

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»
 Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ-СВАРКИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВОГО КОРПУСА

УДК 697.4:725.1:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Жалеева М. Я		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры СП	Ильященко Д. П.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Специалист по УМР кафедры СП	Павлов Н. В.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭиФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	Д.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Руководитель ВКР

Студент гр. 3-10А20

Ильященко Д. П.

Жалеева М. Я.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»
 Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20	Жалеевой Марвие Ягфаровне

Тема работы:

Разработка технологии сборки-сварки системы отопления административно-бытового корпуса

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	30.01.2017 г. № 14/с
--	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2017г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(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.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.000001.242 ЛП План размещения системы отопления. Первый этаж 1 лист (А1). 2. Тема. 3. Актуальность и новизна работы. 4. Цели и задачи. 5. Выводы.</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры СП	Ильященко Д. П.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А20	Жалеева М. Я.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
 Кафедра «Сварочное производство»
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016 – 2017 учебного года)

Форма представления работы:

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2017г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.05.2017	Обзор литературы	20
15.05.2017	Объекты и методы исследования	20
22.05.2017	Расчеты и аналитика	20
08.06.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
14.06.2017	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры СП	Ильященко Д. П.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	К.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A20	Жалеева М. Я.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	«Машиностроение»

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

Оценка стоимости производства по двум различным технологическим процессам системы отопления административно-бытового корпуса

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления*
2. *Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями*
3. *Определение затрат на основные материалы*
4. *Определение затрат на вспомогательные материалы*
5. *Определение затрат на заработную плату*
6. *Определение затрат на силовую электроэнергию*
7. *Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A20	Жалеева М. Я.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20	Жалеевой Марвии Ягфаровне

Институт	ЮТИ	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки системы отопления административно-бытового корпуса на предмет возникновения:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.</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.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p> <p>СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредностей, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
---	--

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	-механические опасности (источники, средства защиты); -термические опасности (источники, средства защиты); -электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); -пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Охрана окружающей среды:	- защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды...
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	- перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Негативные факторы сварочного производства

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭ и ФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Жалеева Марвия Ягфаровна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 113 с., 5 рисунков, 23 таблицы, 47 источников, 1 приложение, 1 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, пайка, режимы сварки, медь, сварочное оборудование, производительность, припой, приспособление, флюс, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится разработка и сравнение технологий: сварка стальных труб, сварка полипропиленовых труб и пайка медных труб при монтаже системы отопления административно-бытового корпуса.

Объектом исследования является процесс изготовления системы отопления административно-бытового корпуса.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует выбрать технологию монтажа с наибольшей степенью надежности получаемого изделия и оптимальной себестоимостью производства.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки (определены режимы пайки), подобрано сварочное (паяльное) оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Произведено сравнение экономических затрат при различных технологиях монтажа отопления, что позволит выбрать наиболее экономически и технически выгодный технологический процесс.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 3.0. PowerPoint 2016 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Summary

Final qualifying work 113 pp., 5 figures, 23 tables, 47 sources, 1 annexes, 1 l. graphic material.

Keywords: fusion welding, soldering, welding modes, copper, welding equipment, performance, solder, flux, cost.

The relevance of the work: in this prom qualification development work and comparison technology: steel pipe welding, welding of polypropylene pipes and solder copper pipe when installing the heating system of the administrative Corps.

The object of research is the process of manufacturing heating systems the administrative Corps.

The goals and objectives of the study (work). As a result of this work, you must select the mounting technology with the highest degree of reliability of the resulting izzhelja and optimal cost price of production.

In the course of work calculated Sarki modes (modes defined soldering), picked up welding (soldering) equipment, Assembly-welding operations are normalized. Comparing the economic costs of different technologies for heating installation that allows you to select the most economically and technically advantageous technological process.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 3.0. PowerPoint 2016 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	14
1 Обзор литературы	17
1.1 Перспективные материалы для труб водоснабжения	17
1.1.1 Стальные трубы для отопления, их виды и технические характеристики	17
1.1.2 Полипропиленовые трубы: ГОСТ, СНиП и проверка качества	18
1.1.3 Медные трубы для отопления – лучшая система обогрева дома	20
1.2 Способы и материалы соединения	22
1.2.1 Контроль качества сварных соединений полимерных материалов по их светопрозрачности	22
1.2.2 Оборудование фирмы Semas Elettra (Италия) для термических способов сварки	22
1.2.3 Фирма KLN Ultraschall. Термические методы [полимерных материалов]	23
1.2.4 Системный аналитический подход к исследованию формирования материалов для паяного монтажа	23
1.2.5 Диффузионно-твердеющие сплавы на основе меди и галлия: калориметрии и структурные исследования	24
1.2.6 Разработка технологии сварки полипропиленовых труб в раструб при низких температурах	24
1.2.7 Разработка и свойства безсвинцовых припоев: модифицированный Ag-наночастицами графен/SnAgCu	26
1.3 Заключение	26
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Формулировка проектной задачи	27
2.2 Теоретический анализ	27
3 Результаты проведенного исследования	30
3.1 Инженерный расчёт	30
3.1.1 Выбор способа соединения труб и сварочных материалов	30

3.1.1.1 Понятие свариваемости материалов	39
3.1.2 Metallургические и технологические особенности базового способа сварки	42
3.1.3 Расчёт режимов сварки	53
3.2 Технологический раздел	55
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	55
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	56
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	62
3.2.4 Нормирование операций	62
3.2.4.1 Нормирование ручной дуговой сварки	62
3.2.4.2 Нормирование сварки полипропилена	65
3.2.4.3 Нормирование пайки меди	66
3.2.5 Выбор технологического оборудования	67
3.2.6 Контроль технологических операций	73
3.2.7 Разработка технической документации	77
3.3 Пространственное расположение производственного процесса	78
3.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха	78
3.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	80
3.3.3 Расчет основных элементов производства	80
3.3.3.1 Определение требуемого количества оборудования	80
3.3.3.2 Определение состава и численности работающих	80
3.3.4 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	80
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	83
4.1 Финансирование проекта и маркетинг	83
4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов	83
4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	84
4.2.2 Определение затрат на основные материалы	87
4.2.3 Определение затрат на вспомогательные материалы	89

4.2.4	Определение затрат на заработную плату	89
4.2.5	Определение затрат на силовую электроэнергию	90
4.2.6	Определение затрат на амортизацию оборудования	91
4.2.7	Определение затрат на амортизацию приспособлений	92
4.2.8	Определение затрат на ремонт оборудования	92
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	93
4.4	Основные технико-экономические показатели участка	95
5	Социальная ответственность	96
5.1	Описание рабочего места	96
5.2.	Законодательные и нормативные документы	97
5.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	99
5.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	101
5.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	101
5.5	Охрана окружающей среды	105
5.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	106
5.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	106
	Заключение	108
	Список использованных источников	109
	Приложение А. (Операционно-технологическая карта сборки и ручной дуговой сварки покрытыми электродами неповоротных кольцевых стыковых соединений труб)	114
	Диск CD-R	В конверте на обложке
	Актуальность работы	демонстрационный лист
	Цель и задача работы	демонстрационный лист
	Схема системы отопления административно-бытового корпуса	демонстрационный лист
	Технологии	демонстрационный лист

Достоинства и недостатки видов систем отопления из различных материалов	демонстрационный лист
Стоимость материалов (без сварочных материалов)	демонстрационный лист
Стоимость сварочных материалов и оборудования	демонстрационный лист
Стоимость работы и время	демонстрационный лист
Технологии сварки и пайки	демонстрационный лист
Технологический процесс сварки полипропилена	демонстрационный лист
Негативные факторы сварочного производства	демонстрационный лист
Основные технико-экономические показатели участка	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

Введение

Сварка – один из наиболее широко распространенных технологических процессов. Основное применение находит сварка металлов и их сплавов при монтаже, реконструкции, и ремонте и т.д.

Сварка широко применяется в производстве, из-за резкого сокращения расхода металла, сокращения сроков выполнения работ и трудоёмкости производственных процессов.

В нашу эпоху ручная дуговая сварка — ведущий способ соединения отдельных деталей при создании металлоконструкций. Сегодня сварку применяют совместно с литьем, штампованием и прокатом частей заготовок изделий. Такая сварка почти повсеместно вытеснила дорогостоящие и сложные цельноштампованные изделия.

Основными достоинствами ручной дуговой сварки являются следующие особенности:

- возможность сварки деталей во всех пространственных расположениях;
- возможность сваривания мест, имеющих ограниченный доступ;
- возможность относительно быстрого перехода между свариваемыми материалами;
- ручная электросварка – это возможность сваривания самых разных сталей, что обеспечивается широким спектром выпускаемых электродов;
- сварка подобная проста; кроме этого, ее относительно легко перевозить в необходимое вам место.

Пластиковые трубы благодаря своей демократичной стоимости и простоте соединения заняли лидирующие позиции в монтаже водопроводных и даже тепловых сетей. Несмотря на то, что эти конструкции менее прочные и долговечные, чем металлические, многие предпочитают именно их, собираясь поменять инженерные коммуникации в своих домах и квартирах. Особенно

привлекает быстрый монтаж изделий, поскольку пайка полипропиленовых труб позволяет создать прочное и надежное соединение буквально за несколько минут.

Применение медных труб позволяет устроить эффективную и долговечную систему отопления или водоснабжения. Наиболее простым и распространенным способом соединения таких изделий является технология пайки. Она предполагает наличие припоя – термопластичного вещества, обеспечивающего герметизацию стыка путем плавления и затекания под действием высокой температуры. После остывания он твердеет и фиксирует соединение.

К достоинствам системы отопления, изготовленной из медных труб, относятся:

- недоступная для труб, изготовленных из стали, гибкость;
- длительный срок эксплуатации: при правильно спроектированной и собранной отопительной системе трубы могут служить десятилетиями;
- небольшой вес. Медь пластична и прочна, что позволяет делать трубы с небольшой толщиной стенки. В результате получается, что весит она немного;
- выдерживает и высокие и низкие температуры (диапазон рабочих температур от +115°C до -40°C);
- медь определенной марки хорошо переносит водную среду, но для этого в ее состав вводят небольшую часть фосфора. На таких изделиях присутствует маркировка EN 1057 – в соответствии со стандартом DIN. Такие трубы не реагируют с водой и применяются как для водопровода, так и для отопления;
- не требуют наружной отделки. Сами медные трубы выглядят привлекательно и со временем их вид не портится. Если и возникает необходимость покрасить, то скорее из-за несоответствия новому дизайну помещения;
- не боится заморозки: после оттаивания продолжает

функционирование. Это очень важное качество для регионов с суровыми зимами;

- не пропускает никакие газы, кислород в том числе, который является активным окислителем;

- высокая стойкость к окислению;

- гладкая внутренняя поверхность, снижающая вероятность образования отложений, в отличие от стальных труб (у ППР и МП труб отложений нет).

- небольшой коэффициент температурного расширения;

- как и любое вещество, медь попадает в среду, которую транспортирует (исключение стекло и керамика). При небольших дозировках это полезно – она обладает дезинфицирующими свойствами. Ранее были сообщения о негативном влиянии большого количества меди на здоровье, но на сегодня никаких подтверждений не найдено и медь не считается вредной даже в больших дозах.

В данной выпускной квалификационной работе производится разработка технологии сборки-сварки системы отопления административно-бытового корпуса. В результате проведения данной работы следует получить технологию с наибольшей степенью экономичности и надежности, увеличивает производительность труда, улучшение условий труда, качество изготавливаемого изделия.

В современных условиях сварочного производства основным значением имеет увеличение производительности труда и уменьшение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентной способности изделия на потребительском рынке, что является основной задачей в современной экономической политике России.

1 Обзор литературы

1.1 Перспективные материалы для труб водоснабжения

1.1.1 Стальные трубы для отопления, их виды и технические характеристики

Главным достоинством стальных трубопроводов считают их прочность. Им очень сложно нанести повреждение механическим воздействием.

Небольшой показатель линейного увеличения позволяет для сети отопления из стальных труб не использовать компенсаторы. И, большой плюс стальных материалов – это отличная переносимость высокой температуры.

Они выдерживают очень высокие температуры. Также в таком отоплении может, поддерживается высокое давление. Если сварные работы в этом отоплении выполнены профессионально, то разгерметизация такой сети не угрожает.

Пожалуй, один существенный недостаток стальных изделий – это сложность их монтажа. Для соединения участков сети необходимо использовать сварочный аппарат и задействовать профессионального сварщика.

Стоимость работы мастера обойдется недешево, и габариты этих стройматериалов создают трудности при укладке.

Технические характеристики.

Потребительские критерии стальных труб для отопления определяются их техническими характеристиками:

- способ производства. Бесшовные трубы считают самыми высокопрочными, потому что шов становится ослабленной зоной на изделии. В роли покрытия для электропроводки подойдет любая заготовка, а вот для магистрали, действующей под высоким давлением, можно устанавливать только бесшовные виды;

- диаметр. Внутренний объем определяет размеры пропуска. Для

трубопровода это важный показатель;

- толщина стенки. От этого зависит конструкционная устойчивость и возможность выдерживать повышенное давление;

- верхнее покрытие. Оцинкованная оболочка защищает эти материалы от коррозионного влияния. Хромированное покрытие идет как элемент декора при изготовлении мебели;

- перфорация. Такую трубу применяют как обсадную при бурении скважин. Правда, в данной сфере эти материалы постепенно уступают место пластиковым типам.

Благодаря техническим характеристикам, применяют данные трубы во многих сферах. Если их перечислять, то проще указать те области, где их не применяют.

Стальные трубы для отопления при надлежащем качестве укладки являются долговечными изделиями. Развитие экономики немного поменяло критерии клиентов, и стальные трубопрокаты на сегодняшний день приобретают в случае крайней необходимости или при отсутствии выбора.

Но, невзирая на это, они характеризуются, как очень качественный и доступный по цене материал. Немаловажным дополнением к хорошему качеству и доступной цене будет долговечность этих изделий [1].

1.1.2 Полипропиленовые трубы: ГОСТ, СНиП и проверка качества

Появление полипропиленовых труб на российском рынке оказалось очень своевременным, когда в большинстве домов, построенных еще при советской власти, металлические водопроводные и отопительные трубы стали приходить в негодность, поскольку полностью отслужили свой срок.

Период некоторого недоверия к новым трубам из пластика длился недолго. Потребители по достоинству оценили качество, эстетику и эксплуатационные преимущества полипропиленовых труб.

Сегодня уже с уверенностью можно констатировать, что испытание полипропиленовых труб временем прошло исключительно успешно, и они стали более выигрышной альтернативой трубам из других материалов.

Основными нормативными документами в России являются СП, СНиП, ГОСТ: полипропиленовые трубы попадают под требования СП 40-101-96, СНиП 2.04.01-85, ГОСТ Р 52134-2003 и другие.

Основные требования ГОСТ, предъявляемые к трубам из полипропилена.

ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов ... Общие технические условия» регламентирует [2]:

- область применения: трубы из термопластов круглого сечения и фитинги применяются для транспортировки питьевой и технической воды, предназначены для обустройства систем ХВ и ГВС, отопления жилых и нежилых зданий;

- основные параметры и размеры приведены в документе в табличном виде, в этом параграфе содержатся данные о том, какие согласно ГОСТ Р 52134-2003 труба полипропиленовая должна иметь наружные и внутренние диаметры, толщину стенок, допустимые отклонения и т.п.;

- технические требования: большой параграф содержит характеристики, требования к надежности, сырью, материалам, комплектующим, рекомендации по комплектности, маркировке, упаковке;

- требования по безопасности и охране окружающей среды: это раздел указывает классы опасности при производстве труб, содержит ссылочные требования;

- правила приемки: здесь говорится о методах испытаний, размерах партий, порядке отбора образца труб и фитингов для тестовых проверок и т.д.;

- методы контроля: раздел регламентирует порядок проведения испытаний изделий.

1.1.3 Медные трубы для отопления – лучшая система обогрева дома

Несмотря на достаточно широкий выбор разнообразных материалов, применяемых при обустройстве систем отопления, специалисты особо выделяют медь и считают ее лучшим вариантом из всех доступных.

Медные трубы для отопления обладают достоинствами, ставящими их на лидирующие позиции среди аналогичной продукции из других материалов по многим техническим показателям. Данный материал является первым с точки зрения безопасности и безвредности. Кроме того, медь наделена бактерицидными свойствами. Трубы из нее способны выдерживать низкие и высокие температуры, большое давление.

Благодаря высокой прочности и коррозионной стойкости они гораздо менее материалоемки, чем другие трубы, и могут выпускаться с более тонкими стенками (в отличие от стальных, где запас толщины стенки предусмотрен под разрушение ржавчиной, а у пластика – чтобы выдержать высокое давление). Поэтому несмотря на высокую плотность меди трубы из нее достаточно легкие. Остальные преимущества будут приведены далее.

