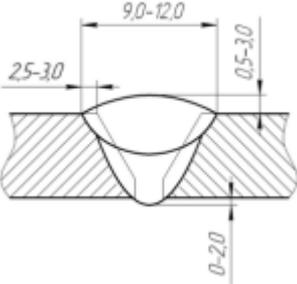
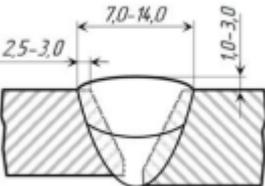
Основными требованиями предъявляют к качеству, чистоте свариваемой поверхности, дефектам допустимым, транспортировке и хранению основного свариваемого материала.

Сварные соединения узлов ответственных выполняют и испытывают в соответствии по сварке газопроводов с рабочим давлением до 9,0 МПа включительно СТО ГАЗПРОМ 2-2.2-115-2007 и РД 558-97 «Руководящий документ по технологии сварки труб на газопроводах Общие технические условия».

При сборке стыков газовых труб обязательны следующие операции:

- очистка поверхности трубы наружной и внутренней от загрязнения;
- проверка наличия расслоений на кромках труб;
- проверка наличия дефектов на трубах и их ликвидация;
- зачистка до металлического блеска кромок и прилегающих к ним поверхностей (внутренней и наружной) на ширину не менее 10 мм;
- после газовой и плазменной резки зачистка свариваемых кромок шлифмашинкой или торцевыми фрезерными машинками.

Таблица (2.1) -Виды сварных соединений при ручной сварке согласно ГОСТ16037-80

Позиция	Тип разделки кромок, вид сварного соединения	Характеристика
1	2	3
а)		Разделка кромок труб H = 4,5 - 5 мм " V "- образная.
б)		Соединение газовых труб H = 4,5 мм.
в)		Соединение газовых труб при разнотолщинности H = 4,5 – 5 мм.

Перед началом всех монтажных и сварочных работ нужно убедиться, что используемые трубных деталей и детали трубопровода имеют все сертификаты качества и проекту соответствуют, условиям техническим на их поставку. Трубы и их детали пройти входной контроль должны согласно требованиям стандартов соответствующих и спецификаций на трубы.

Концы труб и соединительных деталей должны иметь форму и размеры скошенных кромок, соответствующие используемым процессам сварки. Если они не совпадают, допускается механическая обработка кромок. Для труб малого диаметра (до 520 мм) используются фаско-труборезы и

шлифовальные машины. Для больших диаметров используются орбитальные фрезерные станки, станки для гидроабразивной резки и шлифования. В некоторых случаях, при вставке рулонов или выполнении перетоков, допускается использовать термические методы подготовки кромок [3]. В процессе подготовки к сварке нужно:

- внутреннюю полость труб очистить и участков трубопровода от грязи, снега, загрязнений, а также очистить края механически и внутренние прилегающие и наружные поверхности труб, деталей трубопровода, запорной арматуры не менее 15 мм шириной до блеска металлического;

- осмотрите концы труб (змеевики переходные, кольца переходные) и запорную арматуру. Внутренняя поверхность задвижек и обратных клапанов перед началом работ должна быть защищена от грязи, брызг металла, окалины, шлака и других предметов в соответствии с рекомендациями производителя. Для этой цели также можно использовать резиновые коврики, инвентарные заглушки и прокладки из огнеупорной ткани и пластмасс;

- осмотрите поверхности кромок свариваемых элементов. Устраните царапины, риски, потертости глубиной до 5% от стандартной толщины стенки, но не более минус допуски на толщину стенки, указанные в соответствующих нормативных документах, путем шлифования на внешней поверхности неизолированных концов труб или переходных колец.

### **2.2.2 Требования к сборке сварного соединения**

Методы сборки трубопроводов свариваемых обеспечивать должны точное расположение всех соединительных узлов и доступ свободный к выполнению сварных швов в последовательности, указанной согласно технологических карт.

Во время сборки запрещается любая корректировка концов труб при

ударе.

Подготовительные и монтажно-сварочные операции должны выполняться в соответствии с эксплуатационными технологическими картами, указания которых должны быть подтверждены результатами производственной сертификации технологии сварки.

Перед сборкой труб (деталей) необходимо убедиться, что используемые трубы имеют сертификат качества и соответствуют проекту и техническим условиям их поставки. Перед началом основных монтажных и сварочных работ необходимо очистить внутреннюю полость труб от возможных загрязнений и провести визуальный осмотр труб. Концы труб с дефектами поверхности, а также вмятины любой глубины должны быть обрезаны. После вырезания участка с недопустимыми дефектами необходимо выполнить прилегающий к торцу узкий участок шириной не менее 40 мм по всему периметру трубы для выявления возможных расслоений; если в процессе ультразвука обнаружено наличие расслоений, трубу необходимо разрезать на расстоянии не менее 300 мм от торца и проводится ультразвуковой контроль.

В соответствии с правилами ОСТ 92-8828-76 [13] и РД 558-97 к руководству сборкой допущены должны быть инженерно-технические работники (технологи, бригадиры, инженеры ОТК), изучившие требования данного стандарта, чертежи, технологические карты и другую тех.документацию, используемую на предприятии для производства, контроля и приемки сварных соединений и сборок, а также сертифицированы в соответствии с "квалификационным справочником сотрудников".

Направление и выполнение работ по контролю сварных швов неразрушающими методами и оценка качества результатов контроля должны быть санкционированы ITR и дефектоскопами, которые соответствуют квалификационным требованиям TST и прошли сертификацию.

Комиссия по сертификации ITR и дефектоскопии должна быть назначена приказом руководителя сварочной компании.

Он состоит из:

- главный инженер компании-президент;
- главные технические специалисты (главный сварщик, главный технолог, главный металлург) - вице-президенты;
- инженер по технике безопасности или ответственный за радиологическую безопасность - член комиссии;
- представитель клиента (по его согласию) - член комиссии;
- представитель отдела технической подготовки является секретарем комиссии.

Сертификация работников ITR и внебиржевого производства должна проводиться не реже одного раза в три года, а также в случае перехода на работу с новыми материалами. Сертификация дефектоскопов и ITR, проводящие оценку качества, должны проводиться не реже одного раза в год, а также в случае перерыва в работе более чем на 6 месяцев.

Допускаются монтажники, которые изучили требования настоящего стандарта и прошли квалификацию в соответствии с требованиями НАКС к работе и профессиям рабочих.

Сварщики, прошедшие теоретическую подготовку и практические занятия, прошедшие испытания в соответствии с требованиями ОСТ 92-1107-79 с "правилами сертификации сварщиков" Государственного департамента, в зависимости от назначения изделия и имеющие сертификат на право выполнения важных работ, а так же допускаются сварочные аппараты для сварки и материалы.

### **2.2.3 Требования к сварке на электро прихватках**

Прихватки в сварке помогают точно зафиксировать расположение деталей в сварной конструкции относительно друг друга. Сварочные прихватки в данном случае – это короткие сварные швы, расположенные в

соответствии с существующими нормами и правилами.

Использование прихваток помогает избежать смещения деталей сварной конструкции во время ведения процесса сварки, уменьшить зазоры между отдельными деталями, снизить остаточные деформации и одновременно с этим увеличить жесткость всего сварного узла.

Так как именно от того, насколько правильно выполнены прихватки в сварке, зависит удобство дальнейшей работы со сварной конструкцией, а следовательно, и ее качество. К этой операции предъявляются определенные требования, соблюдение которых строго обязательно. Рассмотрим требования, предъявляемые к прихваткам:

Очень внимательно следует относиться к электродам, с помощью которых выполняются прихватки. Эти электроды должны быть той же марки, что и электроды, которые в дальнейшем будут применяться для сварочных работ. Если дальнейшая сварка будет производиться с помощью сварочной проволоки автоматическим методом, то тип выбранного для прихваток электрода должен полностью соответствовать типу проволоки.

Длина прихваток не должна превышать 20 мм, а их толщина должна быть в половину меньше толщины будущего сварного шва.

Большое значение в данной операции имеет и сварной ток. Необходимо правильно выбрать его значение, исходя из значения сварного тока при дальнейшей сварке конструкции. Прихватки должны обеспечить надежный и полный провар тех мест, в которых они накладываются, поэтому и сварочный ток здесь выбирается примерно на 20% выше, чем сварочный ток при дальнейшей сварке.

Расположение прихваток выбирается, исходя из того, в каких местах сварного узла или конструкции ожидается наибольшее внутреннее напряжение и возможна деформация – именно в этих местах должны размещаться прихватки. Кроме того, прихватки не должны располагаться в местах пересечения сварных швов. Если в дальнейшем предполагается автоматическая сварка, то прихватки следует расположить с

противоположной первому проходу стороны. Правда, иногда по техническим условиям требуется, чтобы прихватки накладывались как раз со стороны первого прохода – в этом случае при дальнейшей сварке необходимо учитывать наличие прихваток.

Особое внимание перед тем, как начинать основную сварку, следует уделять внешнему виду прихваток – их необходимо полностью очистить от шлаков и застывших брызг металла, то есть, место, где расположены прихватки, должно быть по возможности максимально ровным. А те прихватки, которые имеют какие-то внешние дефекты – например, трещины или крупные шлаковые включения, должны быть удалены механическим способом.

#### **2.2.4 Требования к сварке**

Сварка трубопровода должна выполняться в соответствии с заранее проектированным и контролируемым технологическим процессом, который обеспечивать должен все необходимые геометрические размеры а также механические свойства сварных швов.

Сварочные работы должны выполняться в соответствии с предварительно разработанной Технологической картой. В Технологической карте должны быть отражены основные технологические требования и режимы сварки.

Технологическая карта составляется на основе требований настоящего РД 558-97, ВСН 006-89 лицом, ответственным за сварку, и утверждается главным инженером предприятия или главным инженером подразделения, эксплуатирующего данный участок газопровода

Ручная сварка электродуговая выполняться должна электросварщиками, имеющими нужные свидетельства и удостоверения, выданные им согласно соответствия с действующими Правилами сертификации сварщиков.

Ручная дуговая сварка должна выполняться сварщиками, прошедшими специальную подготовку и сертификацию. Сварщики должны проходить испытания на рабочем месте в условиях, идентичных свариваемым конструкциям.

При использовании металлопроката, не подлежащего консервации, перед сборкой необходимо очистить оплавленные поверхности и прилегающие металлические зоны шириной не менее 20 мм.

Если на конструкциях есть ржавчина, грязь и т.д., очистку необходимо повторить непосредственно перед сваркой. Чистящие средства не должны оставаться в зазорах между деталями, собираемыми для сварки.

Сварку трубной конструкции следует проводить после проверки правильности сборки и качественной подготовки кромок.

Участки шовного слоя с порами, пустотами и трещинами необходимо удалить перед нанесением следующего слоя.

В процессе сварки с вынужденным перерывом в работе сварку можно возобновить после очистки торцевой части шва длиной 50 мм и кратера от шлака - эта часть и кратер должны быть полностью покрыты швом.

Свариваемые детали металлоконструкций и рабочее место сварщика должны быть защищены от дождя, снега, сильного ветра и сквозняков.

Придание угловым швам вогнутого профиля и плавного перехода к основному металлу, а также выполнение стыковых соединений без усиления, если это допускается чертежами СМР, следует как правило осуществлять путем выбора режима сварки и соответствующего расположения свариваемых деталей. Механическая обработка швов для придания им желаемой формы осуществляется способами, которые не оставляют зазубрин, подрезов и других дефектов на поверхности.

Места крепления барж после газовой резки следует очищать механически до тех пор, пока не исчезнут следы газовой резки. Запрещается зажигать дугу и доводить кратер до основного металла конструкции вне мест шва.

## 2.2.5 Требования к контролю

Согласно РД 03-606-03 визуальный и измерительный контроль цокольного ввода проводят на следующих стадиях: входного контроля; изготовления деталей, сборочных единиц и изделий; подготовки деталей и сборочных единиц к сборке; подготовки деталей и сборочных единиц к сварке; сборки деталей и сборочных единиц под сварку; процесса сварки; контроля готовых сварных соединений и наплавов; исправления дефектных участков в материале и сварных соединениях (наплавках); оценки состояния материала и сварных соединений в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений, в том числе по истечении установленного срока их эксплуатации.

Визуальный и измерительный контроль материалов на стадии входного контроля выполняют при поступлении материала (полуфабрикатов, заготовок, деталей) в организацию с целью подтверждения его соответствия требованиям стандартов, технических условий (далее - ТУ), конструкторской документации и Правил.

Визуальный и измерительный контроль следует проводить всех доступных для этого поверхностей полуфабрикатов, заготовок, деталей, сборочных единиц, изделий.

Визуальный и измерительный контроль проводят невооруженным глазом и (или) с применением визуально-оптических приборов до 20-кратного увеличения (луп, микроскопов, эндоскопов, зеркал и др.). При контроле материала и сварных соединений (наплавов) при изготовлении (строительстве, монтаже, ремонте и реконструкции) технических устройств и сооружений используют лупы с 2 - 7-кратным увеличением, а при оценке состояния технических устройств и сооружений в процессе их эксплуатации - лупы до 20-кратного увеличения.

Визуальный и измерительный контроль выполняют до проведения контроля материалов и сварных соединений (наплавов) другими методами

неразрушающего контроля, а также после устранения дефектов. 3.16. Поверхности материалов и сварных соединений (наплавки) перед контролем очищаются от влаги, шлака, брызг металла, ржавчины и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

Измерения проводят после визуального контроля или одновременно с ним. Измерения деталей, подготовленных под сварку, проводятся до их сборки.

Визуальный и измерительный контроль материалов, сварных соединений (наплавки), подлежащих термической обработке, производят до и после указанной операции. Если контролируемая деталь, конструкция или узел подлежат полной термической обработке (нормализации или закалке с последующим отпуском), контроль проводят после ее выполнения.

При визуальном и измерительном контроле применяют: лупы, в том числе измерительные; линейки измерительные металлические; угольники поверочные 90° лекальные; штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры; щупы; угломеры с нониусом; стенкомеры и толщиномеры индикаторные; микрометры; нутромеры.

Визуальный и измерительный контроль при техническом диагностировании (освидетельствовании) трубопровода цокольного ввода, следует проводить после прекращения работы указанного оборудования, сброса давления, охлаждения, дренажа, отключения от другого оборудования, если иное не предусмотрено действующей ПТД. При необходимости внутренние устройства должны быть удалены, изоляционное покрытие и обмуровка, препятствующие контролю технического состояния материала и сварных соединений, частично или полностью сняты в местах, указанных в Программе технического диагностирования (освидетельствования).

При УЗК сварных соединений цокольного ввода применяют методы отраженного излучения и прошедшего излучения по ГОСТ 18353, а также их сочетания, реализуемые способами (вариантами методов), схемами

прозвучивания, регламентированными настоящим стандартом.

Радиографический контроль согласно ГОСТ 7512-82 применяют для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых, окисных и других включений. Радиографический контроль применяют также для выявления прожогов, подрезов, оценки величины выпуклости и вогнутости корня шва, недопустимых для внешнего осмотра.

Радиографический контроль следует проводить после устранения обнаруженных при внешнем осмотре сварного соединения наружных дефектов и зачистки его от неровностей, шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений, изображения которых на снимке могут помешать расшифровке снимка.

После зачистки сварного соединения и устранения наружных дефектов должна быть произведена разметка сварного соединения на участки и маркировка.

При контроле кольцевых сварных соединений цилиндрических и сферических пустотелых изделий следует, как правило, использовать схемы просвечивания через одну стенку изделия) участков.

Для уменьшения разности оптических плотностей различных участков снимка при контроле сварных соединений с большим перепадом толщин, а также в случае, когда контролируемое сварное соединение не обеспечивает защиту радиографической пленки от воздействия прямого излучения (например при контроле торцевых швов вварки труб в трубные решетки, при контроле наплавки кромок под сварку и т.п.), контроль следует проводить с использованием приставок-компенсаторов.

Расстояние от источника излучения до ближайшей к источнику поверхности контролируемого участка сварного соединения (при просвечивании сварных соединений цилиндрических и сферических пустотелых изделий через две стенки - до близлежащей к источнику поверхности контролируемого сварного соединения) и размеры или количество контролируемых за одну экспозицию участков для всех схем

просвечивания (за исключением схемы черт.5е) следует выбирать такими, чтобы при просвечивании выполнялись следующие требования:

– геометрическая нерезкость изображений дефектов на снимках при расположении пленки вплотную к контролируемому сварному соединению не должна превышать половины требуемой чувствительности контроля при чувствительности до 2 мм и 1 мм - при чувствительности более 2 мм;

– относительное увеличение размеров изображений дефектов, расположенных со стороны источника излучения (по отношению к дефектам, расположенным со стороны пленки), не должно превышать 1,25;

– угол между направлением излучения и нормалью к пленке в пределах контролируемого за одну экспозицию участка сварного соединения не должен превышать  $45^\circ$ ;

– уменьшение оптической плотности изображения сварного соединения на любом участке этого изображения по отношению к оптической плотности в месте установки проволочного эталона чувствительности или по отношению к оптической плотности изображения канавочного или пластинчатого эталона чувствительности не должно превышать 1,0.

### **2.3 Методы и средства проектирования**

При выполнении курсовой работы были реализованы такие методы, как:

1. Обзор литературы;
2. Разработка технологического процесса;
3. Расчет технологических режимов;
4. Конструирование сборочно – сварочных приспособлений;
5. Проектирование участка сборки – сварки цокольного отвода.

## 2.4 Постановка задачи

Целью курсовой работы является:

Разработка технологии сборки и сварки узла ввода основания газопровода.

Для достижения этой цели решается ряд задач:

- а) выбор эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- б) расчет режимов сварки и выбор оборудования;
- в) техническое регулирование операций, определение требуемого состава всех необходимых элементов производства;

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечивать качество, технологичность и экономическую эффективность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

## 3 Разработка технологического процесса

### 3.1 Анализ исходных данных

#### 3.1.1 Основные материалы

Производимый продукт представляет собой входное отверстие наземного газопровода.

Основным материалом является сталь 09Г2С, ее химический состав и механические свойства представлены в таблице 2 и таблице 3 соответственно.

Таблица (3.1) – Химический состав стали 09Г2С, % [9]

Химически элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
Содержание	до 0,12	0,5- 0,8	1,3- 1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0, 3	до 0,008	до 0,3	до 0,0 8

Таблица (3.2) – Механические свойства стали 09Г2С при T=20<sup>0</sup>С [9]

ГОСТ ГОСТ 19281-89	Состояние поставки	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %
	Сортовой и фасонный прокат	345	490	21

Главным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из их физической сущности, процессов сварки и отношения металлов к ним.

Согласно ГОСТ 26001-84, свариваемость - это свойство или комбинация свойств металлов образовывать неразрывное соединение при

установленной технологии сварки, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

По свариваемости все стали на четыре группы делятся: хорошо свариваемые стали, удовлетворительно свариваемые стали, с ограниченной свариваемостью или плохо свариваемые стали.

Одним из основных видов испытаний механических испытания стандартных образцов являются на растяжение и динамические испытания для расчета ударной вязкости или ударной нагрузки. Во время испытаний на растяжение определяются предел текучести, относительное удлинение и временное сопротивление разрыву.

Свариваемость стали по ее влиянию на состав и свойства металла шва, а также по ее стойкости к образованию холодных трещин можно приблизительно оценить на основе химического состава стали, ее стойкость к образованию холодных трещин во время сварки обычно выражается эквивалентом углерода.

