

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки -15 03 01 Машиностроение
 Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки трубопроводов из ПХВ Ø (110-160) мм для горячей и холодной воды

УДК621.791.76.052:628.14:678.743.2.029.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Косогоров Максим Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Князьков А.Ф.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Жаворонок А.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15 03 01 Машиностроение	Першина А.А.	К.Т.Н., доцент		

Томск – 2019г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки -15 03 01 Машиностроение
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Косогоров М.И.

Тема работы:

Технология сборки и сварки трубопроводов из ПВХ Ø (110-160) мм для горячей и холодной воды.

Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.03.2019 г. №1860/с
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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>Трубы из ПВХ для горячего и холодного водоснабжения. Условия эксплуатации ПВХ труб при температуре от плюс 5 до плюс 70 °С.</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>	<p>Введение 1 Описание сварной конструкции 2 Разработка технологии сварки 3 Обоснование выбора основного сварочного оборудования 4 Технология изготовления сварной конструкции 5 Технический контроль качества и исправление брака 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7 Социальная ответственность 8 Заключение</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1 Титульный лист 2 Описание изделия 3 Выбор способа сварки 4 Оптимизация разделки труб 5 Режимы и последовательность сварки 6 Сварочное оборудование 7 Менеджмент и социальная ответственность 8 Заключение</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-6. пп - 1-7</p>	<p>Князьков А.Ф.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Жаворонок А.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев М.В.</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент</p>	<p>Князьков А.Ф.</p>	<p>к.т.н., доц.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>З-1В41</p>	<p>Косогоров М.И.</p>		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 100 с., 16 рис., 28 табл., 40 источников, 11 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: поливинилхлорид (ПВХ), водопровод, технология сварки, сварка нагретым инструментом, уменьшение грата.

Целью работы является разработка технологии сварки типового узла водопровода диаметром 110-160 мм, для экономии времени, расхода материалов и улучшения условий труда сварщика.

По результатам полученных показателей экономической оценки инвестиций и ряду достоинств можно сказать что применение ПВХ трубы предпочтительней не только с экономической точки зрения затрат, но и с точки зрения самого процесса организации работ.

По затратам на сварку изделия выгодна сварка нагретым инструментом, она обходится дешевле на 15,3 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 32 %.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом MicrosoftWord 2016 и графическом “КОМПАС-3DV14” редакторе представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 100 p., 16 fig., 28 tab., 40 sources, 11 sheets of demo material (slides).

Key words: polyvinylchloride (PVC), plumbing, welding technology, hot tool welding, reduction of debts.

The aim of the work is to develop a welding technology for a typical water supply unit with a diameter of 110-160 mm, to save time, material consumption and improve the working conditions of the welder.

According to the results of the economic evaluation of investments and a number of advantages, it can be said that the use of PVC pipes is preferable not only from an economic point of view of costs, but also from the point of view of the work organization process itself.

In terms of the cost of welding the product, welding with a heated tool is beneficial, it costs less by 15.3 rubles, which, as a percentage, results in a cost reduction of 32%.

The graduate qualification work of the engineer is done in textual Microsoft Word 2016 and the graphic “KOMPAS-3D V14” editor is presented on the CD-RW (in the envelope on the back of the cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Обозначения и сокращения

ПВХ – поливинилхлорид

НВХ – непластифицированного поливинилхлорид

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1 ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения
- 2 ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- 3 СПП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.
- 4 ГОСТР 51613-2000 Трубы напорные из непластифицированного поливинилхлорида. Технические условия
- 5 ТУ 2248-056-72311668-2007 - Трубы напорные из непластифицированного поливинилхлорида

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Поливинилхлорид– это синтетический термопластичный полимер, химическое соединение углерода, водорода и хлора, состоящего из этилена и из связанного хлора.