Преимущества использования медных труб:

- долговечность – не подвержены коррозии в естественных средах, технические характеристики неизменны на протяжении веков (поверхность внутренних стенок остается гладкой, что препятствует возникновению отложений, а наружных – не требует дополнительной защиты), медный трубопровод эксплуатируется без ремонта и замены столько времени, сколько непосредственно само здание;
- прочность – трубопровод на фитингах, смонтированный посредством пайки с использованием твердого припоя, способен выдержать максимальное давление более 500 атм при температурах среды до 600 °С;
- пластичность – можно гнуть, легко поддаются механической обработке;
- легкость – возможность проводить монтаж одному исполнителю;

- медь абсолютно непроницаема другими веществами, в том числе кислородом, а это очень важно для системы отопления;
- монтаж отопления можно проводить даже при сильном морозе;
- высокая теплопроводность – коэффициент теплоотдачи меди обеспечивает быстрый обогрев помещения и эффективность использования теплоносителя на максимально высоком уровне (энергия теплоносителя не тратится на разогрев металла труб, которые, в свою очередь, вместе с радиаторами тоже участвуют в отдаче тепла в помещении). Благодаря этому теплоотдача максимальна, а КПД системы отопления очень высок – снижается расход энергии, можно получить экономию на энергоносителях;
- незначительный коэффициент температурного линейного удлинения (расширения) – составляет 0,1 % от длины при нагреве от 20 °C до 90 °C, то есть всего 5 мм для пятиметровой трубы. благодаря этому при монтаже нет необходимости предусматривать значительные компенсационные участки;
- не боится "разморозки" системы – благодаря прочности и пластичности меди труба из нее выдерживает несколько замораживаний теплоносителя (до 3-х для труб из твердых марок меди и до 6-ти – для мягких) без разрушительных последствий для трубопровода;
- хлор, содержащийся в воде систем, способствует образованию на рабочей внутренней поверхности трубы патины – тончайшего прочного защитного слоя, обеспечивающего значительное продление срока службы медного трубопровода;
- стойки к ультрафиолетовому излучению;
- эстетичный внешний вид, сохраняющийся на протяжении всего срока эксплуатации.

Недостатки медных труб для отопительных систем.

Следует начать с главного "недостатка" медных труб – очень высокая стоимость. Действительно, медь – дорогое удовольствие. Труба из нее значительно дороже продукции из других материалов. Но стоит отметить, что благодаря возможности выпускать тонкостенные, а значит очень легкие,

медные трубы стоимость на них не так уж велика (цена формируется из расчета за вес единицы продукции из металла). В то же время если труба из меди дороже полипропиленовой в 2–4 раза, то медные фитинги дешевле, чем пластиковые, в 30–50 раз. За счет разветвленности внутридомовых систем общая стоимость монтажа отопления из полипропиленовых и медных труб будет сопоставима, а в ряде случаев медь может оказаться менее дорогостоящим вариантом [3].

1.2 Способы и материалы соединения

1.2.1 Контроль качества сварных соединений полимерных материалов по их светопрозрачности

Предложен новый метод неразрушающего контроля сварных соединений полимерных пленок и синтетических тканей, основанный на определении изменения светового потока, проходящего через сварной шов, дающий надежные и в достаточной мере воспроизводимые результаты, независимо от типа сварных швов. Определена зависимость светопрозрачности сварных швов от времени сварки для различных типов соединений. Установлена взаимосвязь светопрозрачности швов и разрывной нагрузки, позволяющая производить контроль качества сварных соединений [4].
Автореферат.

1.2.2 Оборудование фирмы Cemas Elettra (Италия) для термических способов сварки

Фирма специализируется на производстве установок для термической сварки термопластов. Каждый известный способ имеет свои достоинства и недостатки, поэтому правильный выбор делается экспертами для каждого отдельного случая. Для квазиодновременной сварки нескольких швов выпускается установка для сварки многоволоконным лазером с малой

длительностью цикла, обеспечивающая высокое качество соединений. Следует отметить установку, в которой сочетаются инфракрасный подогрев и сварка вибротрением с частотой 240 и 100 Гц. Выпускаются фирмой также установки для УЗ-сварки различных видов [5].

1.2.3 Фирма KLN Ultraschall. Термические методы [полимерных материалов]

В связи с расширением масштабов применения полимерных материалов возрастает значение методов соединения деталей из них. В этой области работает фирма KLN Ultraschall (Хеппенхаим), которая выпускает установки для 6 видов сварки - ультразвуковой, вибрационной, трением нагретым инструментом, ротационной трением, термическим и инфракрасной как в стандартном, так и в спей, исполнениях. Установки используются в медицине, автомобилестроении и др. отраслях [6].

1.2.4 Системный аналитический подход к исследованию формирования материалов для паяного монтажа

В процессе высокоплотного монтажа интегральных схем актуальным является подготовка поверхности и формирование вертикальных контактов под монтаж и пайку непосредственно на контактных площадках с использованием технологии химического и электрохимического осаждения. Электрохимические методы исследования составов электролитов позволяют прогнозировать характер протекающих при осаждении окислительно-восстановительных реакций. Анализ состава, структуры и термодинамических характеристик образцов дают представление о возможностях применения осажденного материала в качестве припойных систем [7].

1.2.5 Диффузионно-твердеющие сплавы на основе меди и галлия: калориметрии и структурные исследования

Диффузионно-твердеющие сплавы (ДТС) на основе меди и галлия, содержащие дополнительные металлические компоненты (такие как индий, висмут и др.) могут быть использованы в качестве бессвинцовых припоев, которые легко изготавливаются, затвердевают при комнатной температуре и обладают достаточной механической прочностью после отверждения. Одной из важных проблем является обеспечение высоких механических характеристик ДТС. При этом припои должны обладать также определенными оптимальными структурными и теплофизическими свойствами. В данном сообщении изучены термические (дифференциальная сканирующая калориметрия, ДСК) и микроструктурные (растровая электронная микроскопия) характеристики для ряда составов ДТС, обладающих высокой прочностью при сжатии. Фазовый состав припоев, идентифицированный методом ДСК, хорошо согласуется с данными электронной микроскопии рентгеноспектрального микроанализа [8].

Автореферат

1.2.6 Разработка технологии сварки полипропиленовых труб в раструб при низких температурах

Исследовали динамику температурного поля при сварке полипропиленовых труб в раструб при низких температурах и определены способы достижения распределения температуры с меньшей неоднородностью на стадии кристаллизации материала шва. При температурах воздуха, ниже допустимых, для сварки можно осуществить предварительный неравномерный (градиентный) подогрев конца свариваемой трубы и муфты, реализующий достижение на свариваемых поверхностях температуры из допустимого для сварки интервала. Для получения градиентного распределения температуры при предварительном подогреве свариваемых труб и муфты при низких температурах используются сменные насадки (гильза и дорн), в которых

поддерживается постоянная температура. Предварительный градиентный подогрев трубы осуществляется с внутренней, а муфты - с внешней поверхности. Предложена модель теплового процесса при предварительном градиентном подогреве и сварке, которая учитывает теплофизические характеристики материала труб, геометрические размеры, температуру окружающего воздуха, технологические параметры. На этапе нагрева (оплавления) и охлаждения (кристаллизации) фазовый переход в полипропилене учитывался в интервале температур, используя данные, полученные методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Задача решалась численно методом конечных разностей для полипропиленовой трубы PN 20 диаметром 63 мм. Найдены продолжительности градиентного подогрева: 420 с - для трубы, 360 с – для муфты. Для одновременного начала процесса нагрева (оплавления) градиентный подогрев трубы следует начать на 60 с раньше. Абсолютная разность температур на внешних и внутренних поверхностях муфты и трубы после подогрева составляет 60 °С. После градиентного подогрева проводится сварка полипропиленовых труб в раструб с помощью нагревательного устройства, состоящего из гильзы и дорна с температурой 260 °С. Осуществляется нагрев внутренней поверхности раструба муфты и наружной поверхности конца трубы в течение регламентированного времени. При сварке без подогрева при допустимых температурах в момент завершения кристаллизации разница температур на внешних и внутренних поверхностях стенок трубы и муфты составляет 45 °С. При сварке с градиентным подогревом эта разница составляет 20 °С. При сварке при допустимых температурах кристаллизация начинается через 3 с после приведения трубы и муфты в контакт и завершается примерно через 1,5 минуты, тогда как при сварке с градиентным подогревом кристаллизация начинается через 5 с и завершается через 7 минут. Расчеты показывают, что при сварке полипропиленовых труб в раструб предварительный подогрев с градиентным распределением температуры по толщине стенок конца трубы и

муфты позволяет получить более однородное распределение температуры на стадии кристаллизации сварного шва [9].

1.2.7 Разработка и свойства безсвинцовых припоев: модифицированный Ag-наночастицами графен/SnAgCu

Разработаны композиционные припои Sn-Ag-Cu (SAC), в матрицу которых инкорпорировали модифицированный Ag-наночастицами графен (Ag-GNSs). Экспериментами показано, что при увеличении содержания GNSs число интерметаллидных частиц существенно снижается и возрастает однородность структуры на границе раздела в сравнении с чистым SAC-припоем. Смачиваемость композиционных припоев Cu-субстратов значительно улучшается, также, как и термическая стабильность, и возрастает предел прочности при растяжении, но снижается пластичность [10].

1.3 Заключение

Стальные трубы, несмотря на свою дешевизну, очень сильно подвержены коррозии, тяжелы, и имеют толстую стенку. Полипропиленовые трубы легко монтируются, для монтажа не требуется особый навык, но из-за толстой стенки они обладают большим диаметром, и при большой длине труб, из-за теплового воздействия сильно расширяются и гнутся. Главный недостаток медных труб, их большая цена. Но зато они не загрязняют протекающую по ним воду, тонкие, долговечные, со временем не теряют внешний вид. Безсвинцовые припои, применяемые при пайке медных труб, также сохраняют воду в ее исходном состоянии. Медные трубы, являются лучшим вариантом, если нет проблемы с финансированием.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению 15.03.01, профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо рассмотреть технологии сварки стальных и полипропиленовых труб, пайки медных труб. При этом произвести выбор наиболее эффективной технологии, метода соединения труб, выбор сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современной и передовой по техническому уровню и высокоэффективной технологии по монтажу системы отопления, учитывая ее себестоимость, рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа существующих технологических процессов монтажа системы отопления были определены их недостатки.

Для ручной дуговой сварки:

- вредные условия, возникающие в процессе сваривания;
- качество сварных соединений очень зависимо от квалификации самого сварщика:

- низкий КПД и относительно невысокая производительность, если сравнивать с другими сварочными технологиями.

При всех достоинствах полипропилена, есть у него и довольно значимый недостаток весьма значительное линейное расширение при нагреве. Если для холодных трубопроводов, расположенных внутри здания, это не столь существенно, то для труб горячего водоснабжения или для контуров отопления такая особенность может привести к прогибанию, провисанию длинных участков, деформации сложных развязок, возникновению внутренних напряжений в теле трубы, сокращающих срок ее службы.

Для пайки медных труб:

- несовместимость с другими материалами. При наличии в системе алюминиевых элементов начинается активные электрохимические реакции. При прямом соединении с изделиями из других металлов разрушение происходит быстро. Для улучшения ситуации можно использовать латунные переходники и фитинги. Но в одной системе алюминий и медь лучше не совмещать: они вступают в реакцию, при которой выделяется большое количество газов, так что при отсутствии газовыпускных клапанов систему может разорвать;

- высокая цена. Это относится и к трубам и к фитингам. Требуется еще припой, который стоит очень немало и если не приобретение, то аренда специального оборудования. Система в целом получается дорогая. Особенно если учесть, что алюминиевые радиаторы ставить нельзя, чугунные – чуть лучше, но тоже плохо, так что и радиаторы желательно ставить медные, или биметалл с медью;

- при наличии в теплоносителе твердых частиц быстро происходит стирание, так как это мягкий и пластичный материал. Потому необходим механический фильтр, для удаления абразивных частиц из среды;

- требуется изоляция от блуждающих токов: медь – очень хороший проводник электричества. Потому требуется отлично сделанный контур заземления и наличие диэлектрических прокладок в системе;

- сложность монтажных работ: обязательно специальное оборудование. Но можно использовать бронзовые обжимные фитинги, для установки которых требуются только ключи (разводные или рожковые);

- необходима защита от механических воздействий или бережное отношение, иначе через несколько лет будут не трубы, а бесформенная груда металла.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы необходимо определить наиболее экономический технологический процесс монтажа системы отопления, позволяющий получить более надежную и долговечную систему.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа соединения труб и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – система отопления административно-бытового комплекса. По базовому варианту применяется ручная дуговая сварка покрытыми электродами. В качестве материала деталей системы отопления используют трубы ГОСТ 8732-78 из стали марки Ст3 по ГОСТ 535-88 (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) [11]. Выбор этой стали обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [11].

Химический состав и механические свойства стали Ст3 приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Химический состав стали Ст3 в % [12]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	Не более						
			0,3	0,05	0,04	0,3	0,008	0,3	0,08

Таблица 3.2 – Механические свойства стали Ст3 [12]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_6 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
245	370-480	26	-

Первый предлагаемый вариант – сварка полипропиленовых труб ГОСТ Р 52134-2003.

Сортамент полипропиленовых труб.

Данный сегмент мирового рынка представлен следующими разновидностями полипропиленовых труб [13]:

- РРН. Это самые простые полипропиленовые изделия и всех тех, какие только выпускает современная промышленность. Предназначены они для создания систем подвода холодной воды, промышленных трубопроводов, а также вентиляционных систем;

- РРВ. Такая разновидность сортамента трубного проката производится из сложного блоксополимера полипропилена. Эти изделия нашли применение в напорных системах подачи холодной воды и отопления. Но используются они не только в качестве труб напорных из полипропилена. Из них изготавливаются высокопрочные ударные соединительные элементы;

- РРР. Для производства применяются рандомсополимер полипропилена. На основе данной разновидности труб создаются системы, как горячего, так и холодного водоснабжения, в том числе водяные тёплые полы;

- РРс. Это отдельный вид сортамента трубного проката, в качестве сырья для его изготовления используется сложно воспламеняющийся высокопрочный полимер. Рабочая максимальная температура полипропиленовых труб типа РРс составляет +95°С. По мнению экспертов, это лучший вариант однослойного (неармированного) изделия для систем отопления.

Основные свойства полипропиленовых труб и их ГОСТ Р 52134-2003 .

Современные трубы полипропиленовые, технические характеристики и свойства которых можно посмотреть в таблице, обладают надежностью, долговечностью и вполне доступны по цене. Главным и неоспоримым достоинством является тот факт, что они не подвержены коррозионным процессам, устойчивы к температурным режимам, легкие в монтаже, изготовлены из экологически чистых материалов [14]. Основные свойства согласно ГОСТу представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Свойства полипропиленовых труб [14]

ГОСТ	Параметр	Показатель
DIN52612	Теплопроводность, при +200С	0,24 Вт/см
15139	Плотность	0,9 г/см ³
23630	Теплоемкость при +200С (удельная)	2 кДж/кгс
21553	Плавление	+1490С
11262	Предел прочности (при разрыве)	34 ÷ 35 Н/мм ²
18599	Удлинение предела текучести	50%
11262	Предел текучести (на растяжение)	24 ÷ 25 Н/мм ²
15173	Коэффициент расширения	0,15 мм

Плюсы и минусы полипропиленовых труб.

Технические характеристики полипропиленовой трубы, сделавшие её одним из самых востребованных видов стройматериалов, обусловлены удивительными свойствами этого полимера.

Одним из преимуществ полипропиленовых труб является монтаж: при достаточно простой технологии получается прочное и долговечное соединение.

Какими же особенностями обладают полипропиленовые трубы? Их несколько:

- срок службы порядка 50 лет. А при использовании только в холодном водоснабжении, как утверждают производители, – все 100;
- препятствуют формированию твёрдых отложений. Такая характеристика труб из полипропилена обусловлена применением на стадии производства специальной технологии обработки внутренней поверхности;
- шумоизоляция. Это свойство присуще даже трубе полипропиленовой напорной, в которой перемещение жидкости под высоким давлением может вызвать неприятные для человеческого уха вибрирующие и урчащие шумы;
- отсутствие конденсата. Обусловлено это низкой теплопроводностью полипропиленовых труб;

- малый вес. Значение данной характеристики полипропиленовой трубы в 9 раз меньше величины аналогичного параметра металлического изделия;
- лёгкость монтажа. Но если вы занялись этим делом впервые, следует прислушаться к советам профессионалов. В частности уделите особое внимание времени нагрева полипропиленовых труб при их соединении сваркой;
- не нуждаются в дополнительном обслуживании;
- устойчивы к воздействию химически агрессивных кислотно-щелочных соединений;
- высокая эластичность;
- доступная стоимость. Выбрать такие изделия можно в любом ценовом диапазоне.

Не последнюю роль в высокой востребованности с учётом особенностей климата нашей страны играет морозостойкость труб из полипропилена, обусловленной их низкой теплопроводностью.

Трубы из полипропилена устойчивы к низким температурам, и для их хранения и эксплуатации не требуется особых условий

Выше были указаны плюсы полипропиленовых труб. Но, как всегда, без минусов здесь тоже не обходится. Основные из них такие [13]:

- достаточно высокое линейное расширение. Трубы неармированные из полипропилена при монтаже требуют применения специальных компенсаторов.
- низкая термостойкость. Независимо о того, какие полипропиленовые трубы выбраны, необходимо сразу подыскать утеплитель. Особенно это актуально для систем отопления.
- плохая способность деформации. Изменить направление трубы без использования дополнительной арматуры невозможно.
- слабая устойчивость к воздействию прямого солнечного света.

Хоть достижение максимальной температуры для полипропиленовых труб это

явление не вызывает, но сопровождается оно преждевременным ускоренным старением материал.