Определим свариваемость стали 09Г2С по эквивалентному содержанию углерода  $S_{эkv}$ , согласно формуле:

$$S_{эkv} = C + Mn \div 6 + (Cr + Mo + V) \div 5 + (Ni + Cu) \div 15 \quad (3.1)$$

где  $C$  – содержание углерода, %;

$Mn, Cr, \dots$  - содержание легирующих элементов, %.

$$S_{эkv} = 0,12 + 1,5/6 + 0,3/5 + 0,6/15 = 0,436$$

Свариваемость I группы - сварка без ограничений, в широком диапазоне режимов сварки, независимо от толщины металла, жесткости конструкции, температуры окружающей среды.

Согласно ТУ КЗВ [11], качество металла, поставляемого для изготовления сварных изделий и узлов, и его соответствие требованиям стандартов и технических условий должны быть подтверждены сертификатами, выданными в установленном порядке.

По требованию представителей авторского надзора или представителя заказчика производитель обязан провести химические анализы и испытания механических свойств поставляемого материала, независимо от наличия сертификатов, в порядке выборочного контроля.

Материалы, приобретенные у лиц, которые не являются производителями этих материалов, при отсутствии сертификатов производителя подлежат обязательному контролю химического состава, свойств и структуры.

Контроль качества материалов, выбор метода отбора проб (объектов) для тестирования, правила приемки, упаковки и маркировки должны выполняться в соответствии с инструкциями, стандартами или технологическими документами производителя.

Входной контроль материалов, предназначенных для изготовления деталей и сборочных единиц, где чертежи предусматривают дефектоскопию, является обязательным независимо от сертификата, при этом необходимо проверять механические свойства материала, включая ударную вязкость при минус 40°.

Для деталей, чертежи которых определяют тип и размеры прокатываемых заготовок, допускается использование заготовок другого типа и размера при механической обработке, при этом значение параметра Ra не должно превышать 12,5 мкм. Не допускается использовать прокат с поперечным сечением, превышающим более чем на 40% то, что указано на чертеже.

Следующие замены материалов разрешены без дополнительного разрешения:

- замена длинномерного, фасонного, толстолистового проката на длинномерный, листовой, сортовой прокат категорий, регулирующих более жесткие условия испытаний, из стали аналогичного размера и качества и аналогичного или более высокого класса прочности, а также прокат более

высокого класса прочности с аналогичными размерами, категории, марки стали;

– замена длинномерного профилированного листа на длинномерный профилированный лист других категорий с дополнительным испытанием на удар в соответствии с заказанной категорией согласно стандарту или чертежу;

Материалы, прошедшие термическую обработку, проверяются на соответствие техническим требованиям чертежа, по результатам проверки выдается документ, форма которого разрабатывается производителем и согласовывается с представителем заказчика в процессе производства перед сборкой.

### **3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки**

Согласно инструкции инструкций на механизированную и автоматическую сварку кольцевых неповоротных, толщина стенки менее 5 мм варится ручной дуговой сваркой. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что преимуществами ручной дуговой сварки являются:

1. Простота и мобильность способа сварки;
2. Наличие широкого ассортимента электродов;
3. Низкая стоимость сварки.
4. Недостатки:
5. Низкая производительность сварки,  $q_H = \leq 3$  кг/ч;
6. Низкое качество металла шва;
7. Некрасивые швы.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

Выбираем электроды для ответственных конструкций - качественные, для сварки низкоуглеродистой стали по рекомендации. Выбираем тип электрода Э50А УОНИИ 13/55 с основным покрытием  $a=10,5\text{г/А}\cdot\text{час}$

Расход электродов на 1 кг наплавленного металла - 1,5кг

Типичный химический состав наплавленного металла марки сварочных электродов УОНИ 13/55, % представлен в таблице 4.

Таблица (3.3) – Химический состав металла наплавленного электродов сварочных марки УОНИ 13/55 [6]

C	Mn	Si	S	P
0,09	0,83	0,42	0,022	0,024

### 3.2 Расчет технологических режимов

Режим сварки - это набор ряда параметров процесса сварки, которые обеспечивают стабильное горение дуги и получение сварных швов заданного размера и качества. Режим сварки Gorenje - это набор параметров процесса сварки, которые обеспечивают стабильное горение дуги и получение сварных швов заданного размера и качества.

Поскольку покрытие электрода является основным, сила сварочного тока будет рассчитываться по формуле (10);

где  $K_p$  - коэффициент, учитывающий положение сварки. В нашем случае  $K_p=1$ , так как мы выполняем сварку в нижнем положении.

$$I_{св.к} = (30 \div 40) \cdot dэ \cdot Kn \quad (3.2)$$

$$I_{св.к} = (30 \div 40) \cdot 4 \cdot 1 = (120 \dots 160)$$

Примем 120А

Рассчитывается напряжение по формуле:

$$D_{\text{осн}} = 12 + 0,4 \times I_{\text{св}} \div d_{\text{эл}} \quad (3.3)$$

$$U = 12 + 0,4 \times 120 \div 4 = 24В$$

Напряжение РДС не регулируется, но длина дуги напрямую связана с ним. То есть, чем выше напряжение, тем больше длина дуги.

### 3.3 Выбор основного оборудования

Сварочный аппарат Трасса-М предназначен для сварки полиэтиленовых труб при помощи фитингов с закладными нагревателями. Рекомендован строительным и обслуживающим организациям для монтажа новых и реконструкции старых полиэтиленовых трубопроводов, а также незаменим при ремонте аварийных участков труб.



Рисунок 2 - Общий вид аппарата Трасса-М

Аппарат сварочный для полиэтиленовых труб ТРАССА М,

предназначен для монтажа трубопроводов из полиэтиленовых труб с помощью соединительных деталей с ЗН сетей газораспределения и газопотребления, водоснабжения, водоотведения и технологических трубопроводов, транспортирующих горючие газы, воду, жидкости и газообразные вещества. Аппарат имеет промышленное назначение. Аппарат имеет два исполнения: - исполнение 01 – аппарат без обратного отслеживания; - исполнение 02 – аппарат с обратным отслеживанием. Функция обратного отслеживания (далее – ОО) отражена в требованиях стандартов на трубопроводные сети газораспределения, в которых рассчитывается порядок кодирования системы данных об элементах, методах сборки и операциях сварки для полиэтиленовых трубопроводных сетей, в частности, ГОСТ Р ИСО 12176-2, ГОСТ Р ИСО 12176-3, ГОСТ Р ИСО 12176-4.

Технические характеристики:

1. Напряжение питающей сети 187 – 242 В
2. Частота питающей сети 45 – 65 Гц
3. Выходное напряжение постоянного тока 14-48 В
4. Максимальный выходной ток при выходном напряжении 48В 60 А
5. Потребляемая мощность при выходном токе, не более 3,5 кВА
6. Рабочий диапазон температуры окружающего воздуха -10...+45 °С
7. Диапазон задания времени цикла сварки 1 – 5940 с
8. Дискретность задания времени цикла сварки 1 с
9. Коэффициент полезного действия, КПД 0,8
10. Длина кабеля для подключения к сети, не менее 3 м
11. Длина сварочных кабелей, не менее 2,5 м
12. Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254 IP54
13. Габаритные размеры (высота, ширина, глубина), 420x325x155 мм
14. Масса аппарата, не более 14,5 кг

Сварочный источник питания Idealarc DC-400 представляет из себя трехфазный трансформатор-выпрямитель с тиристорным управлением,

обеспечиваемым одним потенциометром плавной регулировки выходной мощностью во всем ее диапазоне.



Рисунок 3 - Общий вид аппарата DC-400

Модель DC-400 предназначена для использования во всех видах сварки открытой дугой, включая сварку порошковой проволокой с внутренним покрытием, сварку сплошной проволокой в защитном газе во всех режимах, рекомендованных для нее в диапазоне выходной мощности устройства. DC-400 также может использоваться для сварки покрытыми ручным способом, аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом и для воздушной строжки угольными электродами диаметром до 5/16 дюймов (8 мм). Переключатель процесса имеет три положения, соответствующие трем группам сварочных процессов:

- 1) CV FCAW, GMAW (жесткая вольт-амперная характеристика, сварка порошковой проволокой и сварка сплошной проволокой в защитном газе);
- 2) CV дуга под флюсом (жесткая характеристика, сварка под флюсом);
- 3) CC Stick, TIG (падающая вольт-амперная характеристика), сварка штучными электродами и аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом.

### 3.4 Выбор оснастки

Существует широкий выбор основных вспомогательных инструментов для проведения сварочных работ. В то же время тип сварочных инструментов зависит от конструкции свариваемого элемента, способа производства и характера самого термического процесса.

Общие требования к монтажному и сварочному оборудованию:

- Точное пространственное размещение сварных деталей, в том числе для многокомпонентных сборок, без ручной регулировки;
- Легкий доступ ко всем местам для перчаток, зачистки проволоки и основных сварных швов;
- Сборка в соответствии с допусками, установленными при проектировании конструкции
- документация (чертежи, технические характеристики);
- Соответствие требуемым размерам соединяемых изделий
- Оптимальный порядок сборки, высокая производительность и приемлемое качество накладываемых швов.
- Обязательная безопасность использования, в том числе в чрезвычайных ситуациях – демонтаж агрегата, выход из строя предохранительных устройств [16].
- Для сборки и последующей стыковой сварки необходимо разработать сборочно-сварочное устройство, отвечающее следующим требованиям, поскольку это структурно сложный объект:
  - Усилие сжатия, необходимое для уменьшения деформации сварного шва во время сварки;
  - Соответствие требуемым монтажным размерам монтажного блока;
  - Монтажно-сварочное устройство должно обеспечивать удобное положение для сварки.

– В качестве зажимных держателей используются винтовые зажимы. Эти зажимы имеют простую конструкцию, обладают высокой прочностью и надежностью, а также достаточным усилием зажима.

### **3.5 Составление схемы общей сборки.**

При изготовлении сборочной единицы, содержащего определенное численность деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливаются монтажные единицы измерения. Затем осуществляется полная сборка изделия из сборочных единиц.

Производственный процесс филиала состоит из сборки, комплектующих, сборочных, сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций.

Сборка должна обеспечивать точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

Сварка является одной из основных операций при изготовлении сварного изделия. Это делается в соответствии с технической документацией и спецификациями на сварку.

Качество сварочного изделия зависит от ряда факторов: правильного выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного расположения швов, квалификации сварщика и многих других.

#### **1. Очистка**

Внутреннюю и наружную поверхности труб очистить от земли, снега, льда и других загрязнений. Оборудование и инструмент. Скребок, щетка.

#### **2. Подготовка кромок**

Осмотреть поверхность и кромки труб. Царапины, риски, задиры на теле трубы глубиной до 0,25 мм устранить шлифованием, при этом толщина стенки не должна быть выведена за пределы минусового допуска (до

остаточной толщины не менее 4,2 мм). Забоины и задиры фасок глубиной до 5,0 мм ремонтировать электродами с основным видом покрытия типа Э50А по ГОСТ 9467-75 Ø 2,5 мм с предварительным подогревом до +100°С ...+150°С. Зачистить отремонтированные поверхности кромок труб шлифованием, при этом должна быть восстановлена заводская разделка кромок, а толщина стенки трубы не должна быть выведена за пределы минусового допуска. Плавные вмятины глубиной до 5,6 мм (3,5% наружного диаметра трубы) на концах труб выправить безударным разжимным устройством (расширителем, домкратом). Зачистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 10 мм. Оборудование и инструмент. Шаблон сварщика УШС-3, линейка, штангенциркуль, шлифмашинка, сварочный источник, домкрат (расширитель), газовая горелка, контактный термометр (пирометр), защитные очки.

### 3.Подогрев

Произвести предварительный подогрев или просушку торцов труб и прилегающих к ним участков до температуры, указанной в разделе «Предварительный подогрев». Контроль температуры подогрева производить в 4-х точках равноудаленных по периметру стыкового соединения на расстоянии от 5 до 10 мм от торца изделий. Места замера температуры контактным термометром предварительно зачистить металлической щеткой. Оборудование и инструмент . Газовая горелка, контактный термометр, пирометр, металлическая щетка.

### 4.Сборка

Сборку осуществлять на наружном центраторе с зазором 1,5-2,0 мм с применением прихваток. При сборке швы заводские смещать следует друг друга относительно не менее, чем на 100 мм. Продольные швы располагать рекомендуется в верхней половине периметра труб свариваемых. Величина смещения у кромок превышать 1,4 мм не должна. Прихватки располагать надо равномерно по периметру стыка через каждые 50-100 мм, длина

эл.прихваток не менее 30 - 40 мм, высота прихватки не менее 2 мм. Для обеспечения о требуемого зазора или соосности у труб натягивать трубы не рекомендуется, изгибать их также механизмами силовыми или нагревать за пределы зоны стыка сварного. Зачистить прихватки и прорезать их начало и конец. Перемещать центратор допускается только после сварки не менее 50% периметра стыка корневым слоем шва. Оборудование и инструмент. Наружный центратор, шаблон сварщика УШС-3, линейка, сварочный пост, шлиф.машинка, металлическая щётка, термопены.

### 5.Сварка

Произвести последовательно сварку корневого и облицовочного слоёв шва на подъем. Сварку первого (корневого) слоя выполнять обратноступенчатым способом противоположными участкам, при этом длина каждого участка должна составлять  $\frac{1}{4}$  периметра стыка. Облицовочный слой выполнять по противоположным полупериметрам. По завершении каждого прохода производить тщательную послойную зачистку от шлака и брызг. В процессе сварки соединения производить послойный визуальный контроль. Каждый слой не должен иметь трещин и выходящих на поверхность пор и шлаковых включений. Выявленные дефекты (кроме трещин) удалять вышлифовкой абразивным кругом с повторной заваркой.

На каждый сварной стык краской нанести клеймо сварщика на расстоянии 50-100 мм от стыка со стороны, доступной для осмотра. Оборудование и инструмент. сварочный пост, шлиф.машинка, термопены, металлическая щётка, защитные очки, зубило, молоток, шаблон сварщика УШС-3, маркер.

### 6.Контроль

Неразрушающий контроль сварных швов в объеме, предусмотренном требованиями СП 62.13330.2011\*. При послойном и окончательном контроле трещины, подрезы, газовые поры величиной более 0,5 мм не допускаются. Оценку качества сварных соединений производить в соответствии с

требованиями СП 42-102-2004, СП 62.13330.2011\*. Оборудование и материалы для проведения неразрушающего контроля.

СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы», СП 42-102-2004 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб».

### **3.6 Выбор методов контроля.**

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ.

Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность цокольного ввода в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалины, грязи, краски, масла, влаги, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля (на контролируемых поверхностях допускается наличие цветов побежалости, в случаях, когда это оговорено в производственно-технической документации (ПТД)). Зона зачистки должна определяться НД на вид работ или на изготовление изделия. При отсутствии требований в НД зона зачистки деталей и сварных швов должна составлять при зачистке кромок деталей угловых соединений труб зачистке подлежат поверхность вокруг отверстия в основной трубе на расстоянии 15-20 мм, поверхность отверстия под ввариваемую деталь - на всю глубину и поверхность привариваемой трубы на расстоянии не менее 20 мм от кромки разделки.

При подготовке деталей под сварку необходимо контролировать:

– наличие маркировки и (или) документации, подтверждающей приемку полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц и изделий при входном контроле;

- наличие маркировки изготовителя материала на деталях, подготовленных под сварку;
- наличие удаления механическим путем зоны термического влияния в месте термической (огневой) резки заготовок (необходимость должна быть указана в конструкторской или технологической документации);
- геометрическую форму обработанных кромок, в том числе при подготовке деталей с различной номинальной толщиной стенки;
- геометрическую форму обработанных внутренних поверхностей кольцевых деталей;
- чистоту (отсутствие визуально наблюдаемых загрязнений, пыли, продуктов коррозии, влаги, масла и т.п.) подлежащих сварке (наплавке) кромок и прилегающих к ним поверхностей, а также подлежащих неразрушающему контролю участков материала.

### **3.6.1 Оборудование применяемое при визуальном и измерительном контроле**

При проведении визуального и измерительного контроля согласно с РД 03-606-03

Применяются типовые "Инструкции по визуальному и измерительному контролю":

- 1) измерительные увеличители;
- 2) металлические линейки измерительные;
- 3) калибровочные квадраты горизонтальные под углом 90°;
- 4) штангенциркули, суппорты и головка суппортная;
- 5) зонды;
- 6) с нониусом угломеры;
- 7) стенометров и толщиномеров индикатор;

- 8) микрометры;
  - 9) нутрометры микрометрические и индикаторные;
  - 10) калибры;
  - 11) эндоскопы;
  - 12) шаблоны, в том числе специальные;
  - 13) пластины калибровочные;
  - 14) плоскопараллельные измерения длины конца с помощью набора специальных принадлежностей;
  - 15) меры длины хода (стальные измерительные линейки, рулетки).
- Допускается использование других средств визуального и измерительного контроля при условии наличия соответствующих инструкций, методов их применения.

Средства измерений и измерительные приборы должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России. Период поверки (калибровки) устанавливается нормативно-технической документацией (НД) на соответствующие устройства.

### **3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля**

Рекомендуется визуальный и измерительный контроль (ВИК) проводить в помещениях (пунктах) стационарных, которые обязаны быть оборудованы столами рабочими, стендами, опорами роликовыми и другими устройствами вспомогательными, облегчающими выполнение сварочных работ.

Зоны контроля, особенно стационарные, рекомендуется размещать в местах, наиболее освещенных естественным светом в мастерской. Чтобы добиться оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля,

необходимо использовать дополнительный портативный источник света, то есть комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного обнаружения дефектов, но не менее 500 люкс.

Для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (узлов, изделий) рекомендуется окрашивать поверхности стен, потолков, рабочих столов и стендов в области визуального и измерительного контроля в светлые цвета (белый, синий, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемые поверхности деталей (узлов, изделий) с целью уменьшения контраста контролируемых поверхностей деталей (узлов, изделий) для уменьшения контраста контролируемых поверхностей деталей (узлов, изделий).

Детали (узлы, изделия) для повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общей утомляемости специалиста, выполняющего контроль. Чтобы осуществлять контроль, необходимо обеспечить достаточное зрение для глаз специалиста. Контролируемая поверхность должна просматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и на расстоянии до 600 мм.

### **3.6.3 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений**

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) сварных швов и соединений во время работ сварочных проводится при полностью готовых сварных соединениях. Во время полного сварного соединения ВИК проводится может после каждого выполненного слоя и результаты записаны должны быть. Контроль каждого последующего слоя выполняется во время сварки, если ультразвуковые или радиационные методы контроля невозможны, или по запросу заказчика, или в соответствии с РТД.

Сварочное соединение должно контролироваться визуально:

- 1. На отсутствие (наличие) всех трещин поверхностных, их типов и направлений расположения;
- 2. На отсутствие дефектов (поры, включения, скопление этих пор и включений, свищи, отслаивание, затопление, прожиг, оболочки усадочные, нерастворитель, подрезы, разбрызгивание металла расплавленного, удары между валками, шероховатость и места контакта поверхности основного металла со сварной дугой);
- 3. Качество процесса зачистки металла в местах сварки технологических крепежей, крышек катушек индуктивности и крепежных элементов для термоэлектрических преобразователей (термопар), а также отсутствие дефектов поверхности в местах зачистки;
- 4. Качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (шва и прилегающих участков основного металла) с последующим контролем неразрушающими методами (если такая проверка предусмотрена РТД);
- 5. Размер поверхностных дефектов (пор, включений и т.д.), обнаруженных при визуальном осмотре;
- 6. Высота и ширина шва, а также вогнутость и выпуклость задней части шва, когда задняя часть шва доступна для осмотра;
- 7. Высота (глубина) углублений между валками;
- 8. Подрезы (глубина и длина) основного металла [18].