Содержание

	С.
Введение	11
1 Описание сварной конструкции	13
1.1 Свойства и характеристика материала	13
1.2 Водопроводные ПВХ трубы	16
1.3 Основные технические свойства ПВХ труб	17
2 Разработка технологии сварки.....	20
2.1 Предлагаемый способ уменьшения внутреннего грата при сварки	20
2.2 Последовательность сварки	20
3 Обоснование выбора основного сварочного оборудования	30
4 Технология изготовления сварной конструкции.....	36
4.1 Очистка свариваемых поверхностей	36
4.2 Сварка труб ПВХ.....	36
4.3 Режимы сварки	37
5 Контроль качества и исправление дефектов.....	40
5.1 Дефекты сварных соединений	40
5.2 Неразрушающие методы контроля качества	43
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	49
6.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии	49
6.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	50
6.3 Планирование проекта	52
6.4 Определение норм времени на сварку	56
6.5 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	62
7 Социальная ответственность	73
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
7.2 Производственная безопасность.....	77

7.3 Экологическая безопасность.....	87
7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
Заключение	98
Список использованных источников	99

Диск CD-R

В конверте на
обороте обложки

ФЮРА.000000.000 Презентация.

Файл ПрезентацияКосогород. pptx формате PowerPoint 2016

ФЮРА.000000.000 Пояснительная записка.

Файл ДипломКосогород. docx формате Word 2016

Графический материал:

Титульный лист	демонстрационный лист
Описание изделия	демонстрационный лист
Конструкционные и сварочные материалы	демонстрационный лист
Режимы сварки, типы соединений	демонстрационный лист
Сварочное оборудование	демонстрационный лист
Последовательность сварки ПВХ труб	демонстрационный лист
Последовательность сварки ПВХ труб	демонстрационный лист
Последовательность сварки ПВХ труб	демонстрационный лист
Сравнительная оценка способов сварки	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

Введение

Ключевой проблемой развития экономики в нынешнее время глобального экономического кризиса является сокращение затрат энергетических и материальных ресурсов. Одним из резервов решения этой проблемы является повышение эффективности и качества изготовления водопроводных сетей. Водяные трубопроводы, изготовленные более 25 лет, назад приходят в негодность.

Ремонт или замена их позволит обеспечить бесперебойное снабжение водой население и промышленные предприятия. В настоящее время с целью увеличения срока службы и экономии металла используют пластиковые трубы, не подверженные коррозии, но менее прочные, чем металлические. Кроме этого, в некоторых странах в последнее время начали применять трубы из меди, справедливо учитывая такие достоинства этого металла как сопротивляемость коррозии, незначительное взаимодействие с водой, а, следовательно, более высокую экологичность[1].

Существенным сдерживающим условием широкому применению меди является ее высокая стоимость, особенно для стран с малыми запасами этого металла. Учитывая это, совершенствование процессов изготовления трубопроводов из пластмассы остается актуальным и требует дальнейших разработок.

Перспективным материалом является труба из ПВХ, т.к. она имеет ряд преимуществ перед стальной с трубой:

- отсутствие коррозии;
- стойкость к размножению и развитию бактерий внутри трубопровода;
- удобство монтажа трубы при сварке;
- долговечность труб.

Целью работы является разработка технологии сварки типового узла водопровода диаметром 110-160 мм, для экономии времени, расхода материалов и улучшения условий труда сварщика.

Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие задачи:

- анализ технологии и техники сварки пластмассовых материалов, сварочного оборудования, контроля сварных соединений, укладки трубопроводов, устранение дезориентации волокон в сварочном стыке трубопровода путем применения косого шва;

- устранение грата во внутренней части трубопровода с использованием внутреннего пневматического центриатора, для обеспечения номинального диаметра трубы.

- создание безопасных условий на рабочем месте сварщика.

1 Описание сварной конструкции

Сварной конструкцией является труба для горячего и холодного водоснабжения из ПВХ диаметром 160 мм и толщиной стенки 10 мм (рисунок 1).