В качестве второго предлагаемого метода изготовления системы отопления примим пайку медных труб. Медные трубы выпускаются двух видов: мягкие и твердые. Для отопления чаще используют твердые. Форма выпуска – линейные отрезки по 2-5 м длиной или бухты, в которых скручены отрезки по 5-10 м.

Есть еще трубы отожженные и неотожженные. Неотоженные трубы имеют большой запас прочности: они выдерживают давление до 450 Мпа, но не очень хорошо гнутся: могут растянуться только на 6%. Чтобы изменить характеристики их разогревают до высоких температур, затем охлаждают. Процесс называется отжигом, а изделия, которые после него получились, отожженными. Запас прочности стал меньше – до 22 Мпа, но зато увеличена эластичность: растягиваться материал может на 50-60%. Также материал стал более устойчивым к перепадам температур, переносит без проблем ультрафиолет и почти нечувствителен к высокой влажности. Потому и применяется отожженная медь не только в отоплении, но и в двигателях и приводах автомобилей [15].

Медны трубы для отопления изготавливаются согласно положений ГОСТ №617-90 «Трубы медные». Изделия имеют унифицированную маркировку ДКРНМ 28x2,0x3000 М2 Б.

Химический состав и механические свойства меди М2 приведены в таблицах 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4 - Химический состав меди М2 в % [16]

Cu+Ag	Bi	Sv	Ni	S	Pd	O	Fe	Sb	As
Не менее	Не более								
99,7	0,002	0.05	0,2	0,01	0,01	0,.07	0,05	0,005	0,01

Таблица 3.5 – Механические свойства меди М2 [16]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_6 , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
-	180-190	32	-

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Для стали Ст3 рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в СО₂ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [11].

Принимаем ручную дуговую сварку покрытыми электродами, т. к. существует ряд преимуществ этого способа.

ГОСТ 5264 — 80 устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, и сплавов на никелевой основах и железоникелевой, выполняемых ручной дуговой сваркой металлическим электродом при толщине свариваемого металла до 175 мм. Установлены следующие типы соединений: стыковые — условное обозначение стыковые – С, нахлесточные — Н, тавровые — Т и угловые — У.

Стыковые соединения — самые обыкновенные сварные соединения, в которых кромки или торцы соединяемых деталей располагаются так, что поверхность одной детали является продолжением поверхности другой детали. Стыковые соединения без скоса свариваемых кромок применяют при соединении листов толщиной до 12 мм. Кромки листов срезают под прямым углом к плоскости листа и при сварке располагают с зазором 1 ... 2 мм. Листы толщиной до 4 мм сваривают и односторонним швом, и от 2... 12 мм — двусторонним швом. Стыковые соединения с V-образной разделкой кромок применяют при сварке металла толщиной 3... 60 мм. При этом разделка кромок может быть одно- и двусторонней. Для толщин металла 15 ... 100 мм

применяют V-образную разделку шва с криволинейным скосом одной или обеих кромок. Стыковые соединения с X- и К-образной разделкой кромок применяют при сварке металла толщиной 8... 175 мм. При этом расход электродного металла, а отсюда и электроэнергии почти вдвое меньше, чем при V-образной разделке кромок. Кроме того, такая разделка обеспечивает меньшую величину деформаций после сварки. При V- и X-образной разделках кромки притупляют, чтобы предотвратить прожог металла при сварке [17].

На качество шва влияет не только выбранные электроды, но и правильно выбранный сварочный аппарат. По российским стандартам электроды для ручной дуговой сварки на упаковке должны иметь полную информацию по сварочным режимам в разных пространственных положениях. Электрод – это металлический пруток, поверх которого нанесено покрытие. Он может иметь различный диаметр и длину. В самом начале электрода сделан скос кромок, что значительно облегчает его зажигание. Выбираем для ручной-дуговой сварки выберем электроды Э-46 ГОСТ 9467-75 диаметром 3,0 миллиметра.

Сейчас изготавливается свыше 200 марок электродов. Иногда можно увидеть, что некоторые электроды не причисляются к какой-либо марке либо им соответствует сразу несколько марок. В нашей стране электроды делят на две большие группы (металлические и неметаллические), которые затем подразделяют на ряд подгрупп. Металлические изделия могут быть неплавящимися (лантанированными, вольфрамовыми, итрированными и торированными) и плавящимися:

- непокрытыми: на данный момент используются исключительно в виде сварочной проволоки непрерывного типа для выполнения работ в среде газов, защищающих сварочную ванну;
- покрытыми: стальные, бронзовые, чугунные, алюминиевые, медные электроды для сварки и некоторые другие.

Электроды для ручной дуговой сварки изготавливают в виде стержней, выполненных из холоднотянутой калиброванной сварочной проволоки, на которую методом опрессовки под давлением наносят слой защитного

покрытия. Роль покрытия заключается в металлургической обработке сварочной ванны, защите ее от атмосферного воздействия и обеспечении более устойчивого горения дуги.

Для обеспечения устойчивого горения дуги в покрытия вводят вещества, содержащие элементы с низким потенциалом ионизации (соли щелочных металлов). С целью повышения производительности сварки в покрытия добавляют железный порошок, содержание которого может достигать до 60% массы покрытия. Для ручной дуговой сварки выбираем покрытые электроды марки Э-46 по ГОСТ 9467-75.

Химический состав электродов и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.6 и 3.7.

Таблица 3.6 – Химический состав электродов Э-46 в % по ГОСТ 9467-75 [18]

Марка электродов	Содержания элементов, %						
	C	Mn	Si	Cr	V	S	P
Э-46	0,1	0,65	0,2	-	-	0,040	0,045

Таблица 3.7 – Механические свойства металла шва [18]

Марка электродов	σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	KCU, кДж/м ²	Твердость, HRC, МПа
Э-46	450	340	18	120	-

Для выполнения пайки медных труб применяют припой и флюс. Припой – существует в виде специальных прутков или проволоки. Его температура плавления является более низкой чем у меди, что и позволяет его использовать для соединения медных труб путем нагревания. Паяльный флюс – служит для покрытия труб и фитингов в процессе подготовки к пайке.

Медь и ее сплавы можно паять как низкотемпературной, так и высокотемпературной пайкой. Существует достаточное количества мягких и твердых припоев, обеспечивающих хорошее качество пайки труб.

Использование низкотемпературных припоев позволяет выполнять пайку при температуре, которая мало влияет на прочность меди, но они дают шов с худшими механическими характеристиками. Припои для высокотемпературной пайки дают большую прочность шва и допускают высокую температуру эксплуатации системы, но при этом происходит отжиг меди и требуется большой навык, так как легко пережечь металл.

Низкотемпературная пайка наиболее востребована в водоснабжении и отоплении. Есть много низкотемпературных бессвинцовых припоев, обеспечивающих достаточно хорошее качество медной пайки. Это сплавы олова с сурьмой, медью, серебром, висмутом, селеном. Основную часть (до 95-97%) в них составляет олово, остальную – прочие элементы. Наилучшими технологическими свойствами обладают серебрясодержащие припои, например, S-Sn97Ag3, содержащий 97% олова и 3% серебра. Несколько худшими, но достаточно хорошими качествами обладают медьсодержащие припои, в частности S-Sn97Cu3 (97% олова и 3% меди). Есть трехкомпонентные припои, содержащие олово, серебро и медь (например, состав с 95,5% олова, 3,8% серебра и 0,7% меди). Наиболее универсальным и широко используемым является оловянно-медный припой. Недостатком оловянно-серебряных сплавов является более высокая стоимость по сравнению с оловянно-медными сплавами.

Выбираем припой S-Sn97Cu3 содержащий 97% олова и 3% меди. Он предназначен для низкотемпературной пайки при монтаже отопления, горячего и холодного водоснабжения. Рекомендуются для применения в системах с чистой питьевой водой. Применяется для мягкой пайки медных труб с медными и латунными фитингами, а также с фитингами из оловянно-цинковой бронзы [19].

Технические особенности:

- не содержит никеля и свинца;
- вес: 250 грамм;
- температура плавления: 230°C;

- хорошая текучесть;
- соответствует нормам DIN EN 29 453, DVGW GW 2.

В качестве флюсов для низкотемпературной пайки применяются в основном составы, содержащие хлорид цинка. Для пайки меди существует множество эффективных флюсов, например, F-SW 21 или канифольно-вазелиновая паста, состоящую из канифоли, хлористого цинка и технического вазелина. Форма в виде пасты - самая удобная для нанесения на детали. Выбираем флюс F-SW 21. Паста для пайки мягким припоем и для лужения. Содержание металла 60-70%.

3.1.1.1 Понятие свариваемости материалов

Главным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности отношения к ним металлов и процессов сварки. Процесс сварки – это комплекс протекающих процессов нескольких одновременно, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, металлургические процессы, процесс плавления, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с точек зрения технологической и физической [12].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются его режимами и способом сварки. Отношение металла к режиму, определенному способу сварки и принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, в результате которых образуется неразрушимое сварное соединение, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов,.

Физическая свариваемость определяется не только свойствами соединяемых металлов, но и их способностью вступать между собой в

требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как малый объём сварочной ванны, температура нагрева, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры основного металла, а так же свойств в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, затрудняющих протекание процесса, трудно удаляемых окислов, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, марганец, кремний, окисляется железо. В связи с этим в определении технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие способы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда заменяется другими процессами сварочный процесс, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о предпочтительности того или иного способа сварки, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, - это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [21]:

$$C_{\text{экв}} = C + (\text{Mn}/6) + (\text{Si}/24) + (\text{Ni}/10) + (\text{Cr}/5) + (\text{Mo}/4) + (\text{V}/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев,

а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для СтЗпс:

$$C_{\text{экв}}=0,15+(0,3/6)+(0,15/24)+(0,3/10)=0,24\%.$$

Сталь СтЗпс - углеродистая ГОСТ 535-88 [12]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [12]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности базового способа сварки

Металлургические процессы при сварке по своему характеру и скорости протекания значительно отличаются от подобных процессов в большой металлургии, где они проходят в течение длительного времени и достигают равновесного состояния [22].

Для ручной дуговой сварки характерны следующие отличительные особенности: малая масса расплавленного металла (масса капли до 0,4-0,5 г, сварочной ванны — до 4-5 г); краткое время существования металла в жидком состоянии (капли — до 0,4-0,5 с, сварочной ванны — от 1 до 6-8 с); быстрый отвод теплоты от сварочной ванны в прилегающие к ней участки основного металла; высокая скорость нагрева, сопровождаемая перегревом расплавленного металла на 500-800°С выше температуры плавления; очень высокая температура окружающей расплавленный металл газовой фазы, приближающаяся к температуре дуги (до 5200-5600°С); постоянное движение капли, металла сварочной ванны, шлаковой и газовой фаз; существенное различие температур металла в капле (2100-2300°С), головной (1700-2100°С) и хвостовой (1500-1700°С) частях ванны; одномоментное протекание различных

стадий металлургического процесса — раскисления, легирования, рафинирования и др.; площадь взаимодействия поверхности капель жидкого металла и сварочной ванночки с газами и шлаком, приходящаяся на единицу массы жидкого металла в единицу времени, в несколько тысяч раз превосходит аналогичный показатель при выплавке стали.

Кроме того, если при выплавке металла в металлургии ванна жидкого металла находится в нижнем положении, то расплавление электродного металла часто происходит в пространственных положениях, отличных от нижнего.

Образование и кристаллизация сварочной ванны. При дуговой сварке основной металл расплавляется и перемешивается с жидким металлом, переходящим с плавящегося электрода отдельными каплями. Число капель, образующихся на торце электрода, зависит от состава металла стержня, его диаметра, состава и количества покрытия, силы сварочного тока, рода тока и может колебаться от 2 до 30 капель в секунду.

Головная часть образующейся сварочной ванны, которая находится под непосредственным воздействием электрической дуги, имеет высокую температуру. В задней (хвостовой) части температура лишь несколько превышает температуру плавления металла. Средняя температура сварочной ванны при сварке углеродистой стали оценивается в 1700-1800°C.

Длина сварочной ванны зависит от ряда факторов. Она растет при повышении силы сварочного тока, увеличении диаметра электрода и скорости сварки, при уменьшении до определенного предела толщины свариваемого металла, зависит от вида электродного покрытия.

Под давлением газов, поступающих от электрода, в головной части сварочной ванны образуется углубление, называемое кратером. Выдуваемый из кратера жидкий металл перемещается в хвостовую, менее горячую часть ванны. По мере удаления источника тепла (сварочной дуги) происходит дальнейшее охлаждение и затвердевание (кристаллизация) металла хвостовой части. Кристаллизация — это процесс перехода металла ванны из жидкого состояния

в твердое с образованием кристаллов (зерен). Так как теплоотвод направлен, главным образом, в сторону основного металла, то кристаллизация шва начинается происходить на частично оплавленных зернах этого металла, образуя кристаллы, одновременно принадлежащие свариваемому металлу и металлу шва. Это обеспечивает прочную связь металла шва с металлом свариваемого изделия.

Таким образом, образование капель жидкого металла на торце электрода и их перенос в расплавленную ванну происходит в течение весьма короткого промежутка времени, измеряемого долями секунд. В это время капли взаимодействуют с атмосферой сварочной дуги и жидким шлаком из плавящегося покрытия электрода. Взаимодействие жидкой сварочной ванны с газовой фазой и шлаком более длительно, но и оно не превышает нескольких секунд.

Все это приводит к интенсификации металлургических процессов при сварке и обеспечивает возможность получения высокого качества наплавленного металла за весьма короткий срок. В то же время скоротечность процессов требует точного соблюдения технологии изготовления и применения электродов, так как даже небольшие отклонения могут привести к нарушению течения сварочного процесса и вызвать появления брака.

Сварка голыми или тонкопокрытыми электродами. В годы зарождения ручной дуговой сварки в качестве электродов служили голые стержни из низкоуглеродистой стали. В дальнейшем для повышения стабильности горения сварочной дуги на стержни стали наносить тонкий слой (1-4% от массы стержня) стабилизаторов дуги — чаще всего мел, замешанный на жидком стекле малой плотности. Такое количество, облегчая выполнение сварки, практически не влияет на ход металлургических процессов. Как и при использовании голых стержней в наплавленном металле наблюдается снижение содержания углерода, марганца и кремния. Например, при использовании стержней с С 0,09%, Mn 0,42% и Si 0,04% содержание этих элементов в наплавленном металле соответственно составляет около 0,03; 0,20 и 0,01%. При

этом содержание вредных примесей, таких как сера и фосфор, возрастает на 10-15% по сравнению с их исходным содержанием в проволоке. Поскольку сварку практически выполняют без какой-либо защиты образующихся капель и сварочной ванны от воздействия атмосферы воздуха, то наплавленный металл насыщается кислородом и азотом.

В таблице 3.8 приведены данные о содержании этих газов в металле, наплавленном голыми электродами различного диаметра с исходным содержанием в стержнях кислорода <0,02% и азота <0,01%.

Видно, что концентрация кислорода и азота в металле швов при сварке голыми электродами резко возрастает по сравнению с их исходной концентрацией в проволоке. Большее содержание этих газов в швах, выполненных электродами меньших диаметров, связано с более высокой относительной поверхностью взаимодействия жидких капель с атмосферой воздуха. Однако и при больших диаметрах стержней концентрация газов остается недопустимо высокой. Содержание газов в металле шва представлено в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Содержание газов в металле шва, %

Газ	Диаметр стержня, мм			
	0,72	0,55	0,302	0,14
Кислород	0,72	0,55	0,302	0,14
Азот	0,218	0,18	0,13	0,105

Влияние кислорода, азота и водорода на свойства наплавленного металла. Вредное влияние кислорода, азота и водорода на рабочие характеристики конструкционной стали и сварных швов общеизвестна, и причины этого изложены ниже.

Растворимость кислорода в жидком железе при температуре его плавления составляет 0,175%. Повышение температуры жидкого железа приводит к росту растворимости. В то же время в твердом железе при комнатной температуре кислород растворяется в малом количестве — порядка

0,001%. Поэтому основная часть кислорода в сварных швах находится в виде оксидных включений железа, марганца, кремния и других элементов.

Эти включения, часто располагаясь по границам зерен, отрицательно сказываются на механических свойствах наплавленного металла. Они снижают его прочность и пластичность, придают ему хрупкость, особенно при отрицательных температурах.

Растворимость азота в железе зависит от его парциального давления (части давления, приходящейся на долю данного газа в смеси газов), а также от температуры и агрегатного состояния железа (твердое, жидкое). При температуре ниже 500 °С азот в железе нерастворим. В твердом железе при температуре его плавления и давлении азота в 101 кПа он растворяется в количестве 0,013%, а в жидком при той же температуре его растворимость скачкообразно увеличивается в три раза и составляет 0,039%. Рост температуры жидкого металла приводит к дальнейшему существенному увеличению растворимости азота.

В процессе кристаллизации металла шва с повышенным содержанием азота его растворимость в твердом металле скачкообразно снижается. Азот начинает выделяться на границе растущих твердых кристаллов с жидким металлом. Это может привести к образованию в швах газовых пузырьков (пор), являющихся браковочным признаком.

Наличие азота в твердом металле приводит к образованию твердого и хрупкого химического соединения азота с железом (нитрида железа). Этот процесс, называемый старением металла, протекает медленно. В результате старения прочность металла шва существенно возрастает, а его пластические свойства резко снижаются; шов становится хрупким.