### **3.7 Разработка технической документации**

Технологический процесс сборки и сварки сварной конструкции ввода с выбора деталей начинается, те что входят в сборочную единицу согласно полной схемой.

В операции 010 детали 1 (1 деталь), 2 (1 деталь) и поз.3 (1 деталь) закрепляются согласно рабочему чертежу в соответствии конструкторским чертежом на устройстве сборочно-сварочном, во время проектных работ разработанном, и с использованием заворачивающихся крышек. он крепится в соответствии с чертежом после чертежа на монтажно-сварочном устройстве, разработанном во время отделочных работ.

Далее, в операции 015 швы свариваются механизированной сваркой в защитных газах, контролируя монтажные размеры в соответствии с чертежом. Для выполнения сварки используется сварочный аппарат форсаж - 302 и механизм подачи форсаж - МР5.

Операция 020 очистку сварных швов от брызг и затопления включает в себя.

Операция 025 сборку деталей поз.4 (1 штук) и поз.5 (1 штук) включает в себя

На деталях поз. 1 (1 шт.), 2 (1 шт.) и поз.3 (1 шт.) по чертежу.

Операция 030 включает в себя выполнение сварных швов с использованием ручной дуговой сварки с помощью сварочного аппарата LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400 для сварки.

В операции 035 сварные швы на слесарной плите очищаются от брызг металла.

### **3.8 Техническое нормирование операций**

Нормирование труда является неотъемлемой частью в отделе планирования оплаты труда всех организаций. На основе этих норм на затраты труда и рассчитывается вся загрузка полного оборудования и производственной мощности, и рабочего каждого, мест в цеха, свар.участка, предприятия [19].

Норма времени штучного  $T_{ш.}$ , мин., для всех видов сварки эл.дуговой считается [19]:

$$T_{ш.} = (T_{ншк} \times L + t_{ви}) \times K_n \quad (3.4)$$

где  $T_{н.ш.к}$  - время штучно-калькуляционное неполное, ч;

$L$  - по чертежу длина свариваемого шва, м;

$t_{ви}$  - время вспомогательное.

Неполное штучно-калькуляционное  $T_{н.ш.к}$  по формуле считается [19]:

$$T_{шюк} = (T_0 + t) \times (1 + a_{обсл} + a_{п-з}) \quad (3.5)$$

где  $T_0$  - время сварки основное, ч;

$t_{вш}$  - время сварки вспомогательное;

$a_{обсл}$ ;  $a_{от.л}$ ;  $a_{п-з}$  - соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды[19].

Основное время для сварки рассчитывается по формуле [19]:

$$T_0 = 60 \times n \times K_{п} \times L \div V_{св} \quad (3.6)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм<sup>2</sup>;

$I$  - сила сварочного тока, А;

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>;(при сварке сталей составляет 7,8г/см<sup>3</sup>);

$\alpha_n$ - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 030Технологического процесса сборки и сварки отвода.

Исходные данные:

а) марка стали: 09Г2С;

б) марка электрода;

г) длина шва – 0,499 м;

д) положение шва нижнее;

ж) площадь сечения наплавленного металла шва  $F=17,75 \text{ мм}^2$ ;

з) коэффициент наплавки  $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$  [19].

Из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока  $I=120\text{А}$ .

$$T_{\text{ш}} = (32 \times 0,499 + 1,85) = 18,3 \text{ мин.}$$

В предлагаемом технологическом процессе время сборки сокращается за счет использования сборочно - сварочного приспособления.

Проведем расчет норм времени для технологического процесса, результаты сведем в таблицу 3.4.

Таблица (3.4) - Нормы времени на изготовление одного стыка

№ опер	Технологический процесс	
	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$ , мин
005	Комплектование	Время опер.
010	Сборка	3
015	Сварка	3
020	Зачистка	3,15
025	Сборка	3
030	Сварка	3
035	Зачистка	3,15
040	Контрольная	2

Рассчитываем  $T_{\text{шт}}$  для производства конструкции

ЦОКОЛЬНОГО ВВОДА

$$T_{шт} = 18 \times 7 = 126$$

На один цокольный ввод затрачено 2,22 часа.

### 3.9 Материальное нормирование

Для примера установим норму расхода электродов по операции 015 и 030 технологического процесса сборки и сварки цокольного ввода.

Исходные данные:

- а) шов по ГОСТ 16037-80 С17;
- б) длина шва –0,49 м;
- в) марка стали 09Г2С;
- г) площадь сечения металла наплавленного шва  $F=32,67$  мм<sup>2</sup>;

Норма расхода электродов рассчитывается формуле [20]:

$$M_{э} = K_{пш} \times K_{рэ} \times M_{н.о}, \quad (3.7)$$

где  $K_{пш} = 1,0 \dots 1,2$  – коэффициент, учитывающий потери электродов в зависимости от положения шва,  $K_{пш} = 1,1$  [20];

$K_{рэ} = 1,4 \dots 1,7$  – коэффициент расхода электродов, учитывающий тип и толщину покрытия, потери на разбрызгивание и огарки,  $K_{рэ} = 1,6$  [20];

Масса наплавленного металла  $M_{н.о}$  определяем по формуле:

$$M_{н.о} = F_{н.о} \times L_{ш} \times \rho, \quad (3.8)$$

где  $F_{н.о}$  – площадь сечения наплавленного металла,  $F_{н.о} = 32,67$  мм<sup>2</sup>;

$L_{ш}$  – длина шва,  $L_{ш} = 0,49$  м.

$\rho$  – плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>;

$$M_{н.о} = 32,67 \times 0,499 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,12 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{НО}} = 0,12 \times 7 = 0,84 \text{ кг/изд}$$

Для электродов УОНИ 13/55 Ø 2,5 и Ø 3,2 мм:

$$M_3 = 1,1 \times 1,6 \times 0,84 = 1,478 \text{ кг.}$$

### 3.9.1 Выбор технологических режимов

Параметры режимов сварки регламентируется руководящей документацией организации заказчика, в нашем случае ПАО «Газпром». Поэтому режимы сварки выбирается согласно СП 86.13330.2022, СТО Газпром 2-2.2-136-2007, СТО Газпром 2-2.2-649-2012 [5].

Таблица (3.5) – Режимы сварки

Сварочный слой	Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток (А) в зависимости от положения при сварке			Род тока, полярность
			нижнее	вертикальное	потолочное	
Корневой	УОНИ 13/55	2,5	80-90	70-90	70-80	Постоянный, обратная
Облицовочный	УОНИ 13/55	2,5 3,2	80-90 100-120	70-90 110-170	70-80 110-150	

## **4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений**

### **4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений**

Разработка устройства для сборки изделия на осуществляется основе технологического задания. Технологическое задание включает в себя: сборку и сварку по ТП, чертежи изделия, зажимных элементов компоновку [21].

При сборке цокольного ввода нужно обеспечить точность, соблюдая все установочные размеры.

Для обеспечения необходимой точности при сборке используется устройство марки Demmeler. В качестве основы используется 3D-таблица с координатной сеткой 50×50 мм.

Регулируемые углы используются для придания углам стабильного положения, в центре установлены упоры для уменьшения прогиба. В предлагаемом сборочно-сварочном устройстве используются винтовые зажимы, что приводит к снижению стоимости и сложности изготовления

зажимов, в отличие от пневматического зажима. Предлагаемое устройство обеспечивает:

- 1) к местам сварки доступ;
- 2) порядок сборки наиболее выгодный;
- 3) свариваемых деталей надежное крепление;
- 4) в нижнем положении возможность сварки.

#### **4.2 Расчет элементов сборочно – сварочных приспособлений**

В приспособлении для сборки и сварки ввода поджатие уголков поз.1, поз. 2 и поз.3 к прижимам приспособления, применяют винтовые прижимы.

Определим силу требуемую для поджатия кондуктора при его самом загруженном варианте.

Определим для начала, какой должна быть сила чтобы удержать конструкцию ввода от соскальзывания, исходя из формулы:

$$F_{\text{тр}} \geq G = m \cdot g, \text{ Н}, \quad (4.1)$$

где  $G$  – масса детали ввода, Н;

$m$  – вес конструкции, кг;  $m \approx 3,2$  кг;

$g$  – постоянная величина ускорения свободного падения параметр,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

$$F_{\text{тр}} \geq 3,2 \cdot 9,81 = 31,3 \text{ Н},$$

Получаем  $F_{\text{тр}} = 32$  Н.

Необходимое усилие для прижатия:

$$P = F_{\text{тр}} / \mu, \text{ кН}, \quad (4.2)$$

где  $\mu$  – трения скольжения коэффициент, сталь  $\mu = 0,2$ .

$$P = 0,032/0,2 = 0,16 \text{ кН.}$$

Так как все зажимы действует, то для расчета площади значения поперечного сечения болта нужно полученное усилие на численность зажимов поделить.

Внутренний диаметр резьбы винта определим из допускаемого напряжения при растяжении в витке винта [5]:

$$d_1 \geq (P/12 \cdot 4 \cdot /(\pi \cdot [\sigma_p]))^{0,5}, \text{ мм,} \quad (4.3)$$

$[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение при растяжении; для стали 45

$$\sigma_p = 20 \text{ кгс/мм}^2 \quad /4/.$$

$$d_1 \geq 10 \text{ мм,}$$

Выбираем наиболее подходящую по внутреннему диаметру резьбы винт - шпильку с наружным диаметром  $d = 12 \text{ мм}$  с шагом  $p = 1,5 \text{ мм}$ .

Проведем проверку резьбы выбранного винта на прочность (так как при одинаковых прочностных свойствах материалов винта и гайки наиболее опасен срез витков винта, происходящий по цилиндрической поверхности внутренней резьбы). Напряжение среза в резьбе винта:\

$$\tau = P/(\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot H_r \cdot k_m) \leq [\tau_{ср}], \text{ кгс/мм}^2 \quad (4.4)$$

$$0,16/12=0,3 \text{ кН}=300 \text{ Н}$$

где  $P$  – усилие осевое в винте, кгс;  $P = 300 \text{ кгс}$ ;

$d_1$  – диаметр внутренний резьбы, мм; для выбранного винта

$$d_1 = 10,5 \text{ мм} \quad /7/;$$

$k$  – полноты резьбы коэффициент, для метрической  $k = 0,9 \quad /5/;$

$H_r$  – гайки высота,  $H_r = 13 \text{ мм}$  ;

$k_m$  – неравномерности нагрузки коэффициент по виткам резьбы,

$$k_m = 0,65 \quad /5/.$$

$[\tau_{ср}]$  – напряжение допускаемое при срезе от переменной нагрузки,

кгс/мм<sup>2</sup>, для Ст45 [ $\tau_{ср}$ ] = 12,5 кгс/мм<sup>2</sup> [7].

$$\tau = 300/(\pi \cdot 12 \cdot 0,9 \cdot 12 \cdot 0,65) = 1,13 \text{ кгс/мм}^2;$$

Полученное значение меньше  $1,13 \text{ кгс/мм}^2 \leq 12,5 \text{ кгс/мм}^2$ , то выбранный винт подходит для применения в качестве прижима к приспособлению изделия.

Определим величину ручки исходя из силы рабочего и требуемого усилия затяжки.

Рабочий может создать на зажиме момент:

$$T_p = P_p \cdot s, \text{ кгс} \cdot \text{см}, \quad (4.5)$$

где  $P_p$  – сила рабочего,  $P_p = (15 \dots 30)$  кгс;

$s$  – плечо рычага (длина рукоятки зажима).

Момент завинчивания винта включает в себя момент в резьбе и момент трения на торце винта и рассчитывается по формуле:

$$T_{зав} = P \cdot d_1/2 \cdot f_1 + P \cdot f \cdot d_1/2; \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (4.6)$$

где  $P$  – осевое усилие в винте, кгс;

$d_1$  – диаметр внутренний резьбы,  $d_1 = 10,5$  мм;

$f_1$  – коэффициент трения скольжения приведенный;

$f$  – коэффициент трения скольжения, поверхностей из стали со смазкой

$f = 0,075$  [7].

Так как в месте контакта винт-гайка и винт-пята используется смазка, то коэффициент трения скольжения в этих местах будет один.

$$f_1 = f / \cos(\alpha/2), \quad (4.7)$$

где  $\alpha$  – угол профиля, град; для метрической резьбы

$\alpha = 60^\circ$  [7].

$$f_1 = 0,075/\cos 30^\circ = 0,0866.$$

Определяем длину рукоятки из формул, приравнивая момент на ручке зажима и момент на винте:  $T_{зав} = T_p$

$$s = P \cdot d_1 / 2 \cdot (f_1 + f) / P_p = 300 \cdot 10,5 / 2 \cdot (0,012 + 0,075) / 15 = 137 \text{ мм.}$$

Расчет всех зажимов будет иметь примерно тот же вид и конструктивно выбираем диаметр винтов M12 с шагом  $p = 1,5$  мм.

Расчет деформаций при сварке стыкового соединения ребра, узел 1.

Объем продольного укорочения сварного соединения  $\Delta V_x$ ,  $\text{см}^3$ , рассчитаем по формуле

$$\Delta V_x = \mu_x \times \frac{\alpha}{\text{ср}} \times q_{\text{п}} \times K_{\text{п}} \times l_{\text{ш}}, \quad (4.8)$$

где  $\mu_x$  – значение коэффициента продольного укорочения сварного соединения,  $\mu_x = -0,335$ ;

$\frac{\alpha}{\text{ср}}$  – параметр, характеризующий способность металла изменять свой объем при нагреве,  $\frac{\text{см}^3}{\text{кал}}$ ,  $\frac{\alpha}{\text{ср}} = 12,5 \times 10^{-6}$ ;

$q_{\text{п}}$  – погонная энергия сварки, ккал/см,  $q_{\text{п}} = 4410$ ;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент перекрытия пластических зон,  $K_{\text{п}} = 1,2$ ;

$l_{\text{ш}}$  – длина шва, мм,  $l_{\text{ш}} = 750$ .

$$\Delta V_x = -0,335 \times 12,5 \times 10^{-6} \times 4410 \times 1,2 \times 750 = -16,5 \text{ см}^3$$

Укорочение по центральной оси  $\Delta L_0$ , см, рассчитаем по формуле

$$\Delta L_0 = \frac{\Delta V_x}{F}, \quad (4.9)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения листа,  $\text{см}^2$ ,  $F = 75$ .

$$\Delta L_0 = \frac{-16,5}{75} = -0,22 \text{ см}$$

Угол поворота одной заготовки ребра один относительно другого  $\varphi_y$ , рад, рассчитаем по формуле

$$\varphi_y = \frac{\Delta V_x \times Z_c}{J_y}, \quad (4.10)$$

где  $Z_c$  - координаты центра тяжести пластических зон от продольных швов, мм,  $Z_c = 12$ ;

$J_y$  - положение центра тяжести сечения, см<sup>4</sup>,  $J_y = 5830$ .

$$\varphi_y = \frac{-16,5 \times 12}{5830} = -0,037 \text{ рад}$$

Стрелку прогиба посередине ребра  $f_z$ , см, рассчитаем по формуле

$$f_z = \frac{\varphi_y \times L}{8}, \quad (4.11)$$

$$f_z = \frac{-0,037 \times 750}{8} = -3,46 \text{ см}$$

Укорочение ребра  $\Delta L'_n$ , см, рассчитаем по формуле

$$\Delta L'_n = \Delta L_0 + \varphi_y \times z'_n, \quad (4.12)$$

где  $z'_n$  - расстояние от оси сравнения до центра тяжести, см.

Расстояние от оси сравнения до центра тяжести  $z'_n$ , см, рассчитаем по формуле

$$z'_n = Z_c + \frac{\delta}{2}, \quad (4.13)$$

где  $\delta$  - толщина листа, мм,  $\delta = 10$ .

$$z'_n = 12 + \frac{10}{2} = 1,7 \text{ см}$$

### **4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление**

Монтажно-сварочное устройство предназначено для технологии сборки и сварки отвода.

Устройство состоит из: основания, которое выполнено в виде стола с координатной сеткой; семи универсальных регулируемых уголков; двух упоров и семи винтовых зажимов.

Болты РС устанавливаются на универсальные регулируемые уголки, на которых расположены углы поз.1 (2 шт.) расположены, а затем установлены, поз.2 (1 шт.) и поз.3 (1 шт.), универсальные уголки, позволяющие регулировать желаемый угол. Далее сборка фиксируется винтовыми зажимами, которые обеспечивают надежность и точность сборки контура лепестка.

Чтобы уменьшить прогиб от собственного веса, в центре установлены упоры, на которые опираются углы поз.1.

Выполняется сварка установленных деталей, после чего они отсоединяются и отправляются на следующее рабочее место, где выполняются дальнейшие операции.

## **5 Проектирование участка сборки – сварки**

### **5.1 Состав сборочно-сварочного цеха**

Рациональное размещение в цеховом пространстве проектируемого технологического процесса производственного и всех основных всех элементов производства, необходимых для реализации данного процесса, требует проектирования чертежей плана и секций цеха проектируемого [23].

1) Сборочно-сварочный участок, на узловую и общую сборку и сварку обычно разделенный, с площадями производственными для проведения сборки, сварки, наплавки, обработки механической, и процесса тестирования изделий готовых, исправления дефектов, всей покраски;

2) Вспомогательные цеха: цеховой склад металлообработки, промежуточный склад накопления деталей и полуфабрикатов для процесса их сортировки и комплектации, складские помещения межоперационные и локации, готовой продукции склад цеховой с местами контроля и упаковки; комнаты для хранения электродов, сосудов с горючими и защитными газами, сварочных флюсов, инструментов, частей запасные и материалы вспомогательные, цех по производству оснастки и шаблонов, ремонт, цех электротехнический, ацетиленовый, компрессорный, трансформаторный цех подстанции;

3) помещения административно-служебные и бытовые: помещение складское, гардеробная, места отхожие, комнаты умывальные, буфет, душевые, комната для отдыха и приема пищи, медицинский пункт [22].

### **5.2 Расчет основных элементов производства**

Расчет нужного количества всего специального оборудования на основе как годовой программы выпуска производится, так и нормы времени

на единицу продукции, коэффициента планируемого выполнения норм и фонда времени эффективного работы единицы оборудования.

Расчетное численность сварочных аппаратов и стендов сборочных по формуле 5.1 рассчитывается:

$$C_{\text{расч}} = \frac{T_{\text{нч}}}{\Phi_{\text{э}} \times K_{\text{в}}} \quad (5.1)$$

где  $T_{\text{нч}}$  – норм-часов численность, нужных для выполнения годовой программы выпуска;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент выполнения норм (1,1 – 1,2);

$\Phi_{\text{э}}$  – эффективный фонд времени работы единицы оборудования в час.