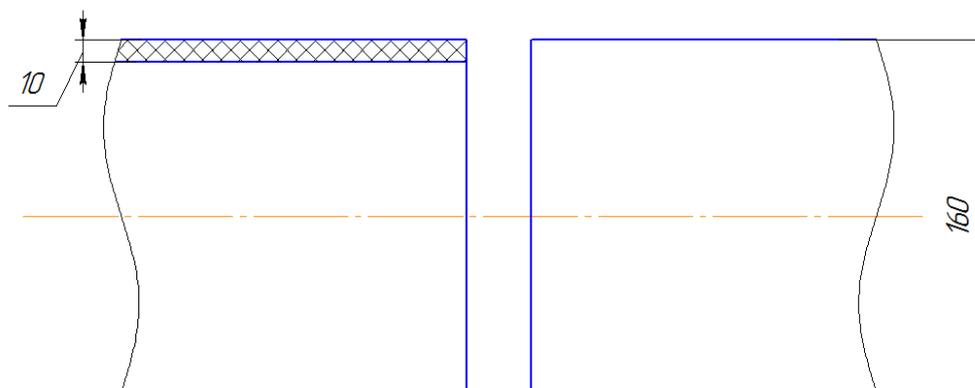


Рисунок 1 – Трубы из ПВХ

1.1 Свойства и характеристика материала

Поливинилхлорид или ПВХ – это синтетический термопластичный полимер, химическое соединение углерода, водорода и хлора, состоящего из этилена и из связанного хлора [2]. При изготовлении конструкций в него добавляют стабилизаторы, различные добавки для придания прочности и устойчивости к перепадам температур и другим факторам. К тому же ПВХ может перерабатываться без потери эксплуатационных качеств до 5 раз [2].

Характерные особенности поливинилхлорида:

- 1) структурная формула поливинилхлорида: $(-CH_2-CH(Cl)-)_n$;
- 2) это термопластичный полимер, линейные макромолекулы которого построены по типу «голова – хвост» (M от 10 000 до 150 000);

Линейные полимеры представляет собой длинные зигзагообразные цепи. В разветвленных полимерах основная цепь имеет боковые ответвления, число и длина которых могут варьироваться в широких пределах.

Линейные (рисунок 2, а) и разветвленные полимеры (рисунок 2, б-г) обычно хорошо растворяются и плавятся (переходят в вязкотекучее состояние).

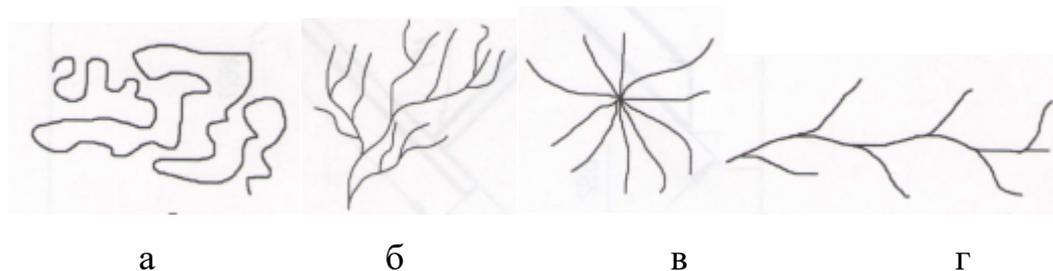


Рисунок 2 – Схематическое изображение макромолекул различной топологии:

а – линейный полимер; б, в, г – разветвленные

3) получается он радикальной полимеризацией хлорвинила (винилхлорида) $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ в присутствии инициаторов, которые дают при распаде свободные радикалы для начала роста цепи.

Особенности строения поливинилхлорида.

1. По составу и строению его можно рассматривать как хлорпроизводное полиэтилена.

2. Атомы хлора, заместившие часть атомов водорода, прочно соединены с углеродными атомами.

3. Поливинилхлорид устойчив к действию кислот и щелочей, обладает хорошими диэлектрическими свойствами, большой механической прочностью.

4. Он практически не горит, но сравнительно легко разлагается при нагревании, выделяя при этом хлороводород.

5. На основе поливинилхлорида получают пластмассы двух типов: а) винипласт, обладающий значительной жесткостью; б) пластикат – более мягкий материал. Для предотвращения разложения полимера в пластмассу вводятся стабилизаторы, а при получении мягкого пластиката, кроме того, пластификаторы.

6. Из винипласта готовятся химически стойкие трубы, детали химической аппаратуры, аккумуляторные банки и многое другое. Пластикат

идет на изготовление линолеума, искусственной кожи, клеенки, непромокаемых плащей, используется для изоляции проводов, в том числе подводных кабелей и т.д.