Водород, как азот и кислород, при высоких температурах растворяется в большинстве металлов. Его растворимость зависит от парциального давления, температуры и агрегатного состояния металла. При температуре до 100-200°С водород в железе практически нерастворим.

В твердом железе при температуре его плавления и парциальном давлении 101 кПа водород растворяется в количестве 13,6 мл на 100 г железа. При этих же условиях в жидком железе растворимость водорода скачкообразно возрастает более чем в два раза и составляет 27,5-28 мл/100 г. Дальнейшее повышение температуры до 2400-2500 °С сопровождается увеличением растворимости водорода до 42,5 мл/100 г.

В процессе сварки в кристаллизующемся металле шва растворимость водорода резко снижается. Твердый металл пересыщается водородом. В связи с большой подвижностью водорода, находящегося в растворе в виде атомов или ионов, он интенсивно выделяется на границе твердого и жидкого металлов. При определенных условиях это может привести к пористости сварных швов.

Водород, оставшийся в твердом металле, выделяется в атмосферу через поверхность шва. Вместе с этим он поступает в микрополости, имеющиеся внутри швов. Превращаясь в молекулярную форму, водород создает в полостях высокое давление, способное образовать надрывы в металле. Водород снижает пластичность сварного соединения и при сварке стали повышенной прочности может вызвать появление трещин.

Из изложенного видно, что для получения, наплавленного металла высокого качества его следует предохранять от насыщения газами. Очевидно, в первую очередь необходимо защитить сварочную ванну от воздействия воздуха и предохранить полезные элементы от выгорания.

Защита сварочной ванны от воздействия атмосферы воздуха. Сначала защиту жидкого металла, включая капли, переходящие с электрода, производили за счет нанесения достаточно толстого покрытия, состоящего из рудных и нерудных шлакообразующих материалов, применяемых при выплавке стали. Затем дополнительно стали использовать различные минералы (ильменит, тальк, каолин и др). Такие покрытия из рудоминеральных компонентов позволили существенно повысить сварочно-технологические свойства электродов: дуга горела достаточно стабильно, швы приобрели правильную форму, без подрезов и других видимых дефектов.

Также удалось несколько снизить содержание азота в металле швов за счет высокой кроющей способности шлака, защищавшего капли жидкого металла в процессе их образования и переноса в сварочную ванну. Однако такая защита была недостаточно эффективной. Содержание азота и особенно кислорода оставалось повышенным, марганец, кремний и углерод выгорали, механические свойства наплавленного металла были недопустимо низкими. Снизить содержание азота удалось за счет комбинированной шлако-газовой защиты жидкого металла, используя одновременно шлакообразующие и газообразующие компоненты.

В настоящее время в качестве шлакообразующих применяют кварц, рутил, плавиковый шпат, гранит, полевой шпат и др.

Карбонаты (мрамор, мел, магнезит, доломит) являются одновременно и шлакообразующими, и газообразующими. При нагревании карбонатов до высокой температуры (700-900°C) они разлагаются на оксид металла, являющийся составной частью шлака, и углекислый газ CO_2 , который отесняет воздух от сварочной ванны и капель жидкого металла, образующихся на торце электрода. Этим осуществляется надежная защита металла шва от азота. Однако в связи с тем, что углекислый газ при высокой температуре дуги диссоциирует на оксид углерода CO и кислород, атмосфера дуги остается окислительной. Поэтому жидкий металл насыщается кислородом, а углерод, марганец и другие элементы, обладающие повышенным сродством к кислороду, выгорают.

В качестве газообразующих веществ применяют некоторые углеводы (органику) — главным образом целлюлозу $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{Og})_n$. Разложение углеводов при высокой температуре происходит с выделением оксида углерода, водорода и водяных паров. Наличие в атмосфере дуги водорода и водяных паров приводит к насыщению металла шва водородом. Поэтому газовая защита за счет органики допускается только в электродах, предназначенных для сварки низкоуглеродистых конструкционных сталей, мало чувствительных к водороду.

Так же, как при применении карбонатов, газовая защита за счет разложения углеводов сочетается со шлаковой защитой, что позволяет обеспечивать высокие сварочно-технологические свойства. Для надежной защиты от атмосферы воздуха достаточно введения в состав покрытия электродной целлюлозы (1,5-2,0% от массы стержня).

Однако, как и при использовании карбонатов, применение органики защищает от влияния атмосферы воздуха, но не предохраняет металл шва от окисления.

Окисление происходит или за счет кислорода, содержащегося в образующихся газах (например, в водяных парах), или за счет окисления жидкого стекла оксидами ряда элементов, входящими в состав покрытия электродов. Экспериментально установлено, что повышение содержания оксидов железа в шлаке сопровождается закономерным увеличением кислорода в жидком металле. Известно также, что сварка окисленного (ржавого) металла также приводит к росту кислорода в швах. Для снижения содержания кислорода в наплавленном металле до приемлемого уровня необходимо раскисление жидкого металла (удаление из него кислорода) специальными раскислителями.

Раскисление наплавленного металла. Кислород находится в жидком металле, главным образом, в атомарной форме, а также в виде оксидов некоторых элементов. Элементы, применяемые в металлургии, обладают определенным сродством к кислороду. По степени уменьшения этого сродства их можно расположить в следующий ряд: кальций (Ca) - магний (Mg)-алюминий (Al) - титан (Ti) – ниобий (Nb) - кремний (Si) - ванадий (V)-марганец (Mn) – хром (Cr) - молибден (Mo) – вольфрам (W) – железо (Fe)-кобальт (Co) - никель (Ni) - медь (Cu). Чем правее стоит элемент в этом ряду, тем меньшим сродством к кислороду он обладает. Наибольшее сродство к кислороду имеет кальций, наименьшее — медь.

Разница в сродстве к кислороду двух соседних элементов невелика. Если же элементы отстоят в ряду достаточно далеко, то разница будет значительной,

и в этом случае элемент, стоящий левее, может служить раскислителем элемента, расположенного правее. Например, для железа раскислителями могут явиться марганец, ванадий, кремний и др. Раскисление железа, формально рассматриваемое как восстановление его из оксида, протекает по реакции:



Реакции раскисления не протекают до конца. Степень раскисления зависит от концентрации элемента-раскислителя и температуры. По мере повышения температуры раскисляющая способность элемента снижается, и содержание кислорода, сосуществующего с одной и той же концентрацией элемента-раскислителя, возрастает.

При 1800°C в чистом железе может раствориться 0,485% кислорода (по массе), а при наличии 1% марганца уже только 0,24%, в присутствии 0,1% титана — лишь несколько сотых процента. При температуре 2000°C в чистом железе может раствориться 0,87% кислорода. Введение раскислителей снижает его концентрацию, но даже при введении 0,3% кремния содержание кислорода будет составлять около 0,2%.

Углерод при относительно низких температурах (1540 °C) является сравнительно слабым раскислителем, но, начиная с 1850-1900°C, его раскисляющая способность превышает способность многих элементов.

Практически раскисление наплавляемого металла можно производить:

- за счет введения в состав покрытия электродов порошков ферросплавов (сплавов железа с элементами-раскислителями), таких как ферромарганец, ферросилиций, ферросиликомарганец, ферротитан, ферроалюминий и др. В специальных случаях применяют металлический марганец и алюминий;

- за счет раскислителей, содержащихся в металле стержня, с дополнительным введением раскислителей в состав покрытия.

В процессе плавления электрода элементы, обладающие повышенным сродством к кислороду, частично реагируют с кислородом атмосферы дуги и

расплавленным шлаком, частично — переходят в капли жидкого металла, образующиеся на торце электрода, и в небольшом количестве переходят непосредственно в сварочную ванну.

При взаимодействии активных элементов с кислородом атмосферы дуги и кислородом шлака происходит их окисление, в результате чего содержание кислорода как в атмосфере дуги, так и в шлаке снижается, и скорость окисления жидкого металла будет уменьшаться. В связи с малым временем контакта атмосферы дуги и шлака с жидким металлом, последний в меньшей степени насыщается кислородом, чем при отсутствии раскислителей. Таким образом, в процессе плавления электродов в расплавленный металл одновременно переходят как кислород, так и раскислители. Их взаимодействие между собой в жидком металле будет происходить только в том случае, если при имеющейся температуре содержание кислорода в жидком металле окажется больше, чем равновесного для данной концентрации раскислителя. Например, при температуре капли 1950°C и содержании в ней кремния $0,3\%$ равновесное содержание кислорода составляет $0,15\%$. Поэтому реакция между кислородом и кремнием (формула 3.3) будет протекать в том случае, если содержание кислорода превышает эту цифру.

Совершенно очевидно, что эта реакция будет протекать до тех пор, пока не установится определенное равновесие между содержанием кислорода, кремния и диоксида кремния. Если содержание кислорода в жидком металле будет равно или меньше $0,15\%$, то при указанных температуре и концентрации кремния ($0,3\%$) кремний и кислород будут сосуществовать, не вступая в реакцию.

Степень раскисления металла другими элементами-раскислителями определяется сродством этих элементов к кислороду, температурой и концентрацией раскислителя. Результатом реакции будет снижение содержания кислорода, растворенного в металле (восстановление металла), и окисление элемента-раскислителя до определенной концентрации.

Вместе со снижением температуры жидкого металла раскисляющая способность всех раскислителей возрастает. Поэтому раскисление металла происходит вплоть до его кристаллизации. Образующиеся оксиды элементов-раскислителей имеют температуру плавления более высокую, чем температура плавления железа. Поэтому они выпадают в виде твердых мелкодисперсных включений, которые отрицательно влияют на пластические свойства металла шва, особенно при низких температурах.

С целью уменьшения количества оксидных включений и для их укрупнения в некоторых случаях применяют комплексное раскисление наплавленного металла двумя или тремя раскислителями, чаще всего кремнием и марганцем. Для этого в покрытие электродов вводят ферросилиций и ферромарганец или ферросиликомар - ганец в количествах, обеспечивающих в наплавленном металле содержание марганца, в 3-4 раза превышающее содержание кремния.

При этих условиях остаточное содержание кислорода снижается, а продукты раскисления MnO и SiO_2 частично вступают во взаимодействие между собой и образуют соединения типа $MnO - SiO_2$ или $(MnO)_2-SiO_2$, которые имеют температуру плавления ниже, чем температура плавления металла. Это способствует укрупнению включений, что повышает механические свойства наплавленного металла.

Раскисление металла углеродом имеет свои особенности, так как в процессе взаимодействия кислорода с углеродом по реакции:



образуется газообразный оксид углерода.

В зависимости от температуры жидкого металла, содержания в нем кислорода, углерода и других элементов в металле шва могут образоваться газовые включения (поры) [22].

3.1.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима ручной дуговой сварки покрытым электродом следующие [20]:

- диаметр электрода - $d_{эл}$;
- скорость сварки V_c ;
- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- общее количество проходов - $n_{пр}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [20].

Сварка ручная, выполняется электродом Э-46, в нижнем положении. Соединение стыковое типа С2 показано на рисунке 3.1.

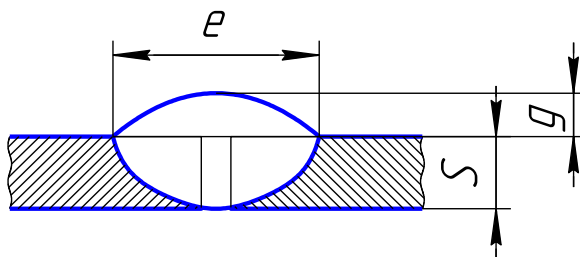


Рисунок 3.1 Стыковое соединение С2 по ГОСТ 5264 – 80 (S - толщина листа, e -ширина шва, g – высота шва)

Расчет диаметра электрода $d_э$ производят по формуле:

$$d_э = h_p^{0,7} + K_d^{III}, \quad (3.4)$$

где h_p — расчетная глубина проплавления, принимаем согласно рекомендациям [20]:

$$h_p = K \leq 0,7 \cdot S = 0,7 \cdot 2,5 = 1,75 \text{ мм}, \quad (3.5)$$

K_d^{III} - коэффициент, учитывающий влияние положения шва, при сварке в нижнем положении принимаем $K_d^{III} = 1$.

$$d_э = 1,75^{0,7} + 1 = 2,48 \text{ мм}.$$

принимаем $d_э = 3 \text{ мм}$.

Сварочный ток I_c (род, полярность и значение) зависит от химического состава и диаметра стержня, типа, толщины покрытия, положения шва и других факторов.

Сварочный ток I_c рассчитываем по формуле:

$$I_c = K_I^{ТП} \cdot K_I^{ПШ} \cdot d_{\text{э}}^{1,4} \quad (3.6)$$

где $K_I^{ТП}$ - коэффициент влияния типа покрытия согласно [20], при основном типе покрытия $K_I^{ТП} = 20 \pm 3$;

$K_I^{ПШ}$ - коэффициент положения шва, согласно [20], при сварке в нижнем положении принимаем $K_I^{ПШ} = 1$.

$$I_{c3} = (20 \pm 3) \cdot 1 \cdot 3^{1,4} = 79 \dots 107 \text{ А,}$$

Напряжение сварки для электродов основного типа рассчитываем по формуле:

$$U_c = 12 + 0,36 \cdot \frac{I_c}{d_{\text{э}}}, \quad (3.7)$$

$$U_{c3} = 12 + 0,36 \cdot \frac{79 \dots 107}{3} = 21,5 \dots 24,8 \text{ В.}$$

Скорость сварки $V_{св}$ находим по формуле:

$$V_c = \frac{\alpha_n \cdot I_c}{\rho \cdot F}, \quad (3.8)$$

где α_n - коэффициент наплавки, для электродов и для низколегированной стали УОНИ - 13/45 по каталогу [18] находим $\alpha_n = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ г/А} \cdot \text{с}$;

ρ - плотность ($7,859 \cdot 10^{-3} \text{ г/мм}^3$);

F – площадь шва, $F = 9,5 \text{ мм}^2$.

$$V_c = \frac{9,5 \cdot 10^{-3} \cdot (79 \dots 107)}{7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 38,3} = 10 \dots 13,6 \text{ мм/с} = 36,3 \dots 49,1 \text{ м/ч.}$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.9:

Таблица 3.9 Режимы ручной дуговой сварки

Толщина металла, мм.	Диаметр электрода, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	n _п р
2,5	3,0	79...107	21,5...24,8	36,3...49,1	1

Табличные параметры режима сварки по ГОСТ 5264-80 сведен в таблицу 3.10:

Таблица 3.10 - Режимы ручной дуговой сварки [11]

Толщина металла, мм.	Диаметр электрода, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	n _п р
2,5	3,0	100...140	-	-	1

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую

оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [18], учитывая, что изготавливается одна система отопления, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу единичного.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

В базовом варианте технологический процесс сборки и сварки системы отопления начинается с подбора деталей, входящих в эту систему, согласно утвержденному плану и перечню деталей.

Изготовление системы отопления начинается измерения и нарезки труб. Затем производится сварка труб и отводов (во втором предлагаемом

технологическом процессе пайка). При сборке труб в стык применяется центратор. По окончании производится визуальный контроль и испытания системы отопления.

Подробно последовательность изготовления системы отопления по базовому технологическому процессу приведена в операционной технологической карте сборки и ручной дуговой сварки покрытыми электродами неповоротных кольцевых стыковых соединений (Приложение А).

Особенности сварки полипропиленовых труб по первому предлагаемому технологическому процессу. Сварка выполняется по ГОСТ 16310-80. Используется труба PN25 25x4,2 мм.

Для сваривания изделий данного типа используется способ термической диффузии. Заключается он в нагреве свариваемых частей с последующим их быстрым соединением. Выполняется эта процедура с помощью специального сварочного аппарата предназначенного для раструбной сварки.

Для качественного соединения труб при помощи метода термодиффузии потребуется специальное оборудование и четкое соблюдение технологии сваривания.

Время нагрева зависит от:

- диаметра трубы;
- ширины сварочного пояса;
- температуры окружающей среды. Она не должна выходить за пределы нормы.

Материал после нагрева сохраняет пластичность очень короткое время. За несколько секунд нужно успеть зафиксировать соединение, одновременно избавляясь от перекосов. Оптимальной температурой для разогрева считается отметка +260°C. Для обеспечения надёжного соединения материал трубы необходимо прогреть достаточно сильно. Но чрезмерный нагрев может вызвать потерю формы. Поэтому следует контролировать время выполнения данной операции. Зависимость времени от сечения труб показана в таблице 3.11:

Таблица 3.11 - Зависимость времени от сечения труб

Диаметр трубы, мм	Расстояние от конца трубы до метки (глубина сварки), мм	Время нагрева, сек	Время охлаждения, сек
20	14-17	6	2
25	15-19	7	2
32	16-22	8	4
40	18-24	12	4
50	20-27	18	4
63	24-30	24	6
75	26-32	30	6
90	29-35	40	8

Нагретые и уже соединённые трубы необходимо правильно остудить. Фиксация требует столько же времени, как и фаза нагрева. Если поспешить и прекратить выполнение этой процедуры раньше положенного времени, возникнет деформация соединения. Сварка полипропиленовых труб – относительно непростой процесс. Критичным является не только несоблюдение времени нагрева, но и невыполнение правил сварки [13].

Во втором предлагаемом варианте технологический процесс сборки и сварки системы отопления выполняется пайкой медных труб.

Процесс пайки медных труб заключается в последовательном выполнении следующих операций: резки трубы, снятии фасок, зачистки соединяемых частей от окислов, промазки их флюсом, сборки соединения, его нагреве и нанесении припоя.