Численность норм-часов, необходимых для выполнения годовой программы выпуска рассчитывается по формуле 2:

$$T_{\text{нч}} = N \times T_{\text{шт}} \quad (5.2)$$

где  $N$  - годовой объем выпуска в шт.;

$T_{\text{шт}}$  - норма времени, затрачиваемая на изготовление сварной конструкции в час.;

Численность норм-часов для сварки:

$$T_{\text{нч св}} = 741 \times 2,35 = 1741,35\text{ч}$$

Численность норм-часов для сборки:

$$T_{\text{нч сб}} = 741 \times 3,93 = 2912,13\text{ч}$$

Численность норм-часов для зачистки:

$$T_{\text{нч зач}} = 741 \times 0,8 = 592,8\text{ч}$$

Численность норм-часов для перемещения:

$$T_{\text{нч пер}} = 741 \times 1 = 741\text{ч}$$

Эффективный фонд времени работ рассчитанного оборудования в час, по формуле 5.3 рассчитывается:

$$\Phi_{\text{э}} = \Phi_{\text{ном}} \times \left(1 - \frac{\text{Пп}}{100}\right) \quad (5.3)$$

где  $\Phi_{\text{ном}}$  – фонд работы оборудования номинальный, час.;

$\text{Пп}$  – процент простоя оборудования при ремонте и наладке.

Номинальный фонд времени работы используемого оборудования по формуле 5.4 рассчитывается:

$$\Phi_{\text{ном}} = D_{\text{р}} \times K_{\text{см}} \times t_{\text{см}} \quad (5.4)$$

где  $D_{\text{р}}$  – численность рабочих дней в 2023 году, предусмотренных Трудовым кодексом РФ;

$K_{\text{см}}$  – численность смен;

$t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, час.

Процент потерь от номинального фонда времени для сварочного оборудования установлен при односменной работе – 3%, при двухсменной работе – 5%, при трехсменной работе – 7%.

$$\Phi_{\text{ном}} = 247 \times 1 \times 8 = 1976 \text{ ч}$$

$$\Phi_{\text{э}} = 1976 \times \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 1917 \text{ ч}$$

Расчетное количество сварочных агрегатов и сборочных станков для сварки:

$$C_{\text{расч св}} = \frac{1292,5}{1917 \times 1,1} = 0,61$$

Расчетная численность сварочных агрегатов и сборочных станков для сборки:

$$C_{\text{расч сб}} = \frac{2261,5}{1917 \times 1,1} = 1,07$$

Количества оборудования принимаем 1

Расчетное численность сварочных агрегатов и сборочных стандов для зачистки:

$$C_{\text{расч зач}} = \frac{440}{1917 \times 1,1} = 0,208$$

Количества оборудования принимаем 1

Расчетная численность сварочных агрегатов и сборочных стандов для перемещения:

$$C_{\text{расч пер}} = \frac{550}{1917 \times 1,1} = 0,26$$

Количества оборудования принимаем 1

Численность всех основных рабочих для каждой операции рассчитывается отдельно по формуле 5.5:

$$P = \frac{t_{\text{штк}} \times N}{\Phi_{\text{пол}} \times K_{\text{в}}} \quad (5.5)$$

где  $P$  – полная численность всех основных рабочих (сборщиков или сварщиков), чел;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент выполнения норм рассчитанной выработки;

$\Phi_{\text{пол}}$  – эффективный (полезный) годовой фонд времени рабочего.

При пятидневной рабочей неделе полезный фонд рабочего времени рассчитывается по формуле 5.6:

$$\Phi_{\text{пол}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{пр}} - D_{\text{отп}} - D_{\text{рн}}) \times T_{\text{см}} - D_{\text{прп}} \times T_{\text{сокр}} \quad (5.6)$$

где  $D_{\text{отп}}$  – число дней отпускных;

$D_{\text{рн}}$  – число дней невыходов разрешенных, составляет 10 – 12 дней;

$D_{\text{к}}$  – календарные дни;

$D_{\text{в}}$  – выходные дни;

$D_{\text{пр}}$  – праздничные дни;

$T_{\text{см}}$  – время смен;

Дпрп – предпраздничные дни;

Тсокp – время сокращённых смен.

Численность рабочих для сварки:

$$P = \frac{1292,5}{1651 \times 1,2} = 0,65 \text{ чел принимаем 1 человека}$$

Численность рабочих для сборки:

$$P = \frac{2161,5}{1651 \times 1,2} = 1,08 \text{ чел принимаем 1 человека}$$

Численность рабочих для зачистки:

$$P = \frac{440}{1651 \times 1,2} = 0,22 \text{ чел принимаем 1 человека}$$

Численность рабочих для перемещения:

$$P = \frac{550}{1651 \times 1,2} = 0,27 \text{ чел принимаем 1 человека:}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования.

По вычисления принимаем, что рабочих по каждой операции по 1 в общем, принимаем 4 рабочих. С учетом рабочих дней 247 в год и затрат времени на 1 деталь 2,22 часа, выпускаемая продукция в год 741 ед.штук.

### **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

Расположение цеха – все производственные отделы и площадки, а также вспомогательные, административные и офисные помещения - должно, по возможности, полностью соответствовать всем требованиям процессов, которые должны выполняться в каждом из этих отделов. Это одна из главных задач рационального проектирования промышленных предприятий. Поскольку сборочные и сварочные операции являются наиболее важными ориентировочными процессами в сварочных цехах, особое внимание уделяется задачам, связанным с этими операциями [23].

План участка – один из важнейших этапов проектирования, который включает в себя следующие пункты:

- выбор компоновочной схемы зависимости от типа производства;
- определяют площади, необходимые для размещения технологического процесса;
- при компоновке участки используют средне-нормативные показатели для каждого отделения, типа рабочих мест;
- составление участка по расчетам;
- определения положения рабочих линий;
- обеспечение компоновки рабочих мест.

Данный участок изготовления цокольного ввода в цехе с пролетом шириной 12 метров и шагом колонн 12 метров, площадь участка 105 м<sup>2</sup>.

Оборудование расположено в соответствии с последовательностью выполнения технологических операций сборки и сварки ввода.

На участке предусмотрена подача электроэнергии и воды для технологических целей.

Межоперационная транспортировка осуществляется электромостовым краном Q=10т.

Оборудование находится на расстоянии 2м от стены и колонн. На участке есть проезд шириной 7 м для заезда в цех автотранспорта, а также проход 1,5 м.

В целях соблюдения производственной санитарии имеется естественная и искусственная вентиляция, местное освещение. На участке имеются пожарные посты с необходимым инвентарем.

На участке предполагается расположение четырех пультов управления, с которых производится управление технологическим процессом. В целях соблюдения производственной санитарии имеется естественная и искусственная вентиляция, местное освещение. На участке имеются пожарные посты с необходимым инвентарем.

Высота пролетов в сборочно-сварочном проектируемом цехе прежде всего обусловлена размерами подлежащих сборке и сварке изделий, габаритным размерам спроектированного и выставленного в пролетах

рассчитываемых оборудования производственной высоты большей и предусмотренным применением грузоподъемного транспорта (мостового крана).

Согласно нормам на техническое проектирования высота производственных цехов от пола до потолка составлять должна не менее 5 мм.

При наличии верхнего транспорта высота пролета может быть определена из следующих выражений :

$$H_n \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad (5.7)$$

$$H_3 \geq H_n + h_7 + h_8 \quad (5.8)$$

где  $H_n$ -высота пролета цеха от пола до уровня поверхности головки рельса подкранового;

$H_3$ - высота пролета цеха от пола до нижнего уровня затяжки стропил;

На плане участка, где отражена вся последовательность изготовления цокольного отвода.

1. Место складирования вальцованных заготовок цокольного отвода.
2. Место сборки и сварки цокольного отвода.
3. Участок сварки цокольного отвода.
4. Место складирования готовой продукции.
5. Комната мастера.
6. Кладовая сварочных материалов и инструмента.
7. Сан.узел.

Общая площадь цеха составляет 105 м<sup>2</sup>.

Рабочее место на сварочном участке - сварка ввода, составляет 42 м<sup>2</sup>.

Следует отметить, что площадь одного места рабочего сварщика не должна быть меньше площади 4,5 м<sup>2</sup>, то есть данная площадь сварочного участка достаточна для размещения рабочего места.

На сварочном участке производства ввода могут иметь место опасные

и вредные факторы:

- вероятность поражения электрическим током;
- вероятность получения светового излучение сварочной дуги;
- постоянное наличие в воздухе смесей вредных, пыли;
- нарушение пожарной опасность;
- очень слабое освещение места рабочего;
- отклонения от параметров микроклимата от общих нормативных требований;
- постоянные физические перегрузки персонала.

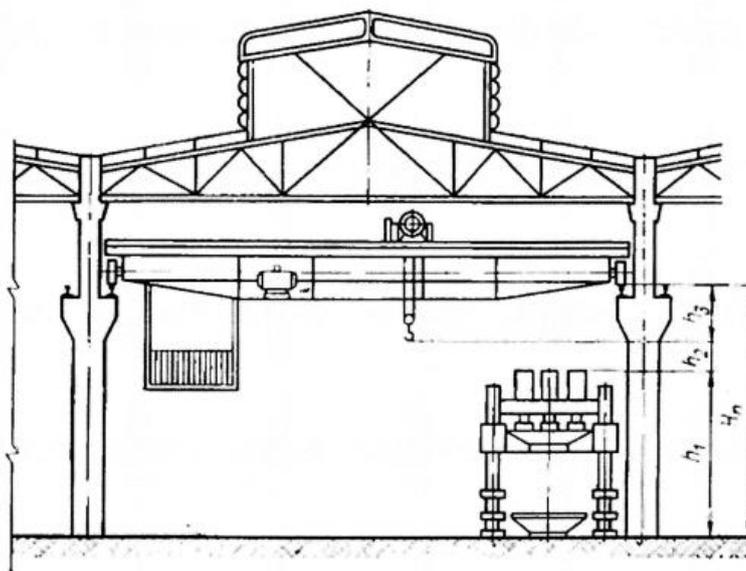


Рисунок 4 – Поперечное сечение пролета цеха

В нашем случае:  $h_1=6000\text{мм}$ ;  $h_3=1000\text{мм}$ ;  $h_5=654\text{мм}$ ;  $h_6=600\text{мм}$ ;  $h_8=1000\text{мм}$ ;  
 $h_4=1250\text{мм}$ .

$$H_n=6000+1000+1250+654+600=11604\text{мм}$$

$$H_3=11604+1200+1000=13804\text{мм}$$

Их типового разряда выбираем высоту цеха равную 14400мм.

Рабочие места в мастерской должны иметь:

- исправное оборудование, принадлежности, приспособления и инструменты в соответствии с ГОСТ 12.2.061-81 и ГОСТ 12.2.062-81;

– электроустановки, заземленные в соответствии с требованиями "Правил монтажа электроустановок" (ПУЭ 86);

– местная вентиляция при выполнении работ, связанных с выделением вредных и токсичных веществ, соответствующих требованиям СНиП 41-01-2003 и РД 59971-85. Оборудование, характеризующееся выделением загрязняющих веществ, пыли, тепла и влаги, должно быть оборудовано оборудованием местной вентиляции (открытым или закрытым вытяжным оборудованием), встроенным в технологическое оборудование или расположенным как можно ближе к нему. Постоянные рабочие места с возможным выбросом загрязняющих веществ, устранение которых невозможно с помощью современных технологий, должны быть оборудованы аспирационными помещениями.

– свободный доступ к оборудованию для первичного пожаротушения и аварийного отключения, воздушным, кислородным и заправочным станциям;

– безопасные средства входа и выхода;

Такелажники и стропальщики, а также рабочие, прошедшие соответствующую подготовку и сертифицированные, которые уполномочены выполнять эти работы по распоряжению администрации цеха, могут быть обучены монтажу, подъему и транспортировке узлов, подсекций и секций с использованием кранов.

К основным опасным и вредным производственным факторам, сопутствующим проведению технологических процессов строительства усиленного ребра жесткости:

- повешенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды;
- повышены уровень шума и вибрации;
- повышенная пожароопасность при применении легковоспламеняющихся материалов.

К выполнению работ и технологических операций допускаются рабочие не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний,

прошедшие специальное обучение по охране труда, проверку знаний, стажировку и инструктаж по охране труда в порядке, установленном на предприятии.

Все рабочие должны быть обеспечены специальной одеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с «Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, предохранительных приспособлений, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты рабочим служащим» согласно РД 5.0496-87.

Рабочие места в цехе должны иметь:

- исправное оборудование, оснастку, приспособления и инструмент по ГОСТ 12.2.061-81 и ГОСТ 12.2.062-81;
- электрические установки, заземленные в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ 86);
- местную вентиляцию при выполнении работ, связанных с выделением вредных и токсичных веществ, соответствующую требованиям СНиП 41-01-2003 и РД 5,9971-85. Оборудование, характеризующееся выделением вредных веществ, пыли, тепла, влаги, должно быть оснащено устройствами местной вытяжной вентиляции (отсосами открытого или закрытого типа), встроенными в технологическое оборудование либо максимально приближенными к нему. Фиксированные рабочие места с возможным выделением вредных веществ, устранение которого невозможно при современном уровне технологии, надлежит оборудовать укрытиями с аспирацией. При возможной конденсации паров в нижней части укрытия устанавливаются сборник с отводом жидкости в закрытые емкости, возвратом их в технологический процесс или отводом на станции нейтрализации;
- свободный доступ к первичным средствам пожаротушения и экстренного отключения оборудования, воздушным, кислородным и газовым постам;
- безопасные средства входа и выхода;

Застраповку, подъем и транспортировку узлов, подсекций и секции грузоподъемными кранами могут производить такелажники и стропальщики, а также рабочие, прошедшие соответствующее обучение и аттестацию, допущенные приказом администрации цеха к выполнению указанных работ.

Транспортировка и кантовка секции должна осуществляться в строгом соответствии со схемами, разработанными конструкторским отделом.

Газосварочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.008-75 ССБТ «Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металла и термического напыления покрытий. Требования безопасности» и РД05.0272-79 «Резка тепловая металлов. Общие требования безопасности».

Очистные и малярные работы должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.005-75 «Работы окрасочные. Общие требования безопасности» и РД 5.9822-80 ^БТ «Очистные и окрасочные работы в судостроении. Общие требования безопасности».

Подъем и перемещение конструкций и деталей должны производиться с соблюдением требований «Правил устройств и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», утвержденных Госгортехнадзором и ОСТ 5.0330-84СБТ «Погрузочно-разгрузочные работы при строительстве и ремонте судов. Требования по безопасности».

При разработке, организации и осуществлении технологических процессов, конструировании производственного оборудования и рабочего инструмента необходимо предусматривать отсутствие или допустимые уровни (ГОСТ 12.1.00383 и ГОСТ 12.1.012-90) шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений. При разработке, внедрении и проведении технологических процессов, проектировании и применении оборудования и инструмента следует предусматривать средства индивидуальной и коллективной защиты, предотвращающие возможное воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов с учетом их

комбинированного воздействия.

Работы, связанные с эксплуатацией электроустановок, должны производиться в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок», ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования», ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

Метеорологические условия (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха) в рабочей зоне сварочного цеха должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие требования безопасности» и СанПин 2.2.4.548-93 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

## **6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **6.1 Финансирование проекта и маркетинг**

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

### **6.2 Экономический анализ техпроцесса**

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления цокольного ввода газопровода. Сборная конструкция монтажа-сборки. В качестве материала деталей изделия применяется сталь 09Г2С.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000002.139.00.000 СБ, которое состоит из: 1., Призмы – 6 ед; 2., Зажимы – 4 ед; 3., Центратор – 1 ед; 4., Стол – 1 ед.

Сборочно-сварочное приспособление позволяет выставлять заготовку для сборки-сварки при помощи призм, зажимов и центратора. Позиционирование при сборки сварного соединения под сварку производится кран-балки.

Применим сварочный источник питания Idealarc DC-400

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления цокольного ввода приведены в разделе 5.2.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [23]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n \times K, \quad (6.1)$$

где  $C_{\text{год}}$  – себестоимость годового объема продукции, руб/изд  $\times$  год;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, руб/год;

$K$  – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [23]:

$$K = K_o + K_n + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где  $K_o$  – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

$K_n$  – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

$K_{\text{зд}}$  – капитальные вложения в здания, руб.

#### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [23]:

$$K_{\text{со}} = \sum_{i=1}^n \Pi_{O_i} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где  $\Pi_{oi}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб. [30];

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера (см. пункт 5.2).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (см. таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [30]

Наименование об-я	Кол-во штук	$\Pi_{oi}$
Lincoln electric DC-400	1	180000

$$K_{CO}=180000 \times 1 \times 0,61=109800 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование	$K_{CO}$ , руб.
Lincoln electric DC-400	109800

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [23]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

где  $K_{\text{пр}j}$  – оптовая цена единицы приспособления  $j$ -го типоразмера, руб.;

$\Pi_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед. (см. пункт 6.2);

$\mu_{nj}$  – коэффициент загрузки  $j$ -го приспособления (см. пункт 5.2 св+сб+зч=1,888).

$$K_{\text{пр}1}=5400 \times 4 \times 1,888=40780,8 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ПР2}}=5900 \times 6 \times 1,888=66835,2 \text{ руб,}$$

$$K_{\text{ПР3}}=5200 \times 1 \times 1,888=9817,6 \text{ руб,}$$

$$K_{\text{ПР4}}=81770 \times 1 \times 1,888=154381,76 \text{ руб,}$$

$$K_{\text{ПР}}=40780,8 + 66835,2 + 9817 + 154381,76=271815,36 \text{ руб,}$$

$$K_{\text{ПР}}=271815,36 \times 1 \times 1,888=513814,39 \text{ руб,}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [31]

Наименование оборудования	$K_{\text{ПР}j}$ , руб	$\Pi_j$ , шт	$K_{\text{пр}}$ , руб.
Призма	5400	4	40780,8
Зажимы	5900	6	66835,2
Центратор	5200	1	9817,6
Стол	81770	1	154381,76
ИТОГО			513814,39

### 6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [23]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \times h \times k_b \times \Pi_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где  $S_{O_i}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 105 \text{ м}^2$  (см чертеж ФЮРА.000003.139.00.000 ЛП),

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 14,400 \text{ м}$ ;

$k_b$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 [23]

(так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $k_b = 1$ );

$C_{зд}$  – стоимость  $1\text{ м}^3$  здания на 01.01.2023 составляет,  $C_{зд}=90$  руб/ $\text{м}^3$ .

$$K_{зд} = 105 \times 1 \times 14,4 \times 90 = 136080 \text{ руб.}$$

### 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и

производственного помещения.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [23]:

$$C_{год} = N_{г} \times (C_{М} + C_{В} + C_{З} + C_{Э} + C_{а} + C_{и} + C_{п}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

где  $C_{М}$  – затраты на основные материалы, руб.;

$C_{В}$  – затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{З}$  – затраты на заработную плату, руб.;

$C_{Э}$  – затраты на электроэнергию, руб.;

$C_{а}$  – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{и}$  – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{п}$  – затраты на содержание помещения, руб.

#### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия, определяем по формуле [32]:

$$C_M = N_M \times k_{т.з.} \times C_{м,-H_0} \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где  $N_M$  – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. спецификацию изделия);

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.} = 1,05$  [28].

$C_{м,-H_0}$  – средняя оптовая цена сталей 09Г2С на 01.01.2023, руб./кг:

– для стали 09Г2С = 72,6 руб./кг [35], при  $N_M = 130,616 \times 1,3 = 169,800$  кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [25].

$H_0$  – норма возвратных отходов;

$$H_0 = N_M \times 0,3 = 130,616 \times 0,3 = 39,184 \text{ кг/изд.};$$

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 15$  руб/кг.

$$C_M = 1,05 \times (130,616 \times 72,6) - 39,184 \times 15 = 9369,09 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [32]:

где  $G_d$ : – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг:

$G_d = 1,478$  кг – для электродов УОНИ 13/55.