При выборе пластика необходимо учитывать диапазон его рабочей температуры или температуру начала размягчения и плавления пластика. Приведенная ниже таблица 1 содержит все необходимые для этого данные.

В таблице 1 представлены значения плотности ρ , температуры плавления пластика $t_{пл}$, температуры размягчения по Вика $t_{разм}$, температуры хрупкости $t_{хр}$, а также интервал рабочей температуры $t_{раб}$ при которой допускается эксплуатация пластмасс.

Следует отметить режимы эксплуатации пластиков на основе ПВХ и abs-пластиков. Пенопласты на основе ПВХ имеют рабочую температуру от -70 до 70°C в зависимости от марки. Температура размягчения пластика abs равна 95-117°C.

Таблица 1 – Характеристики пенопластов на основе ПВХ

Пластик	ρ , кг/м ³	$t_{пл}$, °C	$t_{разм}$, °C	$t_{хр}$, °C	$t_{раб}$, °C
Поливинилхлорид (ПВХ) и пластмассы на его основе					
Винипласт листовой (ГОСТ 9639)	1380	—	70-85	-75	—
Изоляционные пластикаты И40-13, И50-13, И60-12, ИТ-105 (ГОСТ 5960)	1180-1340	—	170-190	-60...-40	—
Винипроз и эстепроз (ТУ 6-05-1222-75)	1350-1400	—	—	—	-35...60
Пенопласт ПВХ-1, ПВХ-2	50-400	—	—	—	-70...70
Пенопласт ПВХ-Э	100-270	—	—	—	-10...40
Пеноэласт	80-300	—	—	—	-20...70
Винипор С, Д, М	90-180	—	—	—	-10...55
Вибропоглощающий материал ВМЛ-25 (ТУ 6-05-980-75)	1500-1600	—	—	—	-10...50
Пленка винипластовая (ГОСТ 16389, ГОСТ 15976)	1370-1450	—	—	—	-50...60

Поливинилацетат	1190	—	44-50	-5*	—
-----------------	------	---	-------	-----	---

На рисунке 3 приведена термомеханическая кривая поливинилхлорида, которая подтверждает характеристику его как термопластичного материала.

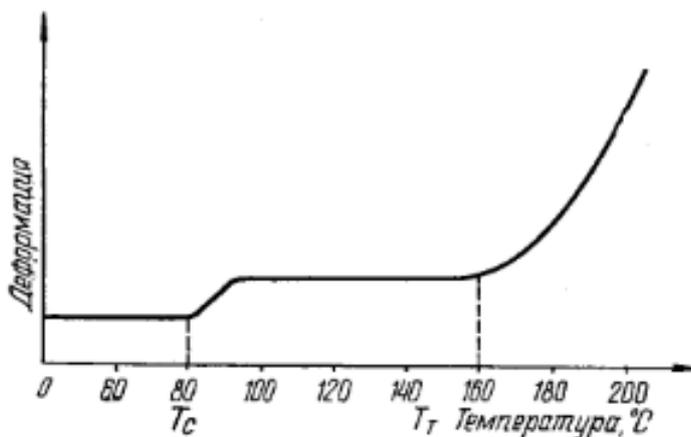


Рисунок 3 – Термомеханическая кривая поливинилхлорида

1.2 Водопроводные ПВХ трубы

Среди положительных характеристик труб из поливинилхлорида особо выделяются следующие:

- разумная цена;
- устойчивость к образованию коррозии;
- долговечность;
- простота монтажа.

В зависимости от того, какое рабочее давление выдерживает при эксплуатации пластиковый трубопровод, все трубы из ПВХ классифицируются на:

- безнапорные;
- напорные;
- транспортирующие разреженные среды.