Резка. Удобнее всего резать трубы труборезом.

Последовательность резки такова. Труборез устанавливается на трубе таким образом, чтобы кромка режущего ролика совпадала с линией реза. Зажимается винт, поджимающий ролик к трубе, и поворотом инструмента вокруг оси трубы осуществляется резка. После каждых 1-2 оборотов нужно вращением винта поджимать ролик к трубе.

Применение труборезов дает ровную кромку трубы, но может привести к небольшому уменьшению диаметра трубы, задиры при этом образуются только внутри трубы.

Снятие фасок. После резки необходимо снять внутреннюю и наружную фаски. Труборез немного загибает кромку трубы внутрь, если этот загиб не убрать, он будет создавать турбулентность и сопротивление потоку воды или газа. Наружная фаска снимается для облегчения сборки. Существуют специальные серпообразные ножи для снятия фаски. Иногда они встраиваются в труборезы, иногда представляют собой отдельный инструмент. Выпускаются также фаскосъемные инструменты в виде втулок (одной стороной снимают внутреннюю фаску, другой - наружную).

Зачистка. После снятия фаски нужно очистить сопрягаемые части деталей от окислов. Наружные поверхности зачищаются мелкой абразивной шкуркой (с зерном подряда Р600), проволочной сеткой из нержавеющей стали или специальным инструментом с отверстием, обрамленным проволочной щеткой. Для внутренних поверхностей используются ершики, шкурка или сетка, накрученная на какой-нибудь штырь или, в крайнем случае, собственный палец. Поверхность зачищается до блеска. Если использовалась абразивная шкурка, после очистки нужно удалить с деталей остатки абразива. Наличие посторонних веществ на поверхности снижает качество любой, в том числе и медной пайки.

Обработка флюсом. Промазку флюсом нужно производить сразу же после зачистки, поскольку уже через несколько минут очищенная поверхность будет вновь покрыта окислами, препятствующими смачиванию припоем. Пастообразный флюс наносится кистью на наружную поверхность деталей, вставляемых внутрь других. Наносить нужно количество, достаточное для полного покрытия сопрягаемых поверхностей, но без излишка.

Когда флюс нанесен, рекомендуется сразу же соединять детали - это позволит исключить попадание посторонних частиц на обработанную флюсом поверхность.

Сборка. При сборке нужно немного повернуть детали друг относительно друга, чтобы флюс хорошо распределился по поверхности и убедиться, что труба достигла упора. Затем следует убрать сухой хлопчатобумажной тканью излишки флюса и закрепить детали в нужном положении или уложить их на огнестойкие материалы, на которых можно осуществлять нагрев без риска пожара.

При монтаже медного трубопровода, с применением газовой горелки, следует использовать огнезащитный экран.

Нагрев и пайка. Прежде чем приступать к нагреву труб, имеющих резиновые или пластмассовые компоненты, последние нужно удалить во избежание их повреждения при нагреве. У припаиваемых кранов следует выкрутить вентиль, чтобы не повредились прокладки. Если выполняется пайка медных труб в уже смонтированном трубопроводе, нужно открыть клапана запорных устройств, чтобы в трубе при нагреве не создавалось повышенного давления.

Температура пайки труб мягкими припоями составляет 250-300°C, твердыми - 700-900°C. Чаще всего для нагрева используют газовые горелки. Для низкотемпературной пайки труб удобны строительные фены, имеющие температуру выходящего воздуха при полной мощности до 650°C. Их можно оснастить специальными насадками на сопла, обеспечивающими прогрев трубы с разных сторон.

Если используется газовая горелка, то пламя должно быть нормальным - без избытка или недостатка кислорода. В сбалансированной газовой смеси пламя только нагревает металл и иного воздействия не оказывает. В случае сбалансированной газовой смеси пламя горелки обладает ярко-синим цветом и небольшой величиной. Пересыщенное кислородом пламя окисляет поверхность металла. Признаком этого явления служит черный окисный налет на металле. Факел пламени горелки, насыщенный кислородом бледно-голубого цвета и маленький.

Прогреть нужно все соединение, перемещая пламя взад-вперед с разных сторон трубы, при этом время от времени касаются припоем щели соединения. Нужная температура достигается тогда, когда припой начинает плавиться при прикосновении к трубе. Не нужно создавать избыточного нагрева. Обычно с практикой достаточность нагрева определяется по цвету поверхности металла и появлению дыма флюса. Некоторые флюсы при достаточном для пайки нагреве выделяют сигнально дым или меняют цвет. Производитель обычно указывает такие особенности своего флюса.

Необходимое количество проволочного припоя диаметром 2,5-3 мм на один стык составляет примерно участок, длина которого равна диаметру паяемой трубы. Чтобы контролировать расход припоя, нужно отмерить на проволоке необходимую длину на один стык и согнуть его буквой "Г".

После прогрева соединения до температуры пайки, пламя горелки нужно отодвинуть от стыка (но не от соединения) и расплавить необходимое количество припоя в стык. При этом не следует забывать про перемещение пламени по соединению.

Припой должен плавиться не от пламени горелки, а от теплоты прогретого соединения.

Если равномерно разогревать все соединение, то припой плавится под воздействием его теплоты и равномерно поступает в зазор.

Охлаждать соединение нужно естественным путем, предоставив трубе охладиться самой, без воды или иного способа быстрого охлаждения. Во время естественного охлаждения соединения, при кристаллизации припоя, элементы соединения должны быть абсолютно неподвижны.

По истечении короткого времени после окончания пайки нужно удалить остатки флюса влажной тканью.

В сантехнике, после монтажа трубопровода проводят обязательную технологическую промывку системы, для удаления остатков флюса и иных загрязнений попавших внутрь труб. Кроме этого иногда используется полная

зачистка и шлифовка всей трубопроводной системы в эстетических целях или как элемент дизайна помещения [24].

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемых вариантах технологических процессов работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием кран-балки при разгрузке труб.

По базовому варианту сварка ведется покрытыми электродами инверторным сварочным аппаратом Сварог REAL MIG 200 (N24002).

Согласно первому предлагаемому технологическому процессу при монтаже системы отопления выполняется сварка полипропиленовых труб сварочным аппаратом для раструбной сварки ROTORICA CT-40TWN.

Согласно второму предлагаемому технологическому процессу при монтаже системы отопления осуществляется пайка медных труб. Для нагрева места пайки применяется газовая горелка для сантехников Express 342 [25].

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

3.2.4.1 Нормирование ручной дуговой сварки

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [15]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}, \quad (3.21)$$

где $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин.,

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм,

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right), \quad (3.22)$$

где T_o – основное время сварки, мин;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [26] составляет 0,75 мин;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени.

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами сумма коэффициентов составляет 11%, [26].

Основное время для ручной дуговой сварки покрытыми электродами определяется по формуле:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha_n} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha}, \quad (3.23)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²;

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч);

n – количество проходов, шт.

Для начала рассчитаем норму времени монтажа системы отопления по первому предлагаемому технологическому процессу (сварка стальных труб).

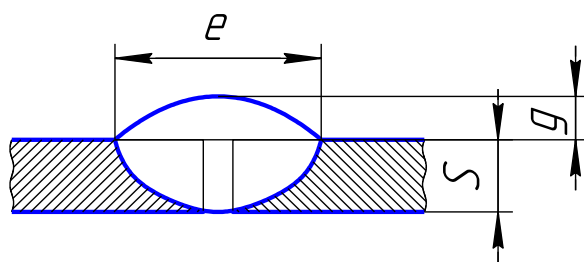


Рисунок 3.2 Стыковое соединение С2 по ГОСТ 5264 – 80 (S - толщина листа, e - ширина шва, g – высота шва)

Исходные данные:

- марка стали Ст3;
- труба 26,9х3 мм.;
- марка электрода Э-46 по ГОСТ 9467-75;
- сварной шов стыковой С2 без разделки кромок;
- швы по ГОСТ 5264-80;
- длина шва 85,5 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F_1=9,2\text{мм}^2$;
- коэффициент наплавки для покрытых электродов при ручной дуговой сварке составляет $\alpha_n=9,5 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$.

Определим время на подготовительную операцию.

1. Замер необходимой длины труб $t_1= 63,5$ мин.
2. Резка труб $t_1= 35,6$ мин.
3. Масса трубы $m_1=6$ кг (42 шт.); переноска труб к месту монтажа $t_1=70$ мин.; масса отвода $m_2=0,3$ кг. (30 шт.); переноска отводов к месту монтажа $t_2=0,26\cdot 30=7,9$.

Определим время на сварку.

4. Найдем время на прихватку:

$$0,1\cdot 192=19,2 \text{ мин.}$$

5. Найдем время на стыковку труб:

$$0,12\cdot 96=11,52 \text{ мин.}$$

$$t_{в.и} = 63,5 + 35,6 + 70 + 7,9 + 19,2 + 11,52 = 207,72 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва, количество проходов $n=1$ шт:

$$T_o = \frac{9,2 \cdot 7,85 \cdot 60}{107 \cdot 9,5} = 2,79 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш.-к} = (2,79 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{11}{100}\right) = 3,93 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{ш} = 3,93 \cdot 0,0845 \cdot 96 + 207,72 = 239,58 \text{ мин.}$$

Общее время на сборку и сварку системы отопления составляет $T_{ш} = 239,58$ мин.

3.2.4.2 Нормирование сварки полипропилена

Рассчитаем норму времени монтажа системы отопления по базовому технологическому процессу (сварка полипропилена).

Исходные данные:

- труба PN 25 (армированная) 25x4,2 мм;
- муфта соединительная 25 мм;
- муфта комбинированная (внешняя резьба) 25x3/4" мм;

Определим время на подготовительную операцию.

1. Замер необходимой длины труб $t_1 = 63,5$ мин.
2. Резка труб $t_1 = 14,8$ мин.
3. Масса трубы $m_1 = 0,77$ кг. (42 шт.); переноска труб к месту монтажа $t_1 = 18$ мин.; масса муфты соединительной $m_2 = 0,1$ (30 шт.) кг; переноска муфт соединительных к месту монтажа $t_2 = 0,26 \cdot 28 = 7,28$ мин.; переноска муфт комбинированных к месту монтажа $t_2 = 0,26 \cdot 40 = 10,4$ мин.

Определим время на сварку.

4. Снятие фаски $t_1 = 16,8$ мин.
5. Обезжиривание трубы $t_1 = 5,3$ мин.

6. Время на сварку одного соединения составляет:

0,2 мин.

Найдем общее время на монтаж системы отопления методом пайки:

$T_{\text{ш}}=63,5+14,8+18+7,28+10,4+16,8+5,3+0,2 \cdot 68=337$ мин.

Общее время на сборку и пайку системы отопления составляет

$T_{\text{ш}}=149,68$ мин.

3.2.4.3 Нормирование пайки меди

Теперь рассчитаем норму времени монтажа системы отопления по второму предлагаемому технологическому процессу (пайка медных труб).

Исходные данные:

- марка меди М2;
- труба 28x2,0 мм.;
- марка припоя S-Sn97Cu3;
- марка флюса F-SW 21;
- тип соединения - нахлесточное;

Определим время на подготовительную операцию.

1. Замер необходимой длины труб $t_1= 63,5$ мин.

2. Резка труб $t_1= 35,6$ мин.

3. Масса трубы $m_1= 5,364$ кг. (42 шт.); переноска труб к месту монтажа $t_1=70$ мин.; масса муфты $m_2=0,3$ кг. (30 шт.); переноска муфт к месту монтажа $t_2=0,26 \cdot 30=7,9$ мин.

4. Гибка труб $t_1= 16$ мин.

Определим время на пайку.

5. Найдем время на зачистку места пайки:

$0,13 \cdot 192= 24,96$ мин.,

6. Найдем время на покрытие флюсом:

$0,07 \cdot 192= 13,44$ мин.,

7. Время на пайку одного соединения составляет: 1,1 мин.

Найдем общее время на монтаж системы отопления методом пайки:

$$T_{\text{ш}}=63,5+35,6+70+7,9+16+24,96+13,44+1,1 \cdot 96=337 \text{ мин.}$$

Общее время на сборку и пайку системы отопления составляет $T_{\text{ш}}=337$ мин.

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для сварки данного сварного изделия. Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
4. Наименьшие габаритные размеры оборудования;
5. Наименьшая масса;
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования;
7. Минимальный срок окупаемости.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование [27]:

Выбираем инверторный сварочный аппарат для ручной дуговой сварки плавящимся электродом. Сварка ведется в закрытом помещении. Сварочный аппарат должен обеспечивать сварочный ток 70-110 А; напряжение сварки $U=21-25$ В. Исходя из этих данных выбираем инверторный сварочный аппарат

Сварог REAL MIG 200 (N24002) [28].- Технические характеристики сварочного аппарата Сварог REAL MIG 200 (N24002) представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 - Технические характеристики сварочного аппарата Сварог REAL MIG 200 (N24002) [28]

Материал	Сталь, алюминий
Максимальный сварочный ток, А	200
Тип тока	постоянный DC
Максимальный диаметр электрода, мм	4
Напряжение питания, В	220В
Тип	инвертор
Вес, кг	13
Потребляемая мощность, кВт	7.7
С возможностью ММА	Да
Производитель	Сварог
Продолжительность нагрузки, %	60

Сварочный аппарат Сварог REAL MIG 200 (N24002) предназначен для полуавтоматической сварки в среде защитных газов (MIG/MAG), сварки порошковой проволокой (FCAW), а также ручной дуговой сварки покрытым электродом (ММА).

Полуавтоматы Сварог REAL MIG это удобный надежный инструмент для сварочных работ. Инверторы осуществляют качественную сварку углеродистых сталей и алюминия. Классическая панель управления позволит быстро освоить работу даже начинающему сварщику. Аппараты комплектуются удобной ручкой для переноски.

Внешний вид аппарата представлен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 Сварочный аппарат Сварог REAL MIG 200 (N24002)

Для пайки меди применим.

Горелка для сантехников Express 342.

Это новая и эксклюзивная газовая горелка Guilbert Express, является надежным инструментом для профессиональных сантехников и имеет превосходное соотношение цены и качества.

Идет в комплекте с газовым баллончиком №555, который оснащен клапаном в соответствии с европейскими стандартами и может быть установлен и снят с газовой горелки без потери газа. Пользователи могут непрерывно работать этой горелкой и баллончиком почти в течение 80 минут!

Пайка медных труб диаметром до 14 мм.

Газовая паяльная №342 хорошо подходит для различных повседневных заданий.

Встроенная поворотная опора делает паяльную лампу №342 полностью безопасной [29].

Внешний вид горелки представлен на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 Горелка для сантехников Express 342

Ручной трубогиб для медных труб.

Ручные трубогибы GERAT предназначены для гибки медных труб до 180°. С их помощью можно создавать очень плавные изгибы на трубах. Возможна гибка труб с толщиной стенки до 1,2 мм. Имеет малый радиус гибки. Трубогиб оснащен четкой градуированной шкалой. Удобен в использовании [30]. Технические характеристики трубогиба приведены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 - Трубогибы для труб, мм

Наименование	Ручной трубогиб для медных труб					
Артикул	68010	68011	68012	68013	68015	68016
Диаметр трубы, мм	6	8	10	12	15	16
Вес, кг	0,51	0,72	0,88	0,93	1,73	2,18

Ручной расширитель труб REMS Экс-Пресс Р.

REMS Экс-Пресс П – для расширения труб. Конический расширительный шип для равномерно центрированного расширения. Надёжный качественный инструмент для расширения пластмассовых труб, трубных соединений, D 12 – 32 мм. Производитель: Rems (Ремс).

Исполнение:

Надёжный высококачественный инструмент. Устойчивые на кручение расширительные клещи с эргономическими рукоятками для лёгкого расширения. Конический расширительный шип (угол конуса 18°) для равномерного, центрированного расширения. Длинная направляющая расширительного шипа, обратный ход шипа под воздействием пружины.

Расширительные головки:

Полный ассортимент расширительных головок REMS П на все котирующиеся системы с натяжной муфтой. Быстросменные насадки. Расширительные головки REMS специфицированные и соответствуют требованиям данной системе с натяжной муфтой. Благодаря этому происходит безупречное конформальное и надёжное расширение [31].

Трубобрез ручной Rems PAC Cu (RAS Cu).

Трубобрез данной модели прекрасно подходит для работы с медными трубами. Конструкция устройства отличается компактностью. Подача достаточно легкая, разрез точный. Эргономичная ручка приспособления облегчает эксплуатацию. Режущий диск данной машины защищен от контакта с упорными роликами. Вмонтированное устройство прекрасно подходит для зачищения кромок. Специальное лезвие делает работу по снятию грата простой. Для обеспечения универсальности необходим всего один режущий диск [32].

Гратосниматель REMS РЭГ 3-35.

Гратосниматель REMS РЭГ 3-35 предназначен для снятия внешних и внутренних кромок у труб из стали, меди, латуни, алюминия и пластика. Работает как с метрическими, так и с дюймовыми трубами. 3 ножа обеспечивает быстрое и простое снятие кромок. Корпус инструмента изготовлен из пластика, устойчивого к ударам. Имеет небольшие размеры и небольшой вес. Очень надежен и удобен в эксплуатации [33].

Для сварки полипропилена применим аппарат для сварки пластиковых труб ROTORICA CT-40TWN.