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочного электрода [20],

$k_{р-п.с.} = 1,02$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от ручной дуговой сварки [20],  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,0$ ;

$C_{п.с=2200}$  – стоимость электродов УОНИ 13/55 руб/кг на 01.01.2023.

$$C_{п.спредл.} = (1,478 \times 2200) \times 1,02 \times 1,0 = 3316,63 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [23]:

$$C_z = (C_{чи} \times T_o \times K_{доп} \times K_{сс} \times K_{рай.}) / 60, \quad (6.11)$$

где  $C_{чi}$  – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч.,  $C_{чi} = 199,17$  руб.;

$T_o$  – время на изготовление одного изделия, мин. (см. пункт 3.8);

$T_{o=192}$  мин.

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате,  $k_{доп} = 1,2$  [23];

$k_{сс}$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая  $k_{сс} = 1,3$  [23].

$k_{рай.}$  – районный коэффициент,  $k_{рай.} = 1,3$  [23];

$$C_3 = (199,17 \times 192 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 1292,53 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [13]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left( \frac{t_c}{K_U} - t_c \right), \quad (3.17)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки (см. пункт 3.2);

$$U_c = 24, I_c = 120, t_c = 2,946.$$

$t_c$  – основное время сварки шва (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока [18];

$P_x$  – мощность холостого хода источника [13];

$\frac{t_c}{K_U}$  – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и

типа производства [13].

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{mэ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.18)$$

где  $W_{т.э.}$  – расход технологической электроэнергии; Вт×ч;

$\Pi_{э.э.}$  – цена 1 кВт×ч электроэнергии,  $\Pi_{э.э.} = 5,63$  руб/кВт×ч [26];

$$W_{тэ} = \frac{24 \times 120 \times 2,946}{0,95} + 0,5 \times \left( \frac{2,946}{0,6} - 2,946 \right) = 8930 \text{ Вт} \times \text{ч.}$$

$$З_{тэ} = 89,30 \times 5,63 = 502,75 \text{ руб.}$$

#### 6.2.2.4 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [23]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера,  $a_i = 0,15$  % [23],

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$  [23],

$$C_3 = \frac{8930 \times 1 \times 0,66 \times 0,15 \times 1,15}{741} = 1,37$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	шт	$C_3$ , руб/изд
Lincoln electric DC-400	1	1,37
Итого		1,37

### 6.2.2.5 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [23]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где  $a_j$  – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -го типоразмера,  $a_j=0,15$  [23];

$$C_{ul} = \frac{513814,39 \times 1 \times 0,66 \times 0,15}{741} = 68,64 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование	$\Pi_{пр}$ , руб	$\Pi_j$ , комплект.	$C_u$ , руб/изд.
Приспособления	513814,39	1	68,64
Итого			68,64

### 6.2.2.6 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [32]:

$$C_{п} = \frac{S \times k_{сп} \times \Pi_{ср.зд}}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 105 \text{ м}^2$  (смотри чертеж ФЮРА.000003.139 ЛП);

$k_{\text{сп}}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{\text{сп}} = 0,08$  [32],

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$  – среднегодовые расходы на содержание  $1 \text{ м}^2$  рабочей площади, руб./год $\times\text{м}$ ,  $\text{Ц}_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год}\times\text{м}$ ;

$$C_{\text{п}} = \frac{105 \times 0,08 \times 250}{741} = 2,8 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость на ед.

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной материал	9369,09
2	Затраты на сварочный материал	3316,63
3	Затраты ФОТ	1292,53
4	Затраты на эл.энергию	502,75
5	Затраты амортизации свр.оборудования	1,37
6	Затраты амортиз.приспособлений	68,64
7	Затраты содержания помещения	2,8
ИТОГО технологическая себестоимость		17699,9

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 741 \times 17699,9 = 13115625,9 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 513814,39 + 109800 = 623614,39 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 13115625,9 + 0,15 \times 623614,39 = 13209168,05 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

#### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа ед.,штук	741
2	Трудоемкость изготовления одного изделия, час	2,22
3	Кол-во оборудования, шт	1
4	Кол-во рабочих, чел	4
5	Норма расхода материала, кг	130,616
6	Количество приведенных затрат, руб/изд. × год.	13209168,05
7	Себестоимость одного изделия, руб	17699,9

Вывод: В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию, ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 623614,39 руб.;
- себестоимость продукции 13115625,9 руб.

– в результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 13209168,05руб/изд. × год.

## 7 Социальная ответственность

На участке производится сборка и сварка цокольного ввода газопровода. При изготовлении цокольного ввода газопровода применяются следующие операции: сборка, сварка РД и слесарные работы.

При изготовлении цокольного ввода на участке применяется следующее оборудование:

- Призмы – 6 ед;
- 2. Зажимы – 4 ед;
- 3.Центратор – 1 ед;
- 4. Стол – 1 ед;
- Lincoln electric DC-400 – 1 ед.

Перемещение изделия производят кран-балкой 1,0 т.

Рассматриваемая конструкция – цокольный ввод газопровода, подвод газопровода к зданиям и сооружениям разного назначения, а так же как отключающее устройство газопровода.

В качестве материала для цокольного ввода используется сталь 09Г2С. Сварка применяется ручная дуговая, сварочный материал электроды покрытые ТИП Э50А УОНИ 13/55.

Проектируемый участок находится на среднем пролете цеха, освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в белый цвет.

Завоз трубы и фасонных деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 105 \text{ м}^2$ .

## **7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо физиологическое обоснование требований к устройству оборудования, рабочего места, длительности периодов труда и отдыха и ряда других факторов, влияющих на работоспособность.

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда.

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха. Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

Важнейшим психофизиологическим средством повышения производительности является создание благоприятных отношений в коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной опасности можно рекомендовать проведение следующих мероприятий:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- соблюдение предельно допустимых норм деятельности;
- установление переменной нагрузки в соответствии с динамикой работоспособности;
- чередование различных рабочих операций или форм деятельности в течение рабочего дня;
- рациональное распределение функций между человеком и техническими устройствами;
- соответствие психофизиологических качеств человека характеру и сложности выполняемых работ; это соответствие достигается путем профессионального отбора, обучения и тренировок технологов-сварщиков.

### **7.1.1 Законодательные и нормативные документы**

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении

должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О

государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

## 7.2 Производственная безопасность

### 7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

#### 1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до  $180 \text{ мг/м}^3$  пыли с содержанием в ней марганца до 13,7% (ПДК 0,1-0,2  $\text{мг/м}^3$ ), а также  $\text{CO}_2$  до 0,5÷0,6%;  $\text{CO}$  до 160  $\text{мг/м}^3$ ; окислов азота до 8,0  $\text{мг/м}^3$ ; озона до 0,36  $\text{мг/м}^3$  (ПДК 0,1  $\text{мг/м}^3$ ); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала (ПДК 1  $\text{мг/м}^3$ ) [40, 41].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц  $< 0,1 \text{ м/с}$ .

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [41].

На участке сборки и сварки изготовления ограждения секции крепи механизированной применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ *IIб* – работы средней тяжести, оптимальные параметры, следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет  $0,3 \div 3$  метров в секунду [42].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [43]:

$$L_m = S \times V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \times \text{ч}, \quad (7.1)$$

где  $S$  – площадь, через которую поступает воздух,  $\text{м}^2$ ;

$V_{\text{эф}}$  – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86  $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$ .

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n, \quad (7.2)$$

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [41];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [44]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_e}, \quad (7.2)$$

где  $t_u$  и  $t_e$  – температура поверхности источника и воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$Q = 1,5 \times \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A=a+0,8 \times H=1,62+0,8 \times 2,47=3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B=b+0,8 \times H=1,68+0,8 \times 2,47=3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S=3,6 \times 3,66 \times 3=39,52 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 39,52 \times 0,2 = 7,9 \text{ м}^3 \times \text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_M = 28455 \text{ м}^3 \times \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВРМ-9ДУ-РВ9 с двигателем АИРХ160S6 11 кВт 1000 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

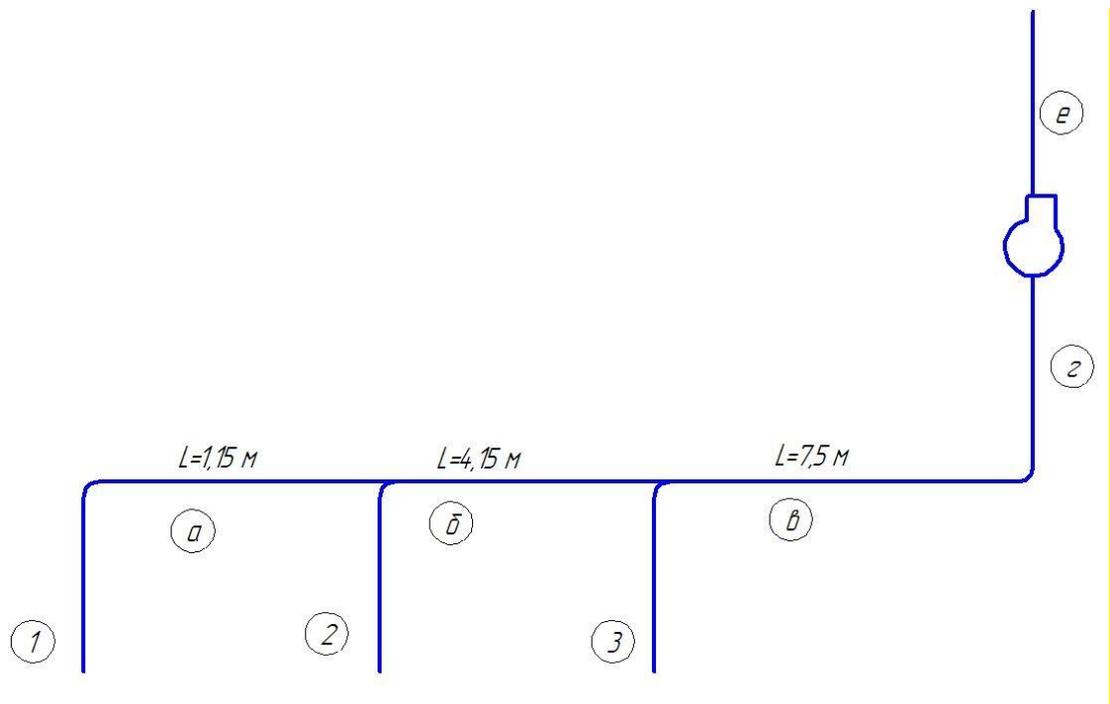


Рисунок 5 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{m1} = 28455 \times 1/3 = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч}.$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [44]:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{28455}{0,2} \right)^{1/2} = 426 \text{ мм}.$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- Lincoln electric DC-400;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2 \text{ кг}$ ) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран-балка) и при подгонке деталей по месту с помощью молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [45].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [45].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения, изготовленные из пенобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата

плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [41].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [46].

### **7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке**

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 6 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 3 светильника.

### **7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять  $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \times \text{мин}$  [47].

## 2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключая попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень

средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

### 3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным

элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

#### 4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 мм.

### **7.2.4 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов**

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;

- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

- при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

- правильная фиксация частей ограждения секции крепи механизированной на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

– контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

### **7.3 Экологическая безопасность**

#### **1. Защита селитебной зоны.**

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [47].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

#### **2. Охрана воздушного бассейна.**

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и

сварки РД используют масляные фильтры для выполнения очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [47].

### 3. Охрана водного бассейна.

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

### 4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки ограждения секции крепи механизированной предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [47].

## **7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или

акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной работе была разработана технология, а также разработана монтажная и сварочная части узла газопровода в зоне сварки. Разработано монтажно-сварочное оборудование, которое позволяет ускорить сборку и обеспечивает заданный размер изделия, уменьшая деформации при сварке.

В процессе работы был обоснован выбор сварочного оборудования, способа сварки и выбор сварочных материалов, также рассчитаны были условия процесса и время процесса.

Численность устройств рассчитывается для каждой операции, на основе этих факторов определяются коэффициенты использования оборудования. Составлен технологический процесс изготовления цокольного ввода.

Оборудование было выбрано для выполнения операций с заготовками. Тип сварки был выбран, материалы для сварки были выбраны. Был рассчитан режим сварки, выбран сварочный полуфабрикат и составлен процесс сборки и сварки ввода. Были выбраны методы контроля качества сварного соединения и указаны недопустимые дефекты и решения. Была разработана путевая технология для производства продукта.

## Библиография

1. Технология ведения ручной дуговой сварки // [Электронный ресурс] - 2019 - Сайт: <http://osk.varke.neet/mig-mag/>.
2. Аникин, Б. Н. Логистика и производство в сварке: теория и практика : учебник по практике для бакалавров и магистратур / В. А. Волочиенко, В. Р. Серышев ; редактор Б. А. Аникин -Москва : Издательство Юррайт, 2019. - 456 с. - (Бакалавриат и магистратура).
3. Государственный стандарт. Сварка ручная дуговая. ГОСТ 5264-80.
4. Государственный стандарт. Автоматическая сварка под слоем флюса(АСФ). ГОСТ 8713-79
5. СП 86.13330.2022, СТО Газпром 2-2.2-136-2007, СТО Газпром 2-2.2-649-2012
6. Глошина Л.М. Оборудование и производство сварных конструкций: метод. указ. к выполнению курсовых по дисциплине / Глошина Л.М. – Волгоград: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2015. - 63 с.
7. Консультант Плюс :- Сайт: <http://www.consultant.ru/>
8. Корякин. Краткий справочник молодого сварщика./ Корякин.С.Н - Санкт-Петербург, 2012г.-206с.
9. Овчинников В.В. Технология выполнения работ электросварочных и газосварочных: учебник для средних и высших учебных заведений./В.В. Овчинников. — 6-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия». 2014.
10. Складская, В.А. Экономика труда на предприятии / Складская В.А. - Москва: 2017. - 308 с.: ISBN 978-5-394-02340-8. Сайт: <https://znatium.com/catalog/product/512043>.
11. Сушко, А. В. Организация ведения производств на предприятии. Теория и практика на предприятии : пособие учебное / А. В. Сушка, М. А. Сузидалова, Е. В. Полицинская. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 92 с.
12. Ушанов С.Н. Общемашиностроительный норматив времени на

работы сварочно – сборочные / С. Н Ушанов. - М.: Машиностроение, 1988. – 149 с .

12. Теория сварочных процессов / под ред. Фролов В.В. М.: Высшая школа, 1986 г. – 556 с.

13. Виноградов В.С. «Технологическая подготовка производства сварных и паяных конструкций в машиностроении». М.: Машиностроение, 1981 г. – 224 с.

14. Сварка и свариваемые материалы. Справочник в 3-х томах / под ред. Волченко В.Н. М.: Metallurgia, 1991-1994 гг.

15. Сварка в машиностроении. Справочник в 3-х томах / под ред. Ольшанского Н.Л. М.: Машиностроение, 1988-1989 гг.

16. Проектирование сварных конструкций в машиностроении / под ред. Куркина С.А. М.: Машиностроение, 1986 г. – 367 с.

17. В.Г. Геворкян “Основы сварочного дела”. М., ”Высшая школа” 2000 год.;

18. Журнал инженерно-технологический сервис: Электросварочное оборудование и оснастка 2013. – 24 с.;

19. Сварочные работы. Современное оборудование и технология работ (2009) АСТ, Астрель.

20. Методические указания по преддипломной практике студентов специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства» - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010. – 12 с.

21. Комплект документов на технологический процесс изготовления балки.

22. Журнал «Сварка и Диагностика» № 2 – 2016 (март - апрель)

23. Думов С.И. Оборудование и технология дуговой сварки.-СПБ.: Машиностроение,2014.-460с.

24. Чернышов Г.Г. Сварочное дело.- М..ИРПО; ПрофОбрИздат,2010.- 496с.

25. Николаев Г.А. Производство сварных конструкций.-М.:Изд. центр

«Академия»,2010.-288с.

26. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки.-М.:Высш.шк.;Изд.центр «Академия»,2010.-319с.

27. Зайцев С.А. Метрология, стандартизация и сертификация машиностроение. М.;Изд. центр «Академия»,2013.-288с.

28. Интернет ресурсы.

29. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

30. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

31. Сэлма ПДГО-515 с ПИОНЕР-5000 *URL:* <https://svargaz.ru/catalog/svarochnye-poluavtomaty/selma-pdgo-515-s-pioner-5000/> (дата обращения: 20.04.2023)

32. Вращатели горизонтальные двухстоечные (серии ДВ) *URL:* <http://www.promos-ls.ru/vrashchateli-gorizontalnye-dvukhstoechnye-dv.html> (дата обращения: 20.04.2023)

33. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

34. Сварочная проволока 1.2 мм Св-08ГСМТ, Св-10ГСМТ полированная ГОСТ 2246-70 кассета К-300/52 18 *URL:* [https://msk.pulscen.ru/products/svarochnaya\\_provoloka\\_1\\_2\\_mm\\_sv\\_08gsmt\\_sv\\_10gsmt\\_polirovannaya\\_gost\\_2246\\_70\\_kasseta\\_k\\_300\\_52\\_18\\_244214697](https://msk.pulscen.ru/products/svarochnaya_provoloka_1_2_mm_sv_08gsmt_sv_10gsmt_polirovannaya_gost_2246_70_kasseta_k_300_52_18_244214697) (дата обращения: 20.05.2023)

35. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

36. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

37. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах *URL*: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 21.04.2023)

38. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

39. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

40. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

41. Кукин П.П., Лапин В.Л. Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

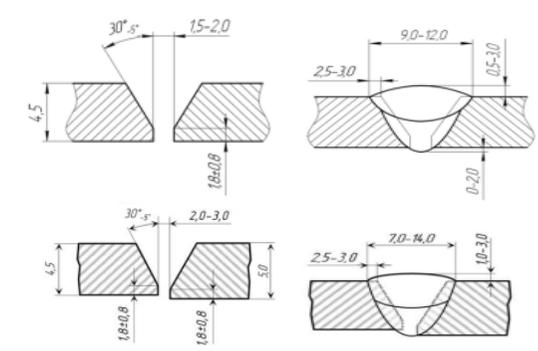




## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

**Сборки и ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия неповоротных стыковых соединений труб и труб с СДТ Ду150**

Наименование газопровода						Диаметр, толщина стенки, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений	Шифр карты
Газопровод межпоселковый						159 x 4,5-5мм	РД	труба + труба, труба + СДТ	Ду150-001
Характеристика труб						Предварительный подогрев		Подготовка под сварку, сборка и параметры сварного шва	Сварочные материалы
Номер ТУ	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Класс прочности	Временное сопротивление разрыву, кгс/мм <sup>2</sup>	Эквивалент углерода, % (по ТУ)	<p>Подогрев до +50°+30°С при температуре окружающего воздуха ниже +5°С и/или наличии влаги на концах труб. Ширина зоны подогрева не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок</p>			<p><u>Корневой слой:</u> электроды типа Э50А по ГОСТ 9467-75 (Е7016 по AWS А5.1) УОНИ 13/55 Ø 2,5 мм</p> <p><u>Облицовочный слой:</u> электроды типа Э50А по ГОСТ 9467-75 (Е7016 по AWS А5.1) УОНИ 13/55 Ø 3,2 мм</p>
Труба Ø 159x4,5 ТУ 1380-036-05757848-2015	159,0	6,0	К42	42	до 0,43				
Отвод П90-159x5-09Г2С ГОСТ 17375-2001	159,0	6,0	К42	42	до 0,43				
Тройник П 159x5-09Г2С 273x12-159x8-09Г2С ГОСТ 17376-2001	159,0	8,0	К42	42	до 0,43				
Переход ПК 159x8-57x4-09Г2С ГОСТ 17378-2001	159,0	8,0	К42	42	до 0,43				
<p>Минимальное количество слоев шва: 2 с учетом корневого слоя</p>									