Рассмотрим подробнее напорные трубы (НПВХ), которые используются при проведении систем водоснабжения. ПВХ трубы для водопровода изготавливаются из непластифицированного ПВХ. Этот материал

характеризуется высокой химической стойкостью, благодаря чему с успехом применяется для производства не только труб для водопровода, но и изделий другого назначения, основные свойства труб представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные свойства труб ПВХ [3]

Параметр	Значение
Плотность, г/см ³	1,4
Расчетный коэффициент линейного расширения, мм/(м·°С)	0,07
Предел текучести при растяжении, МПа	50-56
Предел прочности при разрыве, МПа	30-50
Относительное удлинение при разрыве, %	50
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,15-0,25
Горючесть	негорючий
Срок службы, лет	50

1.3 Основные технические свойства ПВХ труб

При монтаже водопроводной сети используются трубы напорные раструбные ПВХ, как правило, серого цвета. К их основным свойствам относятся:

- устойчивость к воздействию различных химических веществ (щелочей, кислот (серной, азотной, соляной, фосфорной) и некоторых других субстанций);

- огнеупорность – при возгорании трубы быстро затухают сами;

- НПВХ характеризуются низкой токсичностью;

- стойкость к размножению и развитию бактерий внутри трубопровода;

- отличная пропускная способность;

- легкость работ по установке в связи с удобной конструкцией труб, небольшим весом изделий, что актуально при подземном прокладывании коммуникаций, когда размеры и диаметры самих труб внушительны. К тому же это существенно снижает расходы на транспортирование до места монтажа и на трудовые затраты, связанные с прокладыванием труб из поливинилхлорида.

Вероятность механических повреждений во время доставки и установки также намного ниже, нежели при использовании других, более тяжелых труб;

- допустимость строительства трубопроводов из НПВХ-труб на подвижных грунтах и на территориях, отличающихся высокой сейсмической активностью;

- труба ПВХ для водоснабжения очень экологична и не относится к канцерогенным строительным материалам;

- долговечность труб – срок эксплуатации, который оговаривают производители – 50 лет и более.

В настоящее время существуют специальные нормативные акты, регламентирующие качество поливинилхлоридных труб – это ГОСТР 51613-2000[4] и ТУ 2248-056-72311668-2007 [5].

Недостатки напорных ПВХ труб

Несмотря на то, что напорные трубы ПВХ обладают множеством положительных свойств, есть и недостатки, которые нельзя игнорировать:

- поливинилхлорид не эксплуатируется при высоких температурах – допустимое максимальное температурное воздействие $+65^{\circ}\text{C}$, и то при условии, что оно кратковременное;

- для нормальной эксплуатации трубопровода температура окружающей среды не должна опускаться ниже -15°C , иначе требуется применение утеплителя;

- зависимость некоторых положительных характеристик от температуры воздуха (например, при снижении температуры окружающего воздуха пластичность труб из ПВХ также снижается);

- ПВХ имеет повышенную требовательность к температурному режиму

- если на трубах НПВХ имеются надрезы, царапины и другие повреждения, стойкость трубопровода к ударным нагрузкам существенно

теряется; поэтому если необходимо соединить пластик с металлом, применение резьбы запрещено;

- высокая стоимость работ по прокладыванию трубопроводов, состоящих не только из НПВХ-труб, но и из металлических, когда невозможно обойтись без соединения этих материалов;

- проблемы с утилизацией поливинилхлоридных труб – при сжигании в атмосферу выделяется хлор, что делает переработку отработанных труб ПВХ проблематичной [6].

Выводы по разделу I

Рассмотрены материалы их свойства, способы сварки. Анализ показывает, что всем им присущ один общий недостаток - образование большого внутреннего грата, который уменьшает условный проход трубы, поэтому цель работы является разработка способа сварки с уменьшенным внутренним гратом.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- выбрать разделку;
- разработать торцеватель;
- разработать режим для новой разделки.

2 Разработка технологии сварки

2.1 Предлагаемый способ уменьшения внутреннего грата при сварки

Проблема образования внутреннего грата приводит к сужению условного прохода трубы. Для устранения данной проблемы предлагается следующее технологическое решение. Со стороны внутренней стенки трубы сделать внутренний скос кромок под углом 15° как показано на рисунке 4.