Паяльник для полипропилена Rotorica CT-40TWN серия Top (Роторика ЦТ-40ТВН серия Топ) предназначен для сварки внахлест пластиковых труб и фасонных деталей из ПЭ, ПП, ПВХ, ПБ 0 16-40 мм. Идеален при прокладке труб для полов с подогревом.

Преимущества паяльника для полипропилена Rotorica CT-40TWN серия Top:

- нагревательный элемент с высококачественным и долговечным антиприлипающим тефлоновым покрытием и 2-мя отверстиями для крепления дорнов и муфт проверен по VDE и TUV / GS;
- ступенчатая цифровая электронная регулировка температуры;
- сварочные насадки высочайшего качества с промышленным тефлоновым покрытием и толстыми стенками для правильного аккумулирования и передачи температуры;

- встроенное крепление для струбцины и подставки дает возможность для универсального использования в рабочих условиях. [34].
 Технические характеристики ROTORICA CT-40TWN представлены в таблице 3.14. Внешний вид аппарата представлен на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 Аппарат для раструбной сварки ROTORICA CT-40TWN

Таблица 3.14 - Технические характеристики ROTORICA CT-40TWN

Артикул	CT-40TWN
Модель	Rotorica CT-40TWN серия Top
Материал труб	ПП, ПЭ, ПВДФ, ПБ
Диаметр труб	16-40 мм
Тип насадок	Парные
Диаметр насадок	20, 25, 32, 40 мм
Мощность	650 Вт
Напряжение	230 В
Частота	50/60 Гц
Нагреватель	Мечевидный
Регулятор температуры	Микропроцессор
Насторойка температуры	200 - 279°C
Температура воздуха	-5°C... +45°C
Вес	1,6 кг

Шейвер для полипропиленовых труб.

Шейвер предназначен для зачистки наружной поверхности полипропиленовых труб перед их монтажом.

При помощи шейвера на конце полипропиленовой трубы снимается армирующий слой и удаляются заусенцы.

Корпус шейвера выполнен из алюминия, а ножи из специальной быстрорежущей стали [35].

Труборез EXPERT 42 мм KRAFTOOL 23381-42 z01 применяется при монтажных работах с водопроводами и отопительными системами. Он используется для резки пластиковых и металлических труб диаметром до 42 мм. Режущие элементы изготовлены из легированной стали высшего качества, а корпус - из дюралюминиевого сплава. Благодаря храповому механизму обеспечивается прямой и точный рез при минимальных усилиях. Технические характеристики трубореза Kraftool 23381-42 z01 приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 Технические характеристики трубореза Kraftool 23381-42 z01 [36]

Мах диаметр трубы, мм	42
Материал резцов	быстрорежущая сталь
Тип труб	полипропиленовые
Материал корпуса	Алюминий
Вес, кг	0,36

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качественных сварочных работ – наиболее главная проблема в области сварки.

Качество сварного соединения в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [37].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, свойств и сплошности околошовной зоны, сплошности и формы шва, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик

изделия.

Дефекты бывают внутренние, наружные и сквозные.

Дефекты размеров и формы шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сварных соединений сплошность:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

Дефекты могут быть недопустимыми и допустимыми. Размер и вид допустимых дефектов обычно указывается в стандартах на данный вид изделия или технических условиях.

Проверка качества сварки в готовом изделии производится измерением сварного шва и внешним осмотром. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, подрезы, наплывы, непровары, глубокие кратеры, трещины, прожоги, поры и свищи и т.д. [37].

Сварные соединения рассматриваются с помощью лупы при хорошем освещении или невооружённым глазом; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов - катетомеров.

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.
- в зависимости от времени существования:
 - временные - существующие лишь в определённый момент времени;
 - остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

- напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;
- напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;
- напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

- продольные (вдоль оси шва);
- поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

- линейные (действующие в одном направлении);
- плоскостные (действующие в двух направлениях);
- объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

- деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;
- деформации из плоскости – проявляются в образовании

поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основных группы:

- способы, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- способы, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [37].

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

- минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;
- симметричное расположение швов;
- оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;
- закрепление изделия в приспособлениях;
- прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к неоправданному удорожанию изделия.

При изготовлении системы отопления применяется визуальный способ контроля сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального контроля:

- несложное оборудование;
- простота контроля;

- малая трудоемкость.

3.2.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, максимальное облегчение условий труда, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, механизации сборочных процессов, подъёмно-транспортных устройств [38].

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых технологическими и инструкционными картами, ведомостями технологического процесса,.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- число данных сборочных единиц в изделии;
- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- название цеха;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- данные о принятых способах и режимах сварки
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [26].

3.3 Пространственное расположение производственного процесса

3.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве основных элементов производства, запроектированного производственного процесса и всех необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [23].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: газопламенной обработки, правки и наметки металла, штамповочный, слесарно-механический, станочной обработки, очистки металла.

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, пайки, термообработки, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [23].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению

возвратных перемещений материалов и изделий.

3.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха - всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [13].

3.3.3 Расчет основных элементов производства

3.3.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Так как при монтаже системы отопления отсутствует годовая программа выпуска изделий принимаем по одному комплекту оборудования для трех рассматриваемых технологий.

3.3.3.2 Определение состава и численности работающих

Для сварки системы отопления примем по одному сварщику и одному слесарю.

3.3.4 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи

цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка системы отопления представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Планировка административно-конторских помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
	Шлюз (тамбур)		-	6,8
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на достаточно большом расстоянии от места расположения уборных [39].

4.1 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.

Финансирование проекта осуществляется на 100% за счет предприятия.

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления системы отопления допускает различные варианты решения. В данной работе рассматриваются три технологии изготовления системы отопления.

Система отопления служит для поддержания комфортной температуры в административном корпусе.

Существует базовый вариант изготовления системы отопления, который был применен в ООО «ЮРГА ВОДТРАНС».

В работе производится сравнение базового варианта технологического процесса монтажа системы отопления и двух предлагаемых. Необходимо определить экономическую эффективность рассматриваемых вариантов и определить более выгодный и надежный.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение требуемых работ.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [40]:

$$Z_{\text{п}}=C+ E_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капиталовложений, руб/изд;

K - капиталовложения, руб/изд.

Согласно базовому технологическому процессу сборочные и сварочные операции при изготовлении системы отопления выполняются ручной дуговой сваркой покрытыми электродами стальных труб. Для базового технологического процесса применяется сварочный аппарат Сварог REAL MIG 200 (N24002).

В качестве предлагаемых технологических процессов предлагаются сварка полипропиленовых труб и пайка медных труб.

Для первого предлагаемого технологического процесса применим аппарат для раструбной сварки ROTORICA CT-40TWN. Эта технология довольно простая, соединение прочное и долговечное, но полипропилен обладает большим коэффициентом линейного расширения, что приводит к изгибанию самой трубы. При наличии протяженных участков труб требуется установка компенсаторов. Полипропиленовые трубы боятся воздействия прямого солнечного света.

Во втором предлагаемом технологическом процессе используем горелку для сантехников Express 342.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и двух предлагаемых вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемых технологических процессов монтажа системы отопления рассчитаны в пункте 3.2.4.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование найдем по формуле [40]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

где C_{oi} - оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i - количество оборудования i -го типоразмера, ед;

μ_{oi} - коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2017 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на оборудование [34, 35, 36, 28, 29, 30, 31, 32, 33]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
Сварог REAL MIG 200 (N24002)1 шт.	20450
Первый предлагаемый технологический процесс	
ROTORICA CT-40TWN 1 шт.	6839
Труборез Kraftool 23381-42 z01 1 шт.	639
Шейвер Ф 20-25 1 шт.	368
Второй предлагаемый технологический процесс	
Горелка Express 342 1 шт.	2438
Трубогиб GERAT 1 шт.	1311
Расширитель REMS Экс-Пресс Р 1 шт.	29293,44
Труборез Rems PAC Cu 1 шт.	565
Гратосниматель REMS РЭГ 3-35 1 шт.	1098

Капитальные вложения в оборудование смотри в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Капитальные вложения в оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб.·год
Базовый технологический процесс	
Сварог REAL MIG 200 (N24002) 1 шт.	2722
Итого:	2722
Первый предлагаемый технологический процесс	
ROTORICA CT-40TWN 1 шт.	4172
Труборез Kraftool 23381-42 z01 1 шт.	96
Шейвер Ф 20-25 1 шт.	74
Итого:	4341
Второй предлагаемый технологический процесс	
Горелка Express 342 1 шт.	764
Трубогиб GERAT 1 шт.	62
Расширитель REMS Экс-Пресс Р 1 шт.	1754
Труборез Rems PAC Cu 1 шт.	60
Гратосниматель REMS РЭГ 3-35 1 шт.	231
Итого:	2871

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [40]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (4.3)$$

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

Π_j - количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$ - коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	Базовый технологический процесс		Первый предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Центратор	3500	1	466-	-	-
ИТОГО			466		

4.2.2 Определение затрат на основные материалы

Затраты на полипропиленовые трубы, муфты и фитинги идущие на изготовление системы отопления по первому предлагаемому техпроцессу по формуле:

$$C_M = L_T \cdot k_{Т.з.} \cdot C_T \cdot k_o + n_M \cdot C_M + n_\phi \cdot C_\phi, \text{ руб./изд.}, \quad (4.4)$$

где L_T – норма расхода труб, м;

$k_{Т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{Т.з.}=1,04$ [40];

C_T – средняя оптовая цена полипропиленовой трубы PN 25 на 01.01.2017, $C_T = 124$ руб./м:

k_o – коэффициент, учитывающий потерю на обрезки $k_o=1,2$ [40];

n_M – количество муфт, $n_M = 30$;

C_M – цена муфты, $C_M=3$ руб.;

n_ϕ – количество муфт комбинированных, $n_\phi = 40$;

C_M – цена муфты комбинированной, $C_M=73$ руб.;

$$C_M = 160 \cdot 1,04 \cdot 124 \cdot 1,2 + 30 \cdot 3 + 40 \cdot 73 = 27770,32 \text{ руб/изд.}$$

Трубы для сварки системы отопления по базовому техпроцессу поставляются длиной 4 метра, нарезка труб осуществляется по месту. Затраты на металл, идущий на изготовление системы отопления по первому предлагаемому технологическому процессу определяем по формуле [40]:

$$C_M = m_M \cdot k_{Т.з.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (4.5)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [40];

Π_m - средняя оптовая цена сталей Ст3 на 01.01.2017, руб./кг:

- для стали Ст3 $\Pi_m=23$ руб./кг, при $m_m= 261 \cdot 1,2=339,3$ кг.

$$C_m=1,04 \cdot (339,3 \cdot 23) = 8116,06 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на покрытые электроды определяем по формуле [40]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \Pi_{п.с.}, \text{ руб/изд,} \quad (4.6)$$

где G_d - масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 0,605$ кг - для покрытых электродов Э-46;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход покрытых электродов [40],

$k_{р-п.с.} - 1,6$ [40];

$\Pi_{п.с.} = 83$ - стоимость покрытых электродов Э-46, руб/кг по данным ООО«ЮРГА ВОДТРАНС» на 01.01.2017.

$$C_{п.с.} = 0,605 \cdot 1,6 \cdot 83 = 80,34 \text{ руб.}$$

Затраты на медные трубы идущие на изготовление системы отопления по второму предлагаемому технологическому процессу по формуле:

$$C_m = L_T \cdot k_{т.з.} \cdot \Pi_T \cdot k_o + n_m \cdot \Pi_m, \text{ руб./изд.,} \quad (4.7)$$

где L_T – норма расхода труб, м;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [40];

Π_T - средняя оптовая цена медной трубы 28x2,0x3000 на 01.01.2017,

$\Pi_T = 612$ руб./м:

k_o – коэффициент, учитывающий потерю на обрезки $k_o=1,2$ [40];

n_m – количество муфт, $n_m = 12$;

Π_m – цена муфты, $\Pi_m=122$ руб.;

$$C_m=160 \cdot 1,04 \cdot 612 \cdot 1,2+12 \cdot 122= 123668,16 \text{ руб/изд.}$$

Для пайки системы отопления расходуются три катушки припоя S-Sn97Cu3 стоимостью 875 руб. за катушку. Тогда затраты на припой составят:

$$C_{\text{пр}}=3 \cdot 875=2625 \text{ руб.}$$

4.2.3 Определение затрат на вспомогательные материалы

При сварке полипропиленовых труб для обезжиривания требуется спирт. Расход спирта на изготовление системы отопления составит 200 мл. Стоимость 1 литра спирта равна 240 руб. Тогда затраты на спирт составят:

$$C_{\text{сп}}=0,2 \cdot 240=48 \text{ руб.}$$

При ручной дуговой сварке вспомогательные материалы отсутствуют.

При пайке медных труб для работы газовой горелки требуются пропановые баллончики. При изготовлении системы отопления расходуеться два баллончика. Стоимость одного баллончика составляет 462 руб. Общие затраты на баллончики составят:

$$C_{\text{сп}}=2 \cdot 462=924 \text{ руб.}$$

Обезжиривание места пайки медных труб производится флюсом F-SW 21. Расход флюса на изготовление системы отопления составит один флакон содержащий 100 грамм флюса. Стоимость 1 флакона составляет 990руб.

$$C_{\text{сп}}=0,2 \cdot 240=48 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{з.п.сд}}=(\text{ТС} \cdot \Sigma \text{T}_{\text{ш}}) \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot [1+(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)/100], \quad (4.8)$$

где ТС- тарифная ставка на 01.01.2017, руб., ТС– 16,36 руб.;

$K_{\text{д}}$ -коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{\text{д}}=1,15$;

$K_{\text{пр}}$ - коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{\text{пр}}=1,5$;

$K_{\text{рай}}$ - районный коэффициент, $K_{\text{рай}}=1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского

страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8%.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (16,36 \cdot 3,99) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 194,54 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по первому предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (16,36 \cdot 2,49) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 121,54 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по второму предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (16,36 \cdot 5,62) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 273,65 \text{ руб./изд.}$$

4.2.5 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии для базового технологического процесса найдем по формуле [20]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (4.9)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_o - основное время сварки, $T_o = 0,531$ ч;

η_u - КПД оборудования, $\eta = 0,85$;

P_x - мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u - коэффициент, учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [14]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (4.10)$$

где $Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «ЮРГА ВОДТРАНС», $Ц_э = 5,31$ руб.

Расход технологической электроэнергии для первого предлагаемого технологического процесса найдем по формуле:

$$W_{тэ} = P \cdot t_{ci}, \quad (4.11)$$

где P - мощность сварочного аппарата ROTORICA CT-40TWN, $P = 800$ Вт;

T_0 - основное время сварки, $T_0 = 0,227$ ч.

Расход технологической электроэнергии по базовому технологическому процессу составит:

$$W_{T_0} = 800 \cdot 0,227 = 181 \text{ Вт.}$$

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:
 $C_{э.с.} = 10,22$ руб.

Затраты на электроэнергию по первому предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 0,96$ руб.

4.2.6 Определение затрат на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования C_a , руб/изд. определяем по формуле [40]:

$$C_a = C_0 \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.12)$$

где a_i - норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [40];

r_i - коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	a_i , %	C_a , руб/изд.
1	2	3
Базовый технологический процесс		
Сварог REAL MIG 200 (N24002)	19,4	63,37
Итого:		63,37
Первый предлагаемый технологический процесс		
ROTORICA CT-40TWN	19,4	97,12
Труборез Kraftool 23381-42 z01	19,4	2,23
Шейвер Ф 20-25	19,4	1,71
Итого:		101,06

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3
Второй предлагаемый технологический процесс		
Горелка Express 342	19,4	17,79
Трубогиб GERAT	19,4	1,45
Расширитель REMS Экс-Пресс Р	19,4	40,84
Труборез Rems PAC Cu	19,4	1,49
Гратосниматель REMS РЭГ 3-35	19,4	5,37
Итого:		66,84

4.2.7 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений по базовому технологическому процессу определяются по формуле [40]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m K_{прj} \cdot П_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.13)$$

где a_j - норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [40];

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Базовый технологический процесс		Первый предлагаемый технологический процесс	
		П _ж , шт.	С _и , руб/изд.	П _ж , шт.	С _и , руб/изд.
Центратор	3500	1	69,88	-	-
ИТОГО			69,88		

4.2.8 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [40]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.14)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [40];

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000$ ч. [40].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T, ч	C_p , руб/год.
Базовый технологический процесс				
Сварог REAL MIG 200 (N24002)	7	1096	3,99	0,05
Итого:				0,05
Первый предлагаемый технологический процесс				
ROTORICA CT-40TWN	8	1849,5	2,49	0,06
Труборез Kraftool 23381-42 z01				
Шейвер Ф 20-25				
Итого:				0,06
Второй предлагаемый технологический процесс				
Горелка Express 342	7	1096	5,62	0,07
Трубогиб GERAT				
Расширитель REMS Экс-Пресс Р				
Труборез Rems PAC Cu				
Гратосниматель REMS РЭГ 3-35				
Итого:				0,07

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.15)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\dot{\epsilon}_H$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\dot{\epsilon}_H=0,15$ (руб./ед)/руб. [40];

K_y - удельные капитальные вложения, руб./ ед.