Изолирующая монолитная муфта ИММ-159-5,4-У ТУ 3647-006-93719333-2009		159,0	6,0	K42	42	до 0,43		
<b>Режимы ручной дуговой сварки</b>								
Сварочный слой	Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток (А) в зависимости от положения при сварке			Род тока, полярность		
			нижнее	вертикальное	потолочное			
Корневой	УОНИ 13/55	2,5	80-90	70-90	70-80	постоянный обратная		
Облицовочный	УОНИ 13/55	2,5, 3,2	80-90 100-120	70-90 110-170	70-80 110-150			
<p>Электроды с основным видом покрытия перед сваркой должны быть прокалены в соответствии с рекомендациями изготовителя. При отсутствии рекомендаций изготовителя, электроды должны быть прокалены при температуре +350 °С до +380 °С в течение от 1 до 2 ч. Прокаленные электроды хранить в термопенах при температуре от +100 °С до +150 °С. Повторная прокатка электродов с основным видом покрытия должна проводиться не более 5 раз, при общем времени прокалки не более 10 ч.</p>								
<b>Дополнительные требования и рекомендации</b>								
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сварку соединения выполнять одним сварщиком.</li> <li>2. Возбуждение дуги при сварке следует выполнять только с поверхности разделки кромок свариваемых элементов. Не допускается зажигать дугу на поверхности металла труб, СДТ.</li> <li>3. Не допускается приваривать обратный кабель к телу трубы.</li> <li>4. Направление сварки для всех слоев шва - на подъем.</li> <li>5. Межслойная температура должна составлять +50°...+250°С. Если температура опустилась ниже +50°С, следует произвести сопутствующий подогрев до температуры +50°+30°С.</li> <li>6. Максимальная температура нагрева трубы в месте начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать +100°С.</li> <li>7. При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции.</li> <li>8. При сварке соединений труб и СДТ с внутренним гладкостным покрытием должна быть обеспечена его сохранность.</li> <li>9. Не допускается применять присадки, непосредственно подаваемые в сварочную дугу или предварительно закладываемые в разделку кромок свариваемых элементов.</li> <li>10. Не допускается оставлять стык не завершённым.</li> <li>11. Запрещается перемещать свариваемые элементы до полного завершения сварки корневого и первого заполняющего слоев шва.</li> <li>12. Сварка должна производиться в палатках, обеспечивающих защиту зоны сварки от ветра и атмосферных осадков.</li> </ol>								
<b>ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ</b>								
№ п/п	Операция	Содержание операций					Оборудование и инструмент	
1	Очистка труб	• Внутреннюю и наружную поверхности концов труб, свободных от изоляции и СДТ очистить от земли и других загрязнений. При очистке целостность внутреннего гладкостного покрытия не должна быть нарушена.					Скребок, щетка	
2	Подготовка	• Осмотреть поверхность и кромки труб и СДТ.					Скребок, щетка,	

<p>кромки</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Устранение допустимых поверхностных дефектов концов труб (риски и царапины глубиной не более 0,3 мм, не выходящие за пределы минимального отклонения на толщину стенки) должно производиться механическим способом - шлифмашинками с набором дисковых проволочных щёток, при этом толщина стенки концов труб после механической обработки не должна выйти за пределы минусовых допусков (до 5,25 мм), шероховатость поверхности после шлифовки должна быть не более Rz40.</li> <li>• Забоины и задиры фасок глубиной до 5,0 мм ремонтировать электродами с основным видом покрытия типа Э50А по ГОСТ 9467-75 (Е7016 по AWS А5.1) Ø 2,5 мм с предварительным подогревом до +100°С ...+130°С.</li> <li>• Зачистить отремонтированные поверхности кромок труб шлифованием, при этом должна быть восстановлена заводская разделка кромок, а толщина стенки трубы не должна быть выведена за пределы минусового допуска.</li> <li>• Плавные вмятины на концах труб глубиной до 5,5 мм (до 3,5% от диаметра трубы) выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом изнутри трубы до +100°С...+150°С независимо от температуры окружающего воздуха. В случае повреждения изоляционного покрытия оно должно быть отремонтировано. После правки вмятин, с целью выявления возможных расслоений, выполнить ультразвуковой контроль поверхности трубы в границах, превышающих размеры вмятин на величину не менее 40 мм.</li> <li>• Не допускаются вмятины любых размеров торцов труб с механическими повреждениями поверхности металла. На наружной и внутренней поверхности концов труб на расстоянии менее 40 мм от торцов не допускаются трещины, закаты, расслоения. Концы труб с забоинами и задирами фасок более 5,0 мм или вмятинами более 11,4 мм, наружными дефектами (риски, задиры, царапины) глубиной, превышающей минусовый допуск толщины трубы (до 5,25 мм) должны быть отрезаны, а образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой на глубину не менее 1,0 мм, восстановив геометрию кромок в соответствии с эскизом, выполнить ультразвуковой контроль всего периметра участка трубы на ширине не менее 40 мм от резаного торца.</li> <li>• Резку труб выполнить механизированной орбитальной газовой резкой с последующей механической обработкой резаных торцов труб станком подготовки кромок СПК или шлифмашинкой на глубину не менее 1,0 мм с восстановлением заводской формы разделки кромок, при этом должна быть обеспечена перпендикулярность торца трубы к оси трубопровода.</li> <li>• После вырезки дефектного участка трубы, а также во всех случаях резки труб, с целью выявления расслоений, выполнить ультразвуковой контроль всего периметра участка трубы на ширине не менее 40 мм от резаного торца. При наличии расслоений торец трубы отрезать на расстояние не менее 300 мм и произвести повторный ультразвуковой контроль.</li> <li>• Зачистить до чистого металла прилегающие к кромкам внутреннюю и наружную поверхности трубы на ширину не менее 15 мм.</li> <li>• Удалить усиление заводских продольных швов снаружи трубы до величины 0-0,5 мм на участке шириной 10-15 мм от торца трубы.</li> <li>• Соединительные детали трубопровода с наружными дефектами (царапины, риски, задиры глубиной более 0,2 мм), вмятинами, забоинами, задирами кромок браковать.</li> <li>• После механической обработки при перерыве в работе концы труб и СДТ должны быть защищены от механических повреждений инвентарными заглушками.</li> </ul>	<p>рулетка, линейка, рейки, машина орбитальной резки, источник питания (сварочный выпрямитель), шлифмашинка, УШС-3, гидравлический домкрат.</p>
---------------	---	---

3	Сборка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Собрать стыковое соединение с применением наружного центратора с зазором 2,0 – 3,0 мм.</li> <li>• При сборке заводские швы следует смещать относительно друг друга не менее, чем на 75 мм. При этом они должны располагаться в верхней половине периметра свариваемых труб (предпочтительно в положении от 10<sup>00</sup> до 2<sup>00</sup> ч).</li> <li>• Смещение кромок должно быть равномерно распределено по периметру стыка. Максимальная величина распределенного наружного смещения не должна превышать 2,0 мм. При сборке запрещается любая ударная правка торцов.</li> <li>• Количество прихваток не менее 2-х протяжённостью 20-30 мм. Прихватки следует выполнять сварочными материалами, рекомендованными для сварки корневого слоя шва. Прихватки должны располагаться на расстоянии не ближе 100 мм от заводских швов свариваемых элементов.</li> <li>• В случае сборки на наружном центраторе начальный и конечный участок каждой прихватки следует обработать механическим способом для обеспечения плавного перехода при сварке корневого слоя шва. Прихватки не должны иметь трещин и выходящих на поверхность пор и шлаковых включений. При необходимости установить новые прихватки рядом с дефектными. Дефектные прихватки вырезать шлифованием.</li> <li>• Перед сваркой поверхности труб с изоляцией, примыкающие к зоне сварки, накрыть термоизолирующими поясами для защиты изоляционного покрытия от брызг металла.</li> </ul>	Наружный центратор, источник питания (сварочный выпрямитель), шлифмашинка, металлическая щетка, УШС-3, линейка, термоизолирующие пояса
4	Подогрев	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Осуществить предварительный подогрев до температуры, указанной в разделе «Предварительный подогрев» (до +50<sup>о</sup>+30<sup>о</sup>С).</li> <li>• Контроль температуры подогрева производить не менее, чем в 2-х точках равномерно расположенных по периметру стыкового соединения на расстоянии от 10 до 15 мм.</li> </ul>	Однопламенные газовые горелки, контактный термометр, линейка
5	Сварка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сварка корневого слоя шва электродами с основным видом покрытия выполнять «на подъем» по противоположным полупериметрам.</li> <li>• В процессе сварки необходимо контролировать межслойную температуру.</li> <li>• Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва должны быть удалены от заводских сварных швов труб на расстояние не менее 50 мм.</li> <li>• Места начала и окончания сварки каждого последующего слоя сварного шва должны быть смещены относительно мест начала и окончания сварки предыдущего слоя шва, при этом место начала сварки должно быть смещено на расстояние не менее 30 мм, место окончания сварки должно быть смещено на расстояние не менее 70 мм.</li> <li>• Выполнить сварку корневого слоя шва. Участки корневого слоя следует равномерно располагать по периметру сварного соединения в окнах центратора, начало и конец каждого участка должны быть обработаны механическим способом шлифмашинкой и иметь плавный переход для сварки оставшейся части корневого слоя шва.</li> <li>• Не допускается освобождать стягивающие механизмы центратора до выполнения не менее 60 % (299 мм) корневого слоя шва.</li> <li>• По окончании сварки корневого слоя произвести тщательную обработку абразивным кругом поверхности слоя шва.</li> <li>• Провести визуальный контроль корневого слоя шва. Корневой шов не должен иметь трещин и выходящих на поверхность пор и шлаковых включений. Выявленные дефекты (кроме трещин) удалять вышлифовкой абразивным кругом с повторной</li> </ul>	Источник питания (сварочный выпрямитель); напильник; угловая шлифмашинка; металлическая щетка; защитные очки; УШС-3; маркер; линейка; рулетка; зубило; молоток; термозащитные пояса; теплоизолирующий пояс; термопены.

		<p>заваркой.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнить сварку заполняющего слоя шва в направлении «на подъём».</li> <li>• По завершении каждого прохода производить послойную зачистку от шлака и брызг. При этом после выполнения каждого заполняющего слоя зачистка производится дисковой проволочной щеткой.</li> <li>• Выполнять визуальный контроль заполняющих слоев. Недопустимыми дефектами являются трещины, прожоги, выходящие на поверхность поры и шлаковые включения. Выявленные дефекты (кроме трещин) удалять вышлифовкой абразивным кругом с повторной заваркой.</li> <li>• Выполнить сварку облицовочного слоя шва.</li> <li>• Облицовочный слой шва должен быть выполнен с плавным переходом к основному металлу без образования подрезов по кромкам и перекрывать основной металл в каждую сторону на расстояние 2,5 – 3,0 мм. Высота усиления должна составлять 1,0-3,0 мм.</li> <li>• Выровнять шлифкругом видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя шва с чешуйчатостью более 1 мм, а также участки с превышением усиления шва. Валик облицовочного слоя должен иметь плавный переход к основному металлу. В облицовочном слое не должно быть недопустимых дефектов: трещин, выходящих на поверхность пор и шлаковых включений, грубой чешуйчатости.</li> <li>• Зачистить прилегающую к сварному шву поверхность трубы от шлака и брызг.</li> <li>• В непосредственной близости от выполненного сварного соединения несмываемой краской нанести номер сварного соединения, километраж, дату сварки, клейма сварщиков или бригадное клеймо. Ответственность за маркировку сварного соединения возлагается на специалиста сварочного производства (уровня II-IV).</li> <li>• По окончании сварки при температуре окружающего воздуха ниже +5°С сварное соединение накрыть влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания.</li> </ul>	
6	Не разрушающий контроль	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стыковое сварное соединение должно быть подвергнуто визуальному измерительному и неразрушающему контролю в объеме, предусмотренном требованиями таблицы раздела 6 СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов».</li> <li>• Неразрушающий контроль сварных соединений осуществлять согласно требованиям технологических карт на контроль.</li> </ul>	Оборудование и материалы для проведения неразрушающего контроля
<p>Не оговоренные в данной технологической карте операции должны выполняться в соответствии с требованиями СП 86.13330.2022, СТО Газпром 2-2.2-136-2007, СТО Газпром 2-2.2-649-2012, «Временными требованиями к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром».</p>			
Карта утверждена:			
Карта разработана:			

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Характеристика свариваемых элементов		Эскиз сварного соединения																															
		Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем	Установка зазора при стыковке труб	Собранный под сварку стык																													
Труба ПЭ100, ПЭ80	20-1200	<p style="text-align: center;"> <i>а</i> - подготовка соединяемых элементов;  <i>б, в, г</i> - этапы сборки стыка;  <i>1</i> - труба; <i>2</i> - метка посадки муфты и механической обработки поверхности трубы;  <i>3</i> - муфта; <i>4</i> - закладной нагреватель;  <i>5</i> - клеммы токопровода; <i>6</i> - позиционер;                 </p>	<p style="text-align: center;">                     а - максимальный допуск косо­го среза трубы; е - максимальный зазор между двумя концами труб в муфте;                 </p> <p style="text-align: center;"><b>Таблица 1</b></p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Диаметр, мм</th> <th style="text-align: center;">20 - 40</th> <th style="text-align: center;">63</th> <th style="text-align: center;">110</th> <th style="text-align: center;">160</th> <th style="text-align: center;">225</th> <th style="text-align: center;">315-1200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><i>а</i></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>е</i></td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">24</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>Таблица 2</b></p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Диаметр, мм</th> <th style="text-align: center;">20 - 32</th> <th style="text-align: center;">63</th> <th style="text-align: center;">110-1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Допустимая овальность, мм</td> <td style="text-align: center;">0,3</td> <td style="text-align: center;">0,9</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Диаметр, мм	20 - 40	63	110	160	225	315-1200	<i>а</i>	2	3	5	7	8	10	<i>е</i>	-	7	11	16	20	24	Диаметр, мм	20 - 32	63	110-1000	Допустимая овальность, мм	0,3	0,9	1,5	<p style="text-align: center;"> <i>д</i> </p> <p style="text-align: center;">                     7 – токоподводящие кабели сварочного аппарата;                 </p>
Диаметр, мм	20 - 40		63	110	160	225	315-1200																										
<i>а</i>	2		3	5	7	8	10																										
<i>е</i>	-		7	11	16	20	24																										
Диаметр, мм	20 - 32	63	110-1000																														
Допустимая овальность, мм	0,3	0,9	1,5																														
Муфта с ЗН ПЭ100, ПЭ80	20-1200																																
СДТ (фитинг с ЗН) ПЭ100, ПЭ80	20-1200																																
СДТ (фитинг) ПЭ100, ПЭ80	20-1200																																

### Дополнительные технологические требования по сварке:

1. При сварке на открытом воздухе во время дождя, снегопада, тумана необходимо защищать рабочие места сварщиков специальными укрытиями (палатками).
2. Сварку допускается производить при температуре наружного воздуха не ниже минус 15°C. При более низкой температуре наружного воздуха сварку следует производить в инвентарных укрытиях с поддержанием температуры воздуха не ниже минус 15°C. При выполнении сварочных работ место сварки необходимо защищать от воздействия атмосферных осадков и пыли.
3. По внешнему виду трубы должны иметь гладкие наружную и внутреннюю поверхности. Допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, царапины на поверхности и по торцам труб глубиной не более 0,3 мм – для труб с номинальной толщиной стенки до 10 мм, не более 0,7 мм – для труб с толщиной стенки от 10 до 30 мм, не более 1,5 мм для труб с толщиной стенки более 30 мм, не выходящие толщину стенки труб за пределы допускаемых отклонений – не менее номинальной толщины стенки трубы. На наружной, внутренней и торцевой поверхностях не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения.
4. Внутренние и наружные поверхности соединительных деталей не должны иметь следов усадки, трещин, вздутий и других повреждений, ухудшающих их эксплуатационные свойства. Допускаются незначительные следы от формующего инструмента, следы механической обработки и холодных стыков.
5. Трубы, соединительные детали и материалы, имеющие дефекты, выходящие их за пределы допусков, должны отбраковываться.
6. Кольцевой зазор между трубой и соединительной деталью не должен, как правило, превышать 0,3 мм и после сборки на трубе должны быть видны следы механической обработки.
7. Детали с закладными нагревателями, поставляемые изготовителем в индивидуальной герметичной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сваркой, обезжириванию допускается не подвергать.
8. Механическую обработку и протирку труб и деталей производят непосредственно перед сборкой и сваркой. Детали с закладными нагревателями механической обработке не подвергаются.
9. Во избежание повреждения закладных нагревателей (проволочных электроспиралей) надевание детали с ЗН на конец трубы или введение конца трубы в муфту производят без перекосов. Концы труб, входящие в соединительные детали, не должны находиться под действием изгибающих напряжений и под действием усилий от собственного веса. Муфты после монтажа должны свободно вращаться на концах труб от нормального усилия руки.
10. Трубы сваривают при обеспечении неподвижности соединения в процессе нагрева и последующего естественного охлаждения.
11. Параметры режимов сварки устанавливают в зависимости от вида и сортамента используемых соединительных деталей с ЗН и (или) сварочных аппаратов в соответствии с указаниями заводов-изготовителей в паспортах изделий. При включении аппарата процесс сварки происходит в автоматическом режиме.
12. При производстве работ должны выполняться требования по охране труда, промышленной безопасности, экологии окружающей среды и менеджменту качества.

### ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ

№ п/п	Операция	Содержание операции	Оборудование и инструмент
1.	Подготовка концов труб	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Концы труб, деформированные сверх нормативного значения или имеющие забоины, обрезать под прямым углом.</li> <li>• Очистить полость труб и деталей от грунта, снега и др.</li> <li>• Очистить поверхности концов свариваемых труб и деталей сначала увлажненной, затем сухой ветошью на длину не менее 1,5 длины раструбной части применяемых для сварки деталей.</li> <li>• Произвести механическую обработку (снятие слоя толщиной 0,1-0,2 мм) поверхности концов свариваемых труб на длину, равную не менее 0,5 длины используемой детали.</li> <li>• На концы свариваемых труб нанести метки глубины посадки муфты (соединительной детали), равные половине ее длины.</li> <li>• Обезжирить свариваемые поверхности труб и муфты (соединительной детали) путем протирки салфеткой из хлопчатобумажной ткани, смоченной в спирте.</li> <li>• Максимальный допуск косога среза трубы, а см. рис. «Установка зазора при стыковке труб», не должен превышать значений, указанных в табл. 1.</li> </ul>	Сухая и (или) увлажненная мягкая ткань, технический спирт, ацетон, линейка, маркер, нож, ручной/механический скребок, гильотина, защитная палатка.

2.	Сборка стыка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Если свариваемые концы труб имеют <b>овальность больше указанного в табл. 2</b>, то перед сборкой стыка для придания им округлой формы используют инвентарные калибрующие зажимы, которые устанавливаются на трубы на удалении 15—30 мм от меток или устраняют овальность при помощи специальных приспособлений.</li> <li>• Посадить муфту (соединяемую деталь) на конец первой трубы до совмещения торцов муфты (соединяемой детали) и трубы. Закрепить конец трубы в зажиме позиционера см. рис. «Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем» схема б.</li> <li>• Установить в упор в торец первой трубы и закрепить конец второй трубы в зажиме позиционера см. рис. «Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем» схема в.</li> <li>• Посадить муфту (соединяемую деталь) на конец второй трубы на 0,5 длины муфты (соединяемой детали) см. рис. «Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем» схема г.</li> <li>• Величину зазора между торцами труб в муфте, е см. рис. «Установка зазора при стыковке труб», <b>не рекомендуется превышать значений, указанных в табл. 1.</b></li> <li>• В случае если муфты имеют внутренний ограничитель (кольцевой уступ), то сборка труб производится до упора торцов труб в кольцевой уступ и собранное соединение закрепляется в позиционере.</li> <li>• Подключить к клеммам муфты (соединяемой детали) токоподводящих кабелей от сварочного аппарата см. рис. «Собранный стык под сварку» схема д.</li> </ul>	Центрирующий позиционер, центрирующий хомут, выпрямляющий позиционер, калибрующие зажимы, защитная палатка, оборудование для сварки в комплекте.
3.	Сварка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Установить параметры программы процесса сварки на сварочном аппарате в ручном режиме или в режиме считывания штрих-кода.</li> <li>• Запустить процесс сварки.</li> <li>• Отключить сварочный аппарат от клемм муфты.</li> <li>• После завершения процесса сварки выдержать сварное соединение в течение времени охлаждения, указанном в паспорте детали с ЗН или на штрих-коде. В течение времени выдержки (охлаждения) сварного соединения запрещается перемещать и нагружать соединение.</li> <li>• Поставить клеймо сварщика несмываемым маркером на наружной поверхности трубы.</li> <li>• Произвести внешний осмотр сварного соединения. Непосредственный исполнитель – руководитель сварочных работ, он же и исполнитель пооперационного контроля качества.</li> <li>• Полный контроль сварного соединения проводить согласно проекта с учетом требований СП 42-103-2003.</li> </ul>	Оборудование для сварки в комплекте, защитная палатка.

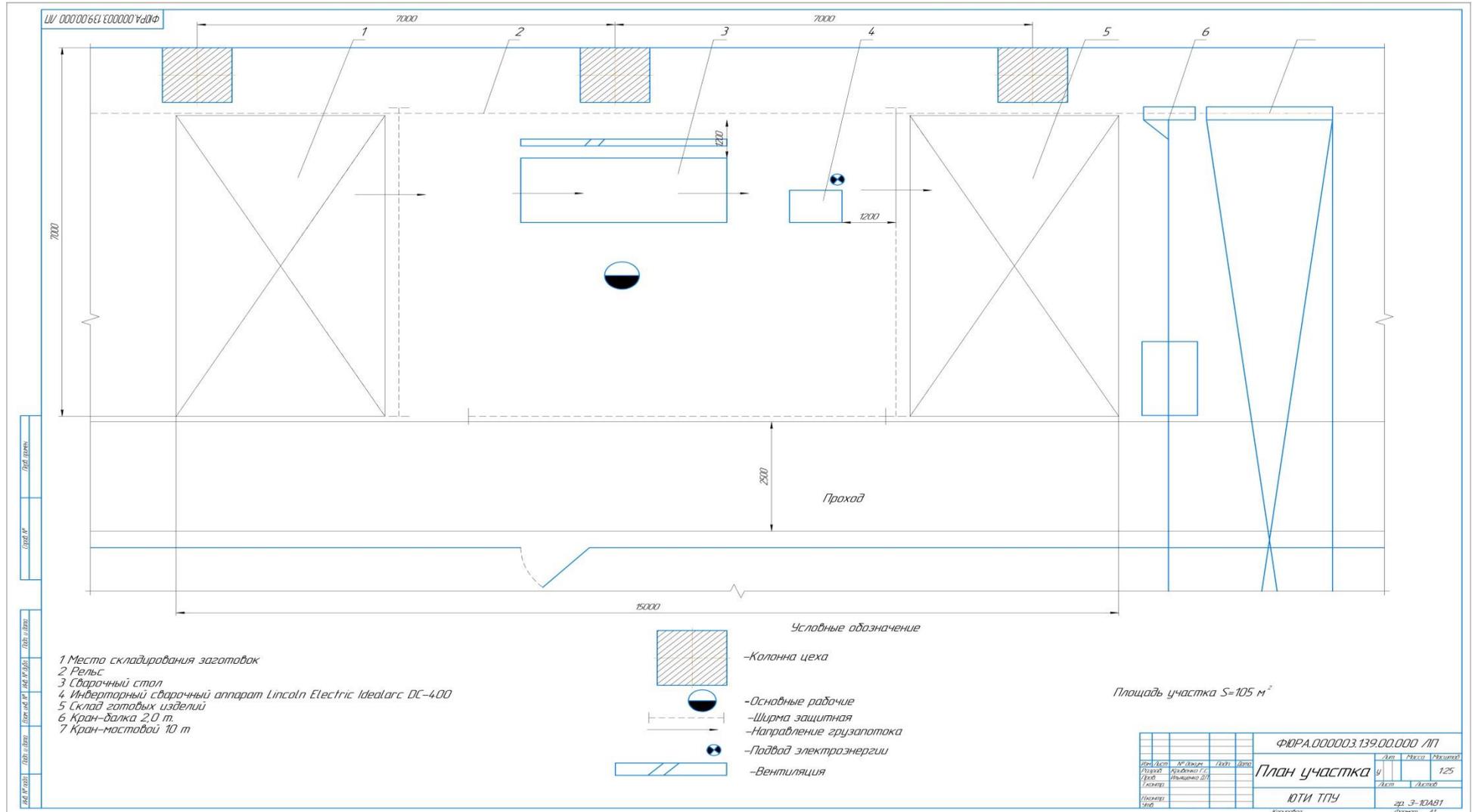
Операционная технологическая карта разработана на основании требований

СП 40-102-2000; СП 42-103-2003. Не оговоренные в данной технологической карте операции выполнять в соответствии с требованиями указанных документов.

Карта утверждена:

Карта разработана:

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д





Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)  
Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ЮТИ ТПУ)

Направление подготовки 15.01.03 «Машиностроение», специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

# **Разработка технологии сборки и сварки узла цокольного ввода газопровода с переходом полиэтилен/сталь**

Исполнитель:  
студент гр. 3-10А81  
Руководитель:  
к. т. н., доцент

Кривенко Г.С.

Ильященко Д. П.

Юрга 2023 г.

## **Актуальность**

В настоящее время в связи с федеральной программой газификации регионов Российской Федерации 2021 – 2025г., заметным увеличением транспортировки нефтегазовых продуктов на первый план выходит задача снижения себестоимости и сокращения сроков строительства трубопроводов. Известно, что на сварочно-монтажные работы приходится основная часть всего строительного периода. Именно поэтому при сооружении магистральных и межпоселковых трубопроводов остро стоит проблема выполнения сварочных работ с высокой производительностью и стабильным качеством.

## Цель и задачи

Цель работы: разработать технологию сборки и сварки цокольного ввода газопровода, а также обеспечить наименьшую трудоёмкость изготовления.

Задачи :

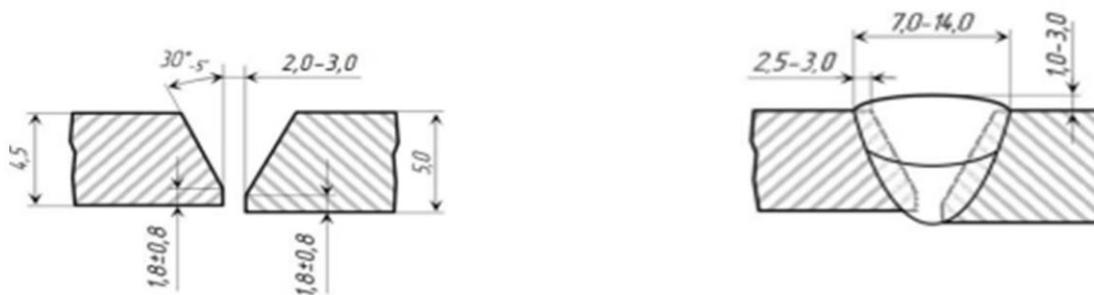
- выбрать способ сварки, подходящий для сборки и сварки цокольного ввода;
- подобрать сварочные материалы, оборудование и параметры режимов сварки для обеспечения заданных эксплуатационных свойств;
- разработать операционную технологическую карту сварки поворотных стыков труб;
- выбрать оборудование для проведения НК, обеспечивающее максимальную степень автоматизации.

# Поворотный стык

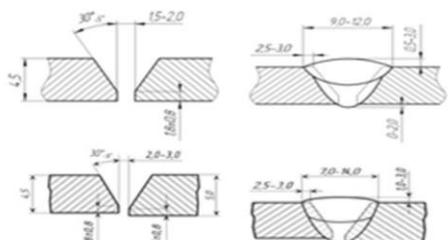
4



## Поворотный стык разнотолщинной стенки трубы



# Операционная технологическая карта сборки и сварки поворотных стыков труб

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА							
Сборки и ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия неповоротных стыковых соединений труб и труб с СДТ Ду150							
Наименование газопровода			Диаметр, толщина стенки, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений	Шифр карты	
Газопровод межпоселковый			159 x 4,5-5мм	РД	труба + труба, труба + СДТ	Ду150-001	
Характеристика труб			Предварительный подогрев		Подготовка под сварку, сборка и параметры сварного шва		Сварочные материалы
Номер ТУ	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Класс прочности	Временное сопротивление разрыву, кгс/мм <sup>2</sup>	Эквивалент углерода, % (по ТУ)	 <p>Подогрев до +50°-90°С при температуре окружающего воздуха ниже +5°С и/или наличии влаги на концах труб. Ширина зоны подогрева не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок</p> <p>Минимальное количество слоев шва: 2 с учетом корневого слоя</p> <p>Корневой слой: электроды типа Э50А по ГОСТ 9467-75 (Е7016 по AWS А5.1) УОНИ 13/55 Ø 2,5 мм</p> <p>Облицовочный слой: электроды типа Э50А по ГОСТ 9467-75 (Е7016 по AWS А5.1) УОНИ 13/55 Ø 3,2 мм</p>	
Труба Ø 159x4,5 ТУ 1380-036-05757848-2015	159,0	6,0	К42	42	до 0,43		
Отвод П90-159x5-09Г2С ГОСТ 17375-2001	159,0	6,0	К42	42	до 0,43		
Тройник П 159x5-09Г2С 273x12-159x8-09Г2С ГОСТ 17376-2001	159,0	8,0	К42	42	до 0,43		
Переход ПК 159x8-57x4-09Г2С ГОСТ 17378-2001	159,0	8,0	К42	42	до 0,43		
Изолирующая монолитная муфта ИММ-159-5,4-У ТУ 3647-006-93719333-2009	159,0	6,0	К42	42	до 0,43		
Режимы ручной дуговой сварки							
Сварочный слой	Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток (А) в зависимости от положения при сварке			Род тока, полярность	
			нижнее	вертикальное	потолочное		
Корневой	УОНИ 13/55	2,5	80-90	70-90	70-80	постоянный обратная	
Облицовочный	УОНИ 13/55	2,5, 3,2	80-90 100-120	70-90 110-170	70-80 110-150		
Электроды с основным видом покрытия перед сваркой должны быть прокалены в соответствии с рекомендациями изготовителя. При отсутствии рекомендаций изготовителя, электроды должны быть прокалены при температуре +350...°С до +380 °С в течение от 1 до 2 ч. Прокаленные электроды хранить в термопленках при температуре от +100 °С до +150 °С. Повторная прокалка электродов с ос-							

# Перечень и последовательность операций сборки и сварки

новым видом покрытия должна проводиться не более 5 раз, при общем времени прокалки не более 10 ч.

## Дополнительные требования и рекомендации

1. Сварку соединения выполнять одним сварщиком.
2. Возбуждение дуги при сварке следует выполнять только с поверхности разделки кромок свариваемых элементов. Не допускается закигать дугу на поверхности металла труб, СДТ.
3. Не допускается приваривать обратный кабель к телу трубы.
4. Направление сварки для всех слоев шва - на подъем.
5. Межслойная температура должна составлять +50°...+250°С. Если температура опустилась ниже +50°С, следует произвести сопутствующий подогрев до температуры +50°-300°С.
6. Максимальная температура нагрева трубы в месте начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать +100°С.
7. При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции.
8. При сварке соединений труб и СДТ с внутренним гладкостным покрытием должна быть обеспечена его сохранность.
9. Не допускается применять присадки, непосредственно подаваемые в сварочную дугу или предварительно закладываемые в разделку кромок свариваемых элементов.
10. Не допускается оставлять стык не завершенным.
11. Запрещается перемещать свариваемые элементы до полного завершения сварки корневого и первого заполняющего слоев шва.
12. Сварка должна производиться в палатках, обеспечивающих защиту зоны сварки от ветра и атмосферных осадков.

## ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ

№ п/п	Операция	Содержание операций	Оборудование и инструмент
1	Очистка труб	• Внутреннюю и наружную поверхности концов труб, свободных от изоляции и СДТ очистить от земли и других загрязнений. При очистке целостность внутреннего гладкостного покрытия не должна быть нарушена.	Скребок, щетка
2	Подготовка кромок	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Осмотреть поверхность и кромки труб и СДТ.</li> <li>• Устранение допустимых поверхностных дефектов концов труб (риски и царапины глубиной не более 0,3 мм, не выходящие за пределы минимального отклонения на толщину стенки) должно производиться механическим способом - шлифмашинами с набором дисковых проволочных щеток. При этом толщина стенки концов труб после механической обработки не должна выйти за пределы минусовых допусков (до 5,25 мм), шероховатость поверхности после шлифовки должна быть не более Rz40.</li> <li>• Забоины и задиры фасок глубиной до 5,0 мм ремонтировать электродами с основным видом покрытия типа Э50А по ГОСТ 9467-75 (Е7016 по AWS А5.1) Ø 2,5 мм с предварительным подогревом до +100°С...+130°С.</li> <li>• Зачистить отремонтированные поверхности кромок труб шлифованием, при этом должна быть восстановлена заводская разделка кромок, а толщина стенки трубы не должна быть выведена за пределы минусового допуска.</li> <li>• Плавные вмятины на концах труб глубиной до 5,5 мм (до 3,5% от диаметра трубы) выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом изнутри трубы до +100°С...+150°С независимо от температуры окружающего воздуха. В случае повреждения изоляционного покрытия оно должно быть отремонтировано. После правки вмятин, с целью выявления возможных расслоений, выполнить ультразвуковой контроль поверхности трубы в границах, превышающих размеры вмятин на величину не менее 40 мм.</li> <li>• Не допускаются вмятины любых размеров торцев труб с механическими повреждениями поверхности металла. На наружной и внутренней поверхности концов труб на расстоянии менее 40 мм от торцов не допускаются трещины, закаты, расслоения. Концы труб с забоинами и задирами фасок более 5,0 мм или вмятинами более 11,4 мм, наружными дефектами (риски, задиры, царапины) глубиной, превышающей минусовый допуск толщины трубы (до 5,25 мм) должны быть отрезаны, а образовавшуюся кромку обработать шлифмашиной на глубину не менее 1,0 мм, восстановив геометрию кромок в соответствии с эскизом, выполнить ультразвуковой контроль всего периметра участка трубы на ширине не менее 40 мм от резаного торца.</li> </ul>	Скребок, щетка, рулетка, линейка, рейки, машина орбитальной резки, источник питания (сварочный выпрямитель), шлифмашина УШС-3 гидравлический домкрат.

# Перечень и последовательность операций сборки и сварки

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Резку трубу выполнить механизированной орбитальной газовой резкой с последующей механической обработкой резаных торцов трубу станком подготовки кромок СПК или шлифмашинкой на глубину не менее 1,0 мм с восстановлением заводской формы разделки кромок, при этом должна быть обеспечена перпендикулярность торца трубы к оси трубопровода.</li> <li>• После вырезки дефектного участка трубы, а также во всех случаях резки труб, с целью выявления расслоений, выполнить ультразвуковой контроль всего периметра участка трубы на ширине не менее 40 мм от резаного торца. При наличии расслоений торец трубы отрезать на расстояние не менее 300 мм и произвести повторный ультразвуковой контроль.</li> <li>• Зачистить до чистого металла прилегающие к кромкам внутреннюю и наружную поверхности трубы на ширину не менее 15 мм.</li> <li>• Удалить усиление заводских продольных швов снаружи трубы до величины 0-0,5 мм на участке шириной 10-15 мм от торца трубы.</li> <li>• Соединительные детали трубопровода с наружными дефектами (царапины, риски, задиры глубиной более 0,2 мм), вмятинами, забоинами, задирами кромок браковать.</li> <li>• После механической обработки при перерыве в работе концы труб и СДТ должны быть защищены от механических повреждений инвентарными заглушками.</li> </ul>	
3	Сборка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Собрать стыковое соединение с применением наружного центратора с зазором 2,0 – 3,0 мм.</li> <li>• При сборке заводские швы следует смещать относительно друг друга не менее, чем на 75 мм. При этом они должны располагаться в верхней половине периметра свариваемых труб (предпочтительно в положении от 10<sup>00</sup> до 2<sup>00</sup> ч).</li> <li>• Смещение кромок должно быть равномерно распределено по периметру стыка. Максимальная величина распределенного наружного смещения не должна превышать 2,0 мм. При сборке запрещается любая ударная правка торцов.</li> <li>• Количество прихваток не менее 2-х протяженностью 20-30 мм. Прихватки следует выполнять сварочными материалами, рекомендованными для сварки корневого слоя шва. Прихватки должны располагаться на расстоянии не ближе 100 мм от заводских швов свариваемых элементов.</li> <li>• В случае сборки на наружном центраторе начальный и конечный участок каждой прихватки следует обработать механическим способом для обеспечения плавного перехода при сварке корневого слоя шва. Прихватки не должны иметь трещин и выходящих на поверхность пор и шлаковых включений. При необходимости установить новые прихватки рядом с дефектными. Дефектные прихватки вырезать шлифованием.</li> <li>• Перед сваркой поверхности труб с изоляцией, примыкающие к зоне сварки, накрыть термоизолирующими поясами для защиты изоляционного покрытия от брызг металла.</li> </ul>	Наружный центратор, источник питания (сварочный выпрямитель), шлифмашинка, металлическая щетка, УШС-3, линейка, термоизолирующие пояса
4	Подогрев	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Осуществить предварительный подогрев до температуры, указанной в разделе «Предварительный подогрев» (до +50°-30°С).</li> <li>• Контроль температуры подогрева производить не менее, чем в 2-х точках равномерно расположенных по периметру стыкового соединения на расстоянии от 10 до 15 мм.</li> </ul>	Однопламенные газовые горелки, контактный термометр, линейка
5	Сварка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сварка корневого слоя шва электродами с основным видом покрытия выполнять «на подъем» по противоположным полупериметрам.</li> <li>• В процессе сварки необходимо контролировать межслойную температуру.</li> <li>• Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва должны быть удалены от заводских сварных швов труб на расстояние не менее 50 мм.</li> <li>• Места начала и окончания сварки каждого последующего слоя сварного шва должны быть смещены относительно мест начала и окончания сварки предыдущего слоя шва, при этом место начала сварки должно быть смещено на расстояние не менее 30 мм, место окончания сварки должно быть смещено на расстояние не менее 70 мм.</li> <li>• Выполнить сварку корневого слоя шва. Участки корневого слоя следует равномерно располагать по периметру сварного соединения в окнах центратора, начало и конец каждого участка должны быть обработаны механическим способом шлифмашинкой и иметь плавный переход для сварки оставшейся части корневого слоя шва.</li> <li>• Не допускается освобождать стягивающие механизмы центратора до выполнения не менее 60 % (299 мм) корневого слоя шва.</li> <li>• По окончании сварки корневого слоя произвести тщательную обработку абразивным кругом поверхности слоя шва.</li> <li>• Провести визуальный контроль корневого слоя шва. Корневой шов не должен иметь трещин и выходящих на поверхность пор и шлаковых включений. Выявленные дефекты (кроме трещин) удалять вышлифовкой абразивным кругом с повторной заваркой.</li> <li>• Выполнить сварку заполняющего слоя шва в направлении «на подъем».</li> <li>• По завершении каждого прохода производить послойную зачистку от шлака и брызг. При этом после выполнения каждого заполняющего слоя за-</li> </ul>	Источник питания (сварочный выпрямитель), напильник, угловая шлифмашинка, металлическая щетка, защитные очки, УШС-3, маркер, линейка, рулетка, зубило, молоток, термозащитные пояса, теплоизолирующий пояс, термометры.