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C=N_{\Gamma} \cdot (C_M + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_3 + C_u + C_p), \quad (4.16)$$

где C_M - затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{в.м.}}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд.}}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{э.с}}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб;

C_3 - затраты на амортизацию оборудования, руб;

C_u - затраты на амортизацию приспособлений, руб;

C_p - затраты на ремонт оборудования, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K=K_{\text{со}}+K_{\text{пр.}} \quad (4.17)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K=2722+466=3188 \text{ руб/изд.},$$

$$C=8116,06 + 80,34 + 194,54 + 10,22 + 63,37 + 69,88 + 0,05 = 8534,46 \text{ руб/изд.},$$

$$3_{\text{п}}^2 = 8534,46 + 0,15 \cdot 3188 = 9012,62 \text{ руб/изд.}$$

Определим количество приведенных затрат по первому предлагаемому технологическому процессу:

$$K=4341+0=4341 \text{ руб/изд.},$$

$$C=27770,32 + 48 + 121,54 + 0,96 + 101,06 + 0,06 + 0,06 = 28041,95 \text{ руб/изд.},$$

$$3_{\text{п}}^1 = 28041,95 + 0,15 \cdot 4341 = 28693,14 \text{ руб/изд.}$$

Определим количество приведенных затрат по второму предлагаемому технологическому процессу:

$$K=2871+0=2871 \text{ руб/изд.},$$

$$C=123668,16 + 2625 + 924 + 990 + 273,65 + 66,84 + 0,07 = 128547,72 \text{ руб/изд.},$$

$$3_{\text{п}}^2 = 128547,72 + 0,15 \cdot 2871 = 128978,36 \text{ руб/изд.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\mathcal{E} = Z_{п}^1 - Z_{п}^2, \quad (4.18)$$

Величина экономического эффекта:

$$\mathcal{E}_1 = 9012,62 - 28693,14 = -19680,51 \text{ руб./год.}$$

$$\mathcal{E}_2 = 9012,62 - 128978,36 = -119965,74 \text{ руб./год.}$$

Результаты расчетов показали, что первый ручная дуговая сварка покрытыми электродами самая дешёвая технология, а пайка медных труб и сварка полипропилена дают отрицательный экономический эффект.

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

1. Количество комплектов оборудования, шт	1
2. Средний коэффициент загрузки оборудования, %	93
3. Количество работающих, чел:	
производственных рабочих	2
вспомогательных рабочих	1
ИТР	1
контролеры качества продукции	1
6. Средний тарифный разряд производственных рабочих	5
7. Расход сварочных материалов для стали на изделие, кг	0,488
Расход сварочных материалов для меди на изделие, шт.	3
8. Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.:	
- для полипропилена	-19680,51
- для меди	-119965,74
Количество приведенных затрат для стали	9012,62

Из этого можно сделать вывод, что по времени изготовления выигрывает первый предлагаемый вариант, а по стоимости базовый вариант. Но учитывая все достоинства и недостатки рассмотренных технологий пайка медных труб является более надежной и долговечной.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе производится монтаж системы отопления административного комплекса. По базовому технологическому процессу монтаж системы отопления производится ручной дуговой сваркой покрытыми электродами стальных труб. В качестве сварочного оборудования используется инверторный сварочный аппарат Сварог REAL MIG 200 (N24002).

По первому предлагаемому технологическому процессу монтаж системы отопления производится сваркой полипропиленовых труб. В качестве сварочного оборудования используется аппарат для раструбной сварки ROTORICA CT-40TWN.

По второму предлагаемому технологическому процессу монтаж системы отопления производится пайкой медных труб. Для пайки применяется горелка для сантехников Express 342.

Разгрузка большого количества труб производят кран-балкой грузоподъемностью 2 т.

Система отопления служит для поддержания необходимого теплового режима в административном корпусе.

В базовом варианте в качестве материала используют сталь марки Ст3. Ручная дуговая сварка производится покрытыми электродами Э-46 диаметром 3мм.

В первом предлагаемом варианте в качестве материала труб используют полипропиленовые трубы PN 25.

Во втором предлагаемом варианте в качестве материала труб используют медь марки М2. Пайка производится припоем S-Sn97Cu3.

5.2. 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. Нормы освещения строительных площадок. М.: Изд. стандартов, 2001.
- 5 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
- 6 Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.
- 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.

11 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

5.3 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 ручной дуговой сварке могут быть выявлены следующие опасные и вредные факторы ГОСТ 12.0.003-74 [41]:

- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;
- психофизиологические нагрузки на рабочего;
- пожароопасность;
- опасность поражения электрическим током.

Концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны при выполнении различных видов сварки не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), регламентированных ГОСТ 12.1.005-88 и перечнями ПДК, утвержденными Минздравом СССР [35]. При сварке труб с применением ручной дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м³) с содержанием марганца до 13,7% (ПДК 0,1-0,2

мг/м³), а также СО₂ до 0,5-0,6%, СО – до 160 мг/м³, окислов азота до 8 мг/м³, озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³). Содержание аэрозолей и пыли в воздухе рабочей зоны превышает предельно-допустимой концентрации, так как работы производятся в помещении. Озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолиза воздуха представляют опасность, при этом необходимо использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания ГОСТ 12.4.034-2001 (ЕН 133-90) [41, 42].

При пайке медных труб в воздух выделяются пары флюса и припоя.

Сварку и резку цветных металлов необходимо вести в масках (респираторах) для предохранения от вдыхания выделяющихся окислов и паров меди и свинца, для защиты рук использовать рукавицы, перчатки, полуперчатки ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ [43].

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- инверторный сварочный аппарат Сварог REAL MIG 200 (N24002);
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток (m = 2 кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80, молоток рубильный МР – 22.

Шумом принято называть любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, и представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Характеристикой шума является уровень звукового давления. Источниками шума на участке служит источник тока и треск при проведении сварочных работ [39].

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещения жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления (дБ) и уровень звука (дБА) должны быть следующими: уровень звукового давления 99-85 дБ при среднегеометрической частоте октавных полос 63-8000 Гц, уровень звука – 85

дБА [44]. На проектируемом участке уровень шума ниже предельно-допустимого и защиты от шума не требуется.

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые 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÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [45].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Освещение, обеспечивающее нормальные зрительные условия работы, является важным фактором в организации производственного процесса. Для искусственного освещения следует использовать энергоэкономичные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы. Применение ламп накаливания общего назначения для освещения ограничивается Федеральным законом от 23 ноября 2009 года N 261-ФЗ. С 01 января 2011 года не допускается применение для освещения ламп накаливания общего назначения мощностью 100 Вт и более СП 52.13330.2011.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной

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

Ультрафиолетовое излучение может вызвать ожог роговицы глаза. 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. Тепловое воздействие может вызвать перегрев человека и тепловой удар.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ [46].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски по ГОСТ 12.4.023. 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 (100-140 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, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства индивидуальной защиты, применяемые при проведении работ

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
Циток 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 навывпуск.

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 220 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.

Во время сварки системы отопления применяются розетки с заземлением. Заземляющий контакт розеток напрямую соединяется с заземляющим устройством здания.

Сопротивление заземляющего устройства должно составлять не более 4 Ом.

Используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

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

Сопротивление одиночного заземления вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [47]:

$$R_{TR} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_T} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_T}{d}, \quad (5.1)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом см; $\rho = 1 \cdot 10^5$ Ом см;

l_T - длина трубы, мм; $l_T = 2000$ мм;

d - наружный диаметр трубы, см; $d = 5$ см.

$$R_{TR} = \frac{1 \cdot 10^5}{2 \cdot 3,14 \cdot 2000} \cdot \ln \frac{2 \cdot 2000}{5} = 13 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{TR}}{R_3 \cdot \eta_3}, \quad (5.2)$$

где R_3 - требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом, $R_3 = 5$ Ом;

η_3 - коэффициент экранирования, $\eta_3 = 0,8$.

$$n = \frac{13}{5 \cdot 0,8} = 3,7 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=4$ шт.

Сопротивление металлической полосы, применяемой для соединения трубчатых заземлителей определяется по формуле:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \cdot h \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\Pi}^2}{b/n}, \quad (5.3)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_{Π} - длина полосы, см;

b - ширина полосы, см;

h - глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [47]:

$$l_{\Pi} = 1,05 \cdot a \cdot (n-1), \quad (5.4)$$

где a - расстояние между заземлениями, см;

$$\begin{aligned} a &= 2 \cdot l_{\text{тр}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ см.} \\ l_{\Pi} &= 1,05 \cdot 4 \cdot (4-1) = 13 \text{ м.} \end{aligned} \quad (5.5)$$

$$R_{\Pi} = \frac{1 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1300}{80/4} = 18,4 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление всей системы, с учетом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_C = \frac{R_{\text{тр}} \cdot R_{\Pi}}{R_{\text{тр}} \cdot h_{\Pi} + R_{\Pi} \cdot \eta_{\text{Э}} \cdot n}, \quad (5.6)$$

где $R_{\text{тр}}$ - сопротивление заземления одной трубы, Ом;

n - число труб заземлений, шт.;

$\eta_{\text{Э}}$ - коэффициент использования труб контура, $\eta_{\text{Э}} = 0,8$;

h_{Π} - коэффициент использования соединительной полосы, $h_{\Pi} = 0,7$.

$$R_C = \frac{13 \cdot 18,4}{13 \cdot 0,7 + 18,4 \cdot 0,8 \cdot 4} = 3,5 \text{ Ом.}$$

В результате проведённых расчётов получаем, что система заземления состоит из четырёх труб, вертикально вбитых в землю диаметром 50 мм и длиной 2 метра. Сопротивление одиночного заземлителя равно 13 Ом. Соединены между собой отдельно вбитые элементы заземления металлической полосой.

5.5 Охрана окружающей среды

Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке монтажа системы отопления предусмотрены емкости для мусора (огарки электродов, обрезки труб). Весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [39].

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Во время сварки возможно возникновение пожара. Поэтому административный корпус оборудован специальными средствами пожаротушения:

- 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 песком – 2 шт.

5.7 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 и т.д.

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.

Заключение

В представляемой выпускной квалификационной работе произведено сравнение трех технологий изготовления системы отопления административного корпуса. Рассмотрены особенности каждого способа, их достоинства и недостатки. Так же было подобрано необходимое оборудование и приспособление.

Время изготовления системы отопления из стали составляет 3,99 ч., из полипропилена составляет 2,49 ч., из меди составляет 5,62 ч.

Себестоимость на технологию изготовления системы отопления из:

- стали составляет: 9012,62 руб.
- полипропилена составляет: 28693,14 руб.
- меди составляет: 128978,36 руб.

Экономический эффект на изготовление системы отопления:

- по первому варианту составляет -19680,51рублей;
- по второму варианту составляет -119965,74 рублей.

Можно сделать вывод что по стоимости медные трубы самые дорогие, обладают коррозионной стойкостью, достаточно легкие. Стальные трубы прочные и качественные, но они подвергаются коррозии, чем сокращается срок службы. Выигрывает сварка полипропилена, являющейся более надежной и долговечной, эксплуатационный срок будет зависеть от таких факторов, как постоянное давление, наличие температурных перепадов и механических воздействий на них.

Список использованных источников

1. Стальные трубы для отопления, их виды и технические характеристики. [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://trubanet.ru/truby-dlya-otopleniya/stalnye-truby-dlya-otopleniya-ikh-vidy-i-tehnicheskie-kharakteristiki.html>
2. Полипропиленовые трубы: ГОСТ, СНиП и проверка качества. [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://vse-o-trubah.ru/polipropilenovye-truby-gost-snip-i-proverka-kachestva.html>
3. Медные трубы для отопления – лучшая система обогрева дома. [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://tutmet.ru/mednye-truby-otoplenija-pokrasit-montazh.html>
4. 17.02-63.200. Контроль качества сварных соединений полимерных материалов по их светопрозрачности / Волков С. С., Ремизов А. Л., Малолетков А. В. // Сварка и диагност. 2016, № 3, с. 43-45. Рус.
5. 17.02-63.201. [Оборудование] фирмы Cemas Elettra (Италия) для термических способов сварки / Thermische Schweißverfahren. Kuuststoffe // 2016. 106, № 9, с. 120. Нем.
6. 17.02-63.202. Фирма KLN Ultraschall. Термические методы [полимерных материалов] / Thermische Fügeverfahren // Kunststoff 2016. 106, Ns 9, с. 120, 1 ил. Нем.
7. 17.01-63.214. Системный аналитический подход к исследованию формирования материалов для паяного монтажа / Рощин В. М., Петухов И. Н., Михайлова М. С., Шилина Т. В. и др. // Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов: Труды 13 Международной конференции, Курск, 24-26 мая. 2016. Ч. 2. Курск. 2016, с. 222-227. 3 ил. Библ. 6. Рус.; рез. англ.
8. 17.01-63.215. Диффузионно-твердеющие сплавы на основе меди и галлия: калориметрии и структурные исследования / Шубин А. Б., Быков В. А.

Бутлеров // сообщ. 2016. 47, На 7, с. 57-61. Рус.

9. 17.01-63.232. Разработка технологии сварки полипропиленовых труб в раструб при низких температурах / Старостин Н. П., Васильева М. А., Амосова О. А. 10 Международная конференция «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций» // Екатеринбург, 16-20 мая, 2016: Сборник материалов. Екатеринбург. 2016, с. 73. Рус.

10. 1610-63.227. Разработка и свойства безсвинцовых припоев: модифицированный Ag-наночастицами графен/SnAgCu. Design and performance of Ag nanoparticle-modified graphene/ SnAgCu lead free solders / Xu Lianyong, Chen Xi, Jing Honguang, Wang Lixia // et al. Mater. Sci. and Eng. A. 2016. 667, с/ 87-96. Англ.

11. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288 с.

12. Марочник сталей и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т Долбенко, Ю.В. Коширский и др.; под общей М28 ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.: ИЛЛ.

13. Трубы полипропиленовые. Виды и технические характеристики [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://trubamaster.ru/vodoprovodnye/truby-polipropilenovye-tehnicheskie-harakteristiki.html>

14. Трубы полипропиленовые: технические характеристики, применение [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/161920/trubyi-polipropilenovyye-tehnicheskie-harakteristiki-primeneniye>

15. Достоинства и недостатки медных труб в системах отопления, особенности эксплуатации и пайка, отзывы и стоимость [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://teplowood.ru/mednye-truby-dlya-otopleniya.html#h2_2

16. Характеристика материала М2 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1122

17. Геворкян В. Г. Основы сварочного дела. Высшая школа - 1985 - 168 с.
18. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. ГОСТ 9467-75 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.czcw-weld.ru/index.php?action=products&id=83>
19. Припой мягкий S-Sn97 Cu3 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.san-detal.ru/pripoj-mjagkij-s-sn97-cu3-p-1115.html>
20. Васильев В. И., Ильященко Д. П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
21. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
22. Metallurgical processes during welding with coated electrodes [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://msd.com.ua/proizvodstvo-elektrodov-dlya-ruchnoj-svarki/metallurgicheskie-processy-pri-svarke-pokrytymi-elektrodami/>
23. Крампит Н. Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.
24. Пайка меди [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://tool-land.ru/payka-mednykh-trub.php>
25. Горелка для сантехников Express 342 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://ro-tools.ru/catalog/gazovye-gorelki/payalnye-gorelki-dlya-odnorazovykh-propanovykh-ballonchikov-s-rezboy/cartridge-blowtorch-for-plumbers-342/>
26. Крампит Н. Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002. - 26с.
27. Оботуров В. И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
28. Сварог REAL MIG 200 (N24002) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://market.yandex.ru/product/13974378?hid=284394&track=tabs>

29. Горелка для сантехников Express 342 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://ro-tools.ru/catalog/gazovye-gorelki/payalnye-gorelki-dlya-odnorazovykh-propanovykh-ballonchikov-s-rezboy/cartridge-blowtorch-for-plumbers-342/>
30. Ручной трубогиб для медных труб [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: https://www.truborezoff.ru/shop/product/ruchnoi-trubogib-dlia-mednyh-trub?utm_source=direct.yandex.ru&utm_medium=cpc&utm_content=kovalev&utm_campaign=yd_rk_na_kartochki_tovarov_rossija&yclid=2386018255508081687
31. Ручной расширитель труб REMS Экс-Пресс Р [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://rems-center.ru/catalog/product/rems-eks-press-p.html>
32. Труборез ручной Rems PAC Cu (RAS Cu) Р [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://rems-russia.ru/truborezi/ras-cu/>
33. Гратосниматель REMS РЭГ 3-35 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://diam-almaz.ru/tehnika/truborezi/reg-3-35/>
34. Аппарат для сварки пластиковых труб ROTORICA СТ-40TWN [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.220-volt.ru/catalog-331315/#ui-tabs-description>
35. Шейвер для зачистки полипропиленовых труб Ф 20-25 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://santehgood.ru/instrument-santehnicheskiy/1967-scheyver-dlya-zachistki-polipropilenovyh-trub-f-20-25.html>
36. Труборез EXPERT 42 мм KRAFTOOL 23381-42_z01 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.vseinstrumenti.ru/ruchnoy_instrument/stolyarno-slesarnyi/truborezy/kraftool/truborez_expert_dlya_metalloplastikovyh_trub_42_mm_kraftool_23381-42_z01/#tab-1
37. Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
38. Организация и планирование производства. Основы менеджмента:

метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.

39. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.

40. О. Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.

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

42. ГОСТ 12.4.034-2001 (ЕН 133-90) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка.

43. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

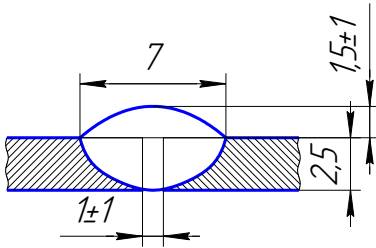
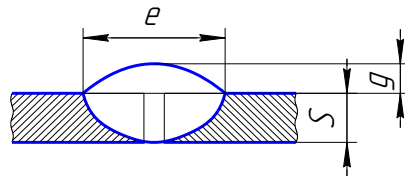
44. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

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

46. Брауде М. З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. - 141с.

47. Гришагин В. М., Фарберов В. Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002.–96с.

Приложение А Операционно-технологическая карта сборки и ручной дуговой сварки покрытыми электродами неповоротных кольцевых стыковых соединений труб

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА									
сборки и ручной дуговой сварки покрытыми электродами неповоротных кольцевых стыковых соединений труб									
Организация		Наименование системы			Способ сварки		Конструктивные элементы сварных соединений	Шифр карты	
ООО «ЮРГА ВОДТРАНС»		Система отопления административно-бытового корпуса			РДС		труба+труба	СОАБЗ 26,9x2,5x4000	
Характеристика труб					Предварительный подогрев	Подготовка под сварку, сборка и параметры сварного шва			
Номер ГОСТ	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Класс прочности	Временное сопротивление разрыву, МПа (кгс/мм ²)	Эквивалент углерода, (С _{ЭКВ})%		Не требуется	 <p>Соединение без зазора</p>	 <p>Шов однопроводный</p>
					пW	Рсm			
ГОСТ 27772-88	26,9	2,5	-	205 (21)	0,24				

Дополнительные требования и рекомендации	Сварочные материалы
<p>1. Сварку стыков труб рекомендуется начинать сразу после прихватки.</p> <p>2. Непосредственно перед сваркой необходимо проверить состояние поверхности стыка и в случае необходимости зачистить его в соответствии с указаниями п. 6.2.4РД 153-34.1-003-01.</p> <p>3. Не допускается никаких силовых воздействий на стык до завершения его сварки и проведения термообработки, если таковая необходима.</p> <p>4. Конструкция сварного соединения должна отвечать требованиям п. 6.2.1РД 153-34.1-003-01.</p> <p>5. Марку электродов выбирают в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 4.1РД 153-34.1-003-01.</p> <p>6. При сварке вертикальных стыков трубопроводов (рисунок 2.4, а) из углеродистых и низколегированных сталей высота каждого слоя (валика) должна составлять 6 - 10 мм, ширина одного слоя - не более 35 мм.</p>	<p><u>Электроды сплошного сечения:</u></p> <p>- марка Э-460 3,0 мм</p>

Режимы сварки	
Параметры	Наименования слоя шва
	Основной
Способ сварки	РДС
Диаметр электрода, мм	3,0 мм
Род тока, полярность	~
Сила тока, А	80-110
Напряжение на дуге, В	21-25
Скорость сварки, м/час	36-50

ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ

п/п	Операция	Содержание операции	Оборудование и инструмент
	Очистка труб	<ul style="list-style-type: none"> • Внутреннюю и наружную неизолированную поверхности труб очистить от загрязнений 	Скребок, щетка
	Подготовка кромок	<ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть неизолированные участки поверхности труб, примыкающие к торцам • Царапины, риски, задиры на поверхности труб глубиной св. 0,5 мм устранить шлифованием, при этом толщина стенки не должна быть выведена за пределы минусового допуска. • Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхность труб зачистить до чистого металла на ширину не менее 15 мм • Зашлифовать наружное усиление заводских швов на длине 8-10 мм от торца таким образом, чтобы его величина на торце была в пределах от 0,5 до 1,0 мм. 	Шаблон УШС-3, штангенциркуль, толщиномер, шлифмашинка
	Сборка	<ul style="list-style-type: none"> • Собрать стык без зазора. Допускается локальный зазор не более 0,5 мм • Величину наружного смещения кромок рекомендуется соблюдать в пределах до 0,5 мм. 	Шаблон сварщика УШС-3,



**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Юргинский технологический институт**

Направление (специальность) – Оборудование и технология сварочного производства
Кафедра – Сварочного производства

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ-СВАРКИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВОГО КОРПУСА

Автор:
Руководитель:

Жалеева М. Я.
Ильященко Д. П.

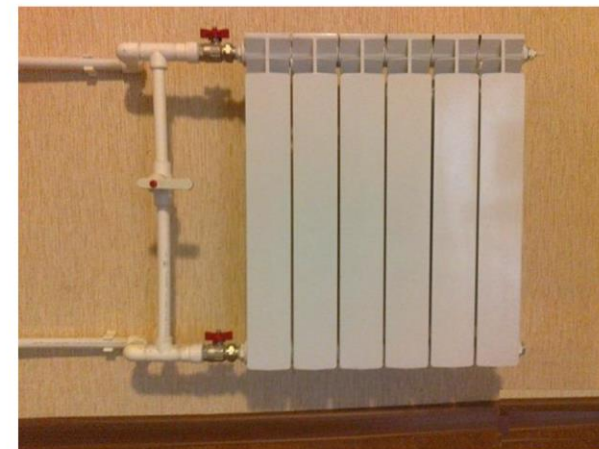
г. Юрга-2017 г.



Актуальность работы

2

В условиях холодного времени года автономное отопление помещения обеспечивает сотрудникам предприятия комфортные условия для работы. Нормализация температурного режима благотворно влияет также на сохранность зданий, имущества и оборудования. Отопительные системы при единстве стоящей перед ними задачи имеют технологические различия.



Докладчик: Жалеева М. Я.



Цель работы:

Разработка технологии сборки-сварки системы отопления (технологические материалы) административно-бытового корпуса .

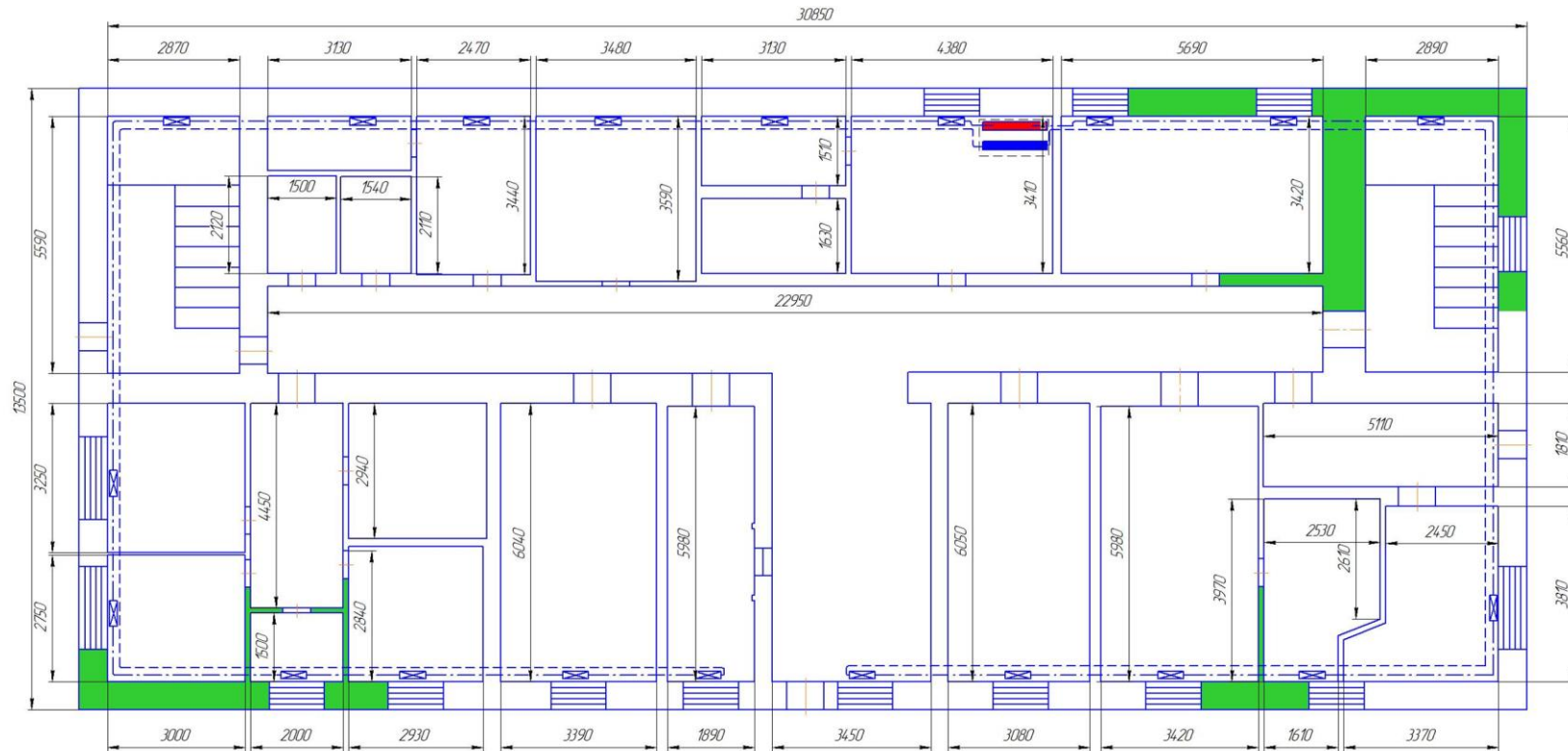
*Для достижения поставленной цели
необходимо решить ряд задач:*

- 1) Произвести выбор эффективной технологии метода соединения труб.
- 2) Произвести выбор сварочных материалов
- 3) Произвести выбор необходимого оборудования



Схема системы отопления административно-бытового корпуса

4



Условные обозначение

-  -Тепловой пункт
-  -Батарея отопления
-  -Подача
-  -Обратка
-  -Дверь
-  -Окно

Площадь здания $S=416,47 \text{ м}^2$

Докладчик: Жалеева М. Я.



Этапы разработки технологии сборки-сварки системы отопления административно-бытового корпуса



Докладчик: Жалеева М. Я.



Достоинства и недостатки видов систем отопления из различных материалов

6

Полипропиленовые трубы

Достоинства: срок службы порядка 50 лет, малый вес, препятствует образованию налета.

Недостатки: достаточно высокое линейное расширение, низкая термостойкость, плохая способность деформации.

Стальные трубы

Достоинства: это высокая прочность, очень низкий температурный коэффициент линейного расширения, высокая теплопроводность.

Недостатки: сильная подверженность коррозии, что обуславливается прямым контактом ничем не покрытой стали и воды.

Медные трубы

Достоинства: длительный срок эксплуатации, небольшой вес, выдерживает и высокие и низкие температуры .

Недостатки: высокая цена, сложность монтажных работ, обязательно специальное оборудование.

Докладчик: Жалеева М. Я.



Стоимость материалов (без сварочных материалов)

7

Сталь		Полипропилен		Медь	
Наименование	Стоимость, руб.	Наименование	Стоимость, руб.	Наименование	Стоимость, руб.
Труба	7836,19	Труба	24760,32	Труба	122204,16
Отвод	279,68	Муфта	90	Муфта	1464
		Муфта комбинированная	2920		
Итого	8115,87		27770,32		123668,16

Докладчик: Жалеева М. Я.



Стоимость материалов и оборудования для сварки

8

Сталь	Стоимость, руб	Полипропилен	Стоимость, руб	Медь	Стоимость, руб.
Сварог REAL MIG 200 (N24002)	20430	Аппарат для сварки ROTORICA СТ-40TWN	6839	Горелка Express 342	2438
Центратор	3500	Труборез Kraftool	639	Трубогиб GERAT	1311
Электроды Э-46 83 руб./кг.	80,34	Шейвер Ф 20-25	368	Расширитель REMS Экс- Пресс Р	29293,44
		Обезжириватель 56 руб. /0,5л	14	Труборез Rems PAC Cu	565
				Гратосниматель REMS РЭГ 3-35	1098
				Пропановые баллончики 462 руб. шт.	924
				Флюс F-SW 21 990 руб./шт.	990
				Припой S-Sn97Cu3 875 руб./шт.	2625
Итого	24010,34		7860		35677,44

Докладчик: Жалеева М. Я.



Стоимость работы и время

9

	Сталь	Время, мин	Полипропилен	Время, мин	Медь	Время, мин
	Замер	63,5	Замер	63,5	Замер	63,5
	Резка труб	35,6	Резка труб	14,8	Резка труб	35,6
	Транспортировка	77,9	Транспортировк	35,68	Транспортировка	77,9
	Стыковка	11,52	Снятие фаски	16,8	Гибка	16
	Прихватка	19,2	Обезжиривание	5,3	Зачистка	24,96
	Сварка	31,88	Сварка	13,6	Покрытие флюсом	13,44
					Пайка трубы	105,6
Итого		239,58		149,68		337
Стоимость, руб	9012,62		28693,14		128978,36	

Докладчик: Жалеева М. Я.



Технологии сварки и пайки

10

Технология сварки стальных труб:

1. Очистка труб от загрязнений;
2. Резка труб и зачистка задиров;
3. Сборка стыков и прихватка;
4. Сварка стыков.

Технология сварки полипропилена:

1. Резка труб;
2. Зачистка полипропилена до фольги;
3. Обезжиривание торцов труб;
4. Нагрев и сварка с выдержкой 5 сек.

Технология пайки медных труб:

1. Зачистка мест соединения;
2. Нанесение флюса;
3. Стыковка и разогрев места пайки;
4. Выполнение пайки;
5. Очистка от остатков флюса.



Технологический процесс сварки полипропилена

11

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА			
сборки и сварки соединений труб			
Организация	Наименование системы	Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений
ООО «ЮРГА ВОДТРАНС»	Система отопления административно-бытового корпуса	Сварка плавлением	труба+труба
Характеристика труб			
Номер ГОСТ	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Предел прочности (при разрыве)
ГОСТ Р 52134-2003	25	4,2	34 ÷ 35 Н/мм²

ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ			
№ п/п	Операция	Содержание операции	Оборудование и инструмент
1	Резка труб	<ul style="list-style-type: none">• Произвести разметку необходимой длины труб.• Произвести резку.	Рулетка Труборез Kraftool
2	Очистка труб	<ul style="list-style-type: none">• Зачистка труб до фольги	Шейвер Ф 20-25
4	Сварка	<ul style="list-style-type: none">• Обезжирить свариваемые поверхности• Нагреть сварочным аппаратом свариваемые поверхности в течении 5сек.• Вставить трубу в муфту, выдержать в течении 7 сек. , не допускать смещения	Обезжириватель Аппарат для сварки ROTORICA CT-40TWN

Докладчик: Жалеева М. Я.



Технология	Негативные факторы	Защита от негативных факторов
Ручная дуговая сварка	Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны	Маски (респираторы)
	Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги	Сварочные щитки и маски
	Также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла	Спецодежда
	Производственный шум	Наушники
Сварка полипропилена	Термический ожог	Перчатки
Пайка меди	Выделяющихся окислов и паров	Маски (респираторы)
	Термический ожог	Перчатки

Докладчик: Жалеева М. Я.



Основные технико-экономические показатели

13

Статьи затрат	Сумма сварки стали, руб.	Сумма сварки полипропилена, руб	Сумма по пайки меди, руб.	(-) Экономия (+) Перерасход		
Прямые расходы						
1. Основные материалы	8196,4	27770,32	126293,16	+19573,92 +118042,76	1. Расчетная длина 1 стыка сварного шва (труба 26,9x2,5), м	0,0845
2. Вспомогательные материалы	-	48	924	+48 +924	2. Количество единиц оборудования, комплект	1
3. Электроэнергия	5,47	0,51	-	+4,96 0	3. Средний коэффициент загрузки оборудования, %	93
4. Заработная плата	194,54	121,54	273,65	+70 +79,11	4. Общее количество работающих, чел в том числе:	2
5. Амортизация оборудования и ремонт оборудования	18,02	211,65	66,91	+193,63 +48,89	производственных рабочих	1
Косвенные расходы					вспомогательных рабочих	1
6. Себестоимость	8534,46	28041,95	128547,72	+19507,49 +120013,26	контролеры качества	1
7. Капитальные вложения	3188	4341	2871	+1153 -317	5. Средний тарифный разряд производственных рабочих	5
8. Количество приведенных затрат	9012,62	28693,14	128978,36	+19680,51 +119965,74	6. Расход сварочных материалов на 1 стык сварного шва (труба 26,9x2,5): электроды, кг припой, шт.	0,605 3
					7. Экономическая эффективность от внедрения новых технологических процессов, руб. на систему отопления	+19680,51 +119965,74

При сварке полипропилена монтаж системы отопления составит 2,49 часа.
 При ручной дуговой сварке монтаж системы отопления составит 3,99 часа.
 При пайке меди монтаж системы отопления составит 5,62 часа.

Докладчик: Жалеева М. Я.



Выводы

Время изготовления системы отопления из стали составляет 3,99 ч. из полипропилена составляет 2,49 ч. из меди составляет 5,62 ч.

Можно сделать вывод что по стоимости медные трубы самые дорогие, обладают коррозионной стойкостью, достаточно легкие. Стальные трубы прочные и качественные, но они подвергаются коррозии, чем сокращается срок службы.

Выигрывает сварка полипропилена, являющейся более надежной и долговечной, эксплуатационный срок будет зависеть от таких факторов, как постоянное давление, наличие температурных перепадов и механических воздействий на них.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Докладчик: Жалеева М. Я.