# Перечень и последовательность операций сборки и сварки

		<p>чистка производится дисковой проволочной щеткой.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнять визуальный контроль заполняющих слоев. Недопустимыми дефектами являются трещины, прожоги, выходящие на поверхность поры и шлаковые включения. Выявленные дефекты (кроме трещин) удалять <u>вышлифовкой</u> абразивным кругом с повторной заваркой.</li> <li>• Выполнить сварку облицовочного слоя шва.</li> <li>• Облицовочный слой шва должен быть выполнен с плавным переходом к основному металлу без образования подрезов по кромкам и перекрывать основной металл в каждую сторону на расстояние 2,5 – 3,0 мм. Высота усиления должна составлять 1,0-3,0 мм.</li> <li>• Выровнять <u>шлифкругом</u> видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя шва с чешуйчатостью более 1 мм, а также участки с превышением усиления шва. Валик облицовочного слоя должен иметь плавный переход к основному металлу. В облицовочном слое не должно быть недопустимых дефектов: трещин, выходящих на поверхность пор и шлаковых включений, грубой чешуйчатости.</li> <li>• Зачистить прилегающую к сварному шву поверхность трубы от шлака и брызг.</li> <li>• В непосредственной близости от выполненного сварного соединения несмываемой краской нанести номер сварного соединения, километраж, дату сварки, клейма сварщиков или бригадное клеймо. Ответственность за маркировку сварного соединения возлагается на специалиста сварочного производства (уровня II-IV).</li> <li>• По окончании сварки при температуре окружающего воздуха ниже +5°C сварное соединение накрыть влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания.</li> </ul>	
6	Не разрушающий контроль	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стыковое сварное соединение должно быть подвергнуто визуальному измерительному и неразрушающему контролю в объеме, предусмотренном требованиями таблицы раздела 6 СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов».</li> <li>• Неразрушающий контроль сварных соединений осуществлять согласно требованиям технологических карт на контроль.</li> </ul>	Оборудование и материалы для проведения неразрушающего контроля
<p>Не оговоренные в данной технологической карте операции должны выполняться в соответствии с требованиями СП 86.13330.2022, СТО Газпром 2-2.2-136-2007, СТО Газпром 2-2.2-649-2012, «Временными требованиями к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром»».</p>			



## Общий вид источника питания Lincoln electric DC-400



# ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПЭ ЗН

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА																																	
сборки и сварки с закладными нагревателями стыковых соединений полиэтиленовых газопроводов																																	
Организация	Наименование трубопровода	Диаметр, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений	Шифр карты																												
		Ø20-1200	ЗН	труба + муфта + труба; труба + СДТ; труба + муфта + СДТ	ОТК 002																												
Характеристика свариваемых элементов		Эскиз сварного соединения																															
Марка полиэтилена	Диаметр, мм	Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем	Установка зазора при стыковке труб	Собранный под сварку стык																													
Труба ПЭ100, ПЭ80	20-1200	   <p>а - подготовка соединяемых элементов; б, в, г - этапы сборки стыка; 1 - труба; 2 - метка посадки муфты и механической обработки поверхности трубы; 3 - муфта; 4 - закладной нагреватель; 5 - клеммы токопровода; 6 - позиционер;</p>	<p>а - максимальный допуск косого среза трубы; е - максимальный зазор между двумя концами труб в муфте;</p> <p><b>Таблица 1</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Диаметр, мм</th> <th>20 - 40</th> <th>63</th> <th>110</th> <th>160</th> <th>225</th> <th>315-1200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>а</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>е</td> <td>-</td> <td>7</td> <td>11</td> <td>16</td> <td>20</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Таблица 2</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Диаметр, мм</th> <th>20 - 32</th> <th>63</th> <th>110-1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Допустимая овальность, мм</td> <td>0,3</td> <td>0,9</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Диаметр, мм	20 - 40	63	110	160	225	315-1200	а	2	3	5	7	8	10	е	-	7	11	16	20	24	Диаметр, мм	20 - 32	63	110-1000	Допустимая овальность, мм	0,3	0,9	1,5	<p>7 - токоподводящие кабели сварочного аппарата;</p>
Диаметр, мм	20 - 40		63	110	160	225	315-1200																										
а	2		3	5	7	8	10																										
е	-		7	11	16	20	24																										
Диаметр, мм	20 - 32	63	110-1000																														
Допустимая овальность, мм	0,3	0,9	1,5																														

# Дополнительные требования к сварке ПЭ

Дополнительные технологические требования по сварке:			
<p>1. При сварке на открытом воздухе во время дождя, снегопада, тумана необходимо защищать рабочие места сварщиков специальными укрытиями (палатками).</p> <p>2. Сварку допускается производить при температуре наружного воздуха не ниже минус 15°С. При более низкой температуре наружного воздуха сварку следует производить в инвентарных укрытиях с поддержанием температуры воздуха не ниже минус 15°С. При выполнении сварочных работ место сварки необходимо защищать от воздействия атмосферных осадков и пыли.</p> <p>3. По внешнему виду трубы должны иметь гладкие наружную и внутреннюю поверхности. Допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, паразиты на поверхности и по торцам труб глубиной не более 0,3 мм – для труб с номинальной толщиной стенки до 10 мм, не более 0,7 мм – для труб с толщиной стенки от 10 до 30 мм, не более 1,5 мм для труб с толщиной стенки более 30 мм, не выходящие толщину стенки труб за пределы допустимых отклонений – не менее номинальной толщины стенки трубы. На наружной, внутренней и торцевой поверхностях не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения.</p> <p>4. Внутренние и наружные поверхности соединительных деталей не должны иметь следов усадки, трещин, вздутий и других повреждений, ухудшающих их эксплуатационные свойства. Допускаются незначительные следы от формирующего инструмента, следы механической обработки и холодных стыков.</p> <p>5. Трубы, соединительные детали и материалы, имеющие дефекты, выходящие их за пределы допусков, должны отбраковываться.</p> <p>6. Кольцевой зазор между трубой и соединительной деталью не должен, как правило, превышать 0,3 мм и после сборки на трубе должны быть видны следы механической обработки.</p> <p>7. Детали с закладными нагревателями, поставляемые изготовителем в индивидуальной герметичной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сваркой, обезжириванию допускается не подвергать.</p> <p>8. Механическую обработку и протирку труб и деталей производят непосредственно перед сборкой и сваркой. Детали с закладными нагревателями механической обработке не подвергаются.</p> <p>9. Во избежание повреждения закладных нагревателей (проволочных электродогревателей) надевание детали с ЗН на конец трубы или введение конца трубы в муфту производят без перекосов. Концы труб, входящие в соединительные детали, не должны находиться под действием изгибающих напряжений и под действием усилий от собственного веса. Муфты после монтажа должны свободно вращаться на концах труб от нормального усилия руки.</p> <p>10. Трубы сваривают при обеспечении неподвижности соединения в процессе нагрева и последующего естественного охлаждения.</p> <p>11. Параметры режимов сварки устанавливаются в зависимости от вида и сортамента используемых соединительных деталей с ЗН и (или) сварочных аппаратов в соответствии с указаниями заводов-изготовителей в паспортах изделий. При включении аппарата процесс сварки происходит в автоматическом режиме.</p> <p>12. При производстве работ должны выполняться требования по охране труда, промышленной безопасности, экологии окружающей среды и менеджменту качества.</p>			
ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ			
№ п/п	Операция	Содержание операции	Оборудование и инструмент
1.	Подготовка концов труб	<ul style="list-style-type: none"> <li>Концы труб, деформированные сверх нормативного значения или имеющие забоины, обрезать под прямым углом.</li> <li>Очистить полость труб и деталей от грунта, снега и др.</li> <li>Очистить поверхности концов свариваемых труб и деталей сначала увлажненной, затем сухой ветошью на длину не менее 1,5 длины раструбной части применяемых для сварки деталей.</li> <li>Произвести механическую обработку (снятие слоя толщиной 0,1-0,2 мм) поверхности концов свариваемых труб на длину, равную не менее 0,5 длины используемой детали.</li> <li>На концы свариваемых труб нанести метки глубины посадки муфты (соединительной детали), равные половине ее длины.</li> <li>Обезжирить свариваемые поверхности труб и муфты (соединительной детали) путем протирки салфеткой из хлопчатобумажной ткани, смоченной в спирте.</li> <li>Максимальный допуск косого среза трубы, а см. рис. «Установка зазора при стыковке труб», не должен превышать значений, указанных в табл. 1.</li> </ul>	<p>Сухая и (или) увлажненная мягкая ткань, технический спирт, ацетон, лопатка, маркер, нож, ручной механический скребок, гильотина, защитная палатка.</p>

## Последовательность операций

2.	Сборка стыка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Если свариваемые концы труб имеют овальность больше указанного в табл. 2, то перед сборкой стыка для придания им округлой формы используют инвентарные калибрующие зажимы, которые устанавливаются на трубы на удалении 15—30 мм от меток или устраняют овальность при помощи специальных приспособлений.</li> <li>• Посадить муфту (соединяемую деталь) на конец первой трубы до совмещения торцов муфты (соединяемой детали) и трубы. Закрепить конец трубы в зажиме позиционера см. рис. «Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем» схема б.</li> <li>• Установить в упор в торец первой трубы и закрепить конец второй трубы в зажиме позиционера см. рис. «Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем» схема в.</li> <li>• Посадить муфту (соединяемую деталь) на конец второй трубы на 0,5 длины муфты (соединяемой детали) см. рис. «Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем» схема г.</li> <li>• Величину зазора между торцами труб в муфте, см. рис. «Установка зазора при стыковке труб», не рекомендуется превышать значений, указанных в табл. 1.</li> <li>• В случае если муфты имеют внутренний ограничитель (кольцевой уступ), то сборка труб производится до упора торцов труб в кольцевой уступ и собранное соединение закрепляется в позиционере.</li> <li>• Подключить к клеммам муфты (соединяемой детали) токоподводящих кабелей от сварочного аппарата см. рис. «Собраный стык под сварку» схема д.</li> </ul>	Центрирующий позиционер, центрирующий комут, выпрямляющий позиционер, калибрующие зажимы, защитная палатка, оборудование для сварки в комплекте.
3.	Сварка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Установить параметры программы процесса сварки на сварочном аппарате в ручном режиме или в режиме считывания штрих-кода.</li> <li>• Запустить процесс сварки.</li> <li>• Отключить сварочный аппарат от клемм муфты.</li> <li>• После завершения процесса сварки выдержать сварное соединение в течение времени охлаждения, указанном в паспорте детали с 3Н или на штрих-коде. В течение времени выдержки (охлаждения) сварного соединения запрещается перемещать и нагружать соединение.</li> <li>• Поставить клеймо сварщика несмываемым маркером на наружной поверхности трубы.</li> <li>• Произвести внешний осмотр сварного соединения. Непосредственный исполнитель – руководитель сварочных работ, он же и исполнитель пооперационного контроля качества.</li> <li>• Полный контроль сварного соединения проводить согласно проекта с учетом требований СП 42-103-2003.</li> </ul>	Оборудование для сварки в комплекте, защитная палатка.
Операционная технологическая карта разработана на основании требований СП 40-102-2000; СП 42-103-2003. Не оговоренные в данной технологической карте операции выполнять в соответствии с требованиями указанных документов.			

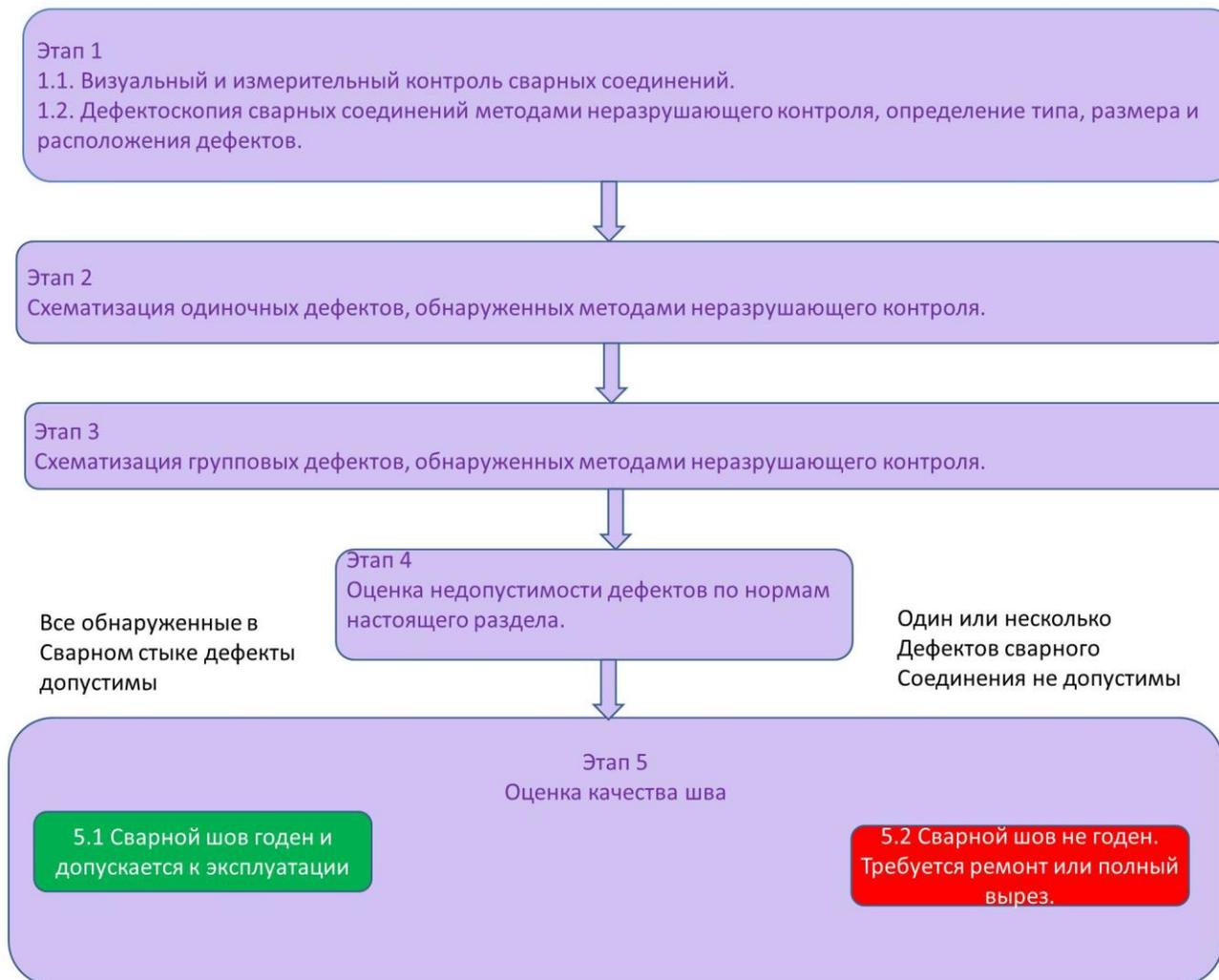
## Общий вид аппарат трасса - М

14



# Регламент проведения НК

15



## Методы контроля и оборудование

16



- Аппарат неразрушающего контроля кольцевых сварных соединений трубопроводов «Арина - 9» включает в себя важные факторы:
  - Нужна мобильность. В 90% случаев, с рентгеновским аппаратом «Арина-9» работают в полевых условиях. В 10% — выполняют контроль в труднодоступных местах.
  - Необходимо относительно надёжное, проверенное и бюджетное решение, с поправкой на меньший срок службы по отношению к рентгенаппаратам постоянного тока.
  - Предполагается контролировать объекты с радиационной толщиной, не предусматривающей проведения частых длительных экспозиций. При использовании чувствительной рентгеновской плёнки и усиливающих экранов время экспозиции можно сократить.
  - Требования к чувствительности контроля таковы, что позволяют выполнять его импульсными рентгеновскими аппаратами в соответствии с нормативной документацией.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УЧАСТКА

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа ед.. <u>штук</u>	741
2	Трудоемкость изготовления одного изделия, час	2,22
3	Кол-во оборудования, <u>шт</u>	1
4	Кол-во рабочих, чел	4
5	Норма расхода материала, <u>кг</u>	130,616
6	Количество приведенных затрат, <u>руб/изд.</u> × год.	13209168,05
7	Себестоимость одного изделия, <u>руб</u>	17699,9

## Негативные факторы сварочного производства

Вредные и травмоопасные факторы сварочного производства	Источники возникновения фактора	Влияние фактора на человека	Защита от негативного фактора
Локальные вибрации	Ручной виброинструмент по зачистке сварных конструкций	Спазмы сосудов, снижение кожной чувствительности, деформирование суставов	Защитные покрытия, виброизолирующие рукавицы, виброзащитные рукоятки инструмента
Акустические колебания: 1. Шум 2. Ультразвук	1. Сварочное оборудование 2. Ультразвуковые дефектоскопы	1. Снижение внимания, уменьшение скорости реакции, нарушение обмена веществ, профзаболевания 2. Нарушения нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной систем	1. Звукоизолирующие ограждения, акустические экраны, проиивошумные наушники и др. 2. Звукоизолирующие кожухи, экраны, виброизолирующие покрытия
Инфракрасное излучение	Нагретый металл	Ожоги	Спецодежда
Электрический ток	Электрооборудование, электропроводка	Ожоги, нарушение состава крови, разрыв тканей, нарушение внутренних биологических процессов	Защитное заземление, зануление, изоляция токопроводов, диэлектрические перчатки, боты, коврики, маты и подставки
Ионизирующие излучения	Гамма-рентгено-дефектоскопия	Злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни.	Защитная среда: вода, алюминий, свинец
Электромагнитные поля	Сварочные машины	Нарушения функции ЦНС, дыхательной системы, пищеварительного тракта, раздражительность.	Металлические экраны, проволочные сетки, эластичные пенопласты

Нормативные документы: ГОСТ 12.3.004-75 "ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности";  
 СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве"; "Правила техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах"; "Санитарными правилами при сварке, наплавке и резке металлов";  
 "Правила техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах".

## ВЫВОДЫ

1. В работе предложено использовать ручную дуговую электросварку, так как она на сегодняшний день согласно инструкции СТО Газпром является более подходящей для толщины стенки трубы до 5 мм.
2. Разработана операционная технологическая карта сборки и сварки кольцевых стыковых сварных соединений труб и СДТ.
3. Для проведения НК предложено использовать аппарат «Арина – 9», так как на сегодняшний день является самым простым в применении, легким и переносным.
4. Выбрано сварочное оборудование, соответствующее техническим требованиям.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**