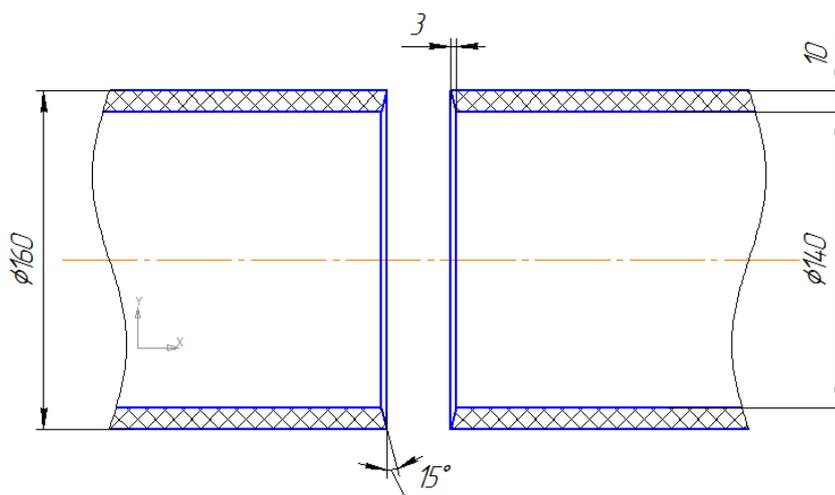


Рисунок 4 – Сварная конструкция

Скос кромок под углом 15° делается для того, чтобы было минимальное вытеснение грата во внутрь трубы и слой поперечных волокон получается узкий, что также способствует уменьшению внутренних напряжений в сварном шве.

2.2 Последовательность сварки

Подготовка к сварке

Свариваемые части трубопровода должны быть зафиксированы в центраторе (см. рисунок 5) сварочного аппарата. Как правило, центратор жестко крепит одну трубу и обеспечивает осевое перемещение второй трубы. Для устранения трения подвижной трубы о землю целесообразно пользоваться, например, роликовыми упорами.

Кроме коаксиальной фиксации труб, фиксатор обеспечивает перемещение подвижной трубы в направлении неподвижной трубы с контролируемым усилием. Наиболее распространенные способы создания усилия – механический (вращение ручки привода) и гидравлический.

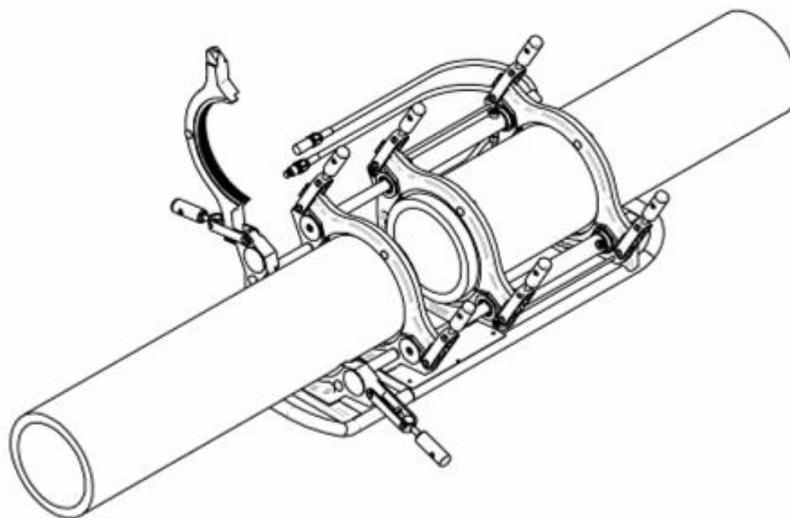


Рисунок 5 – Фиксация труб в центраторе

Тефлон облегчает очистку нагретого инструмента из зон сварки. Также это помогает избежать прилипания материалов к инструменту.

Свариваемые поверхности необходимо прижать к рабочим поверхностям торцевателя и обработать до достижения нужного результата. Для максимального приближения формы готовой поверхности к идеальной плоскости глубина торцевания за один проход ножа торцевателя не должна превышать 0,2 мм. Торцеватель обеспечивает последующее плотное прилегание свариваемых торцов труб к поверхности нагретого инструмента, а также удаляет возможные загрязнения и оксидный слой. Момент окончания торцевания легко определить визуально по появлению сплошной кольцевой стружки с обеих сторон торцевателя. Без остановки торцевателя, ослабляется усилие прижима и отводится подвижную трубу от торцевателя. Это позволяет плавно и без задиrow закончить торцевание.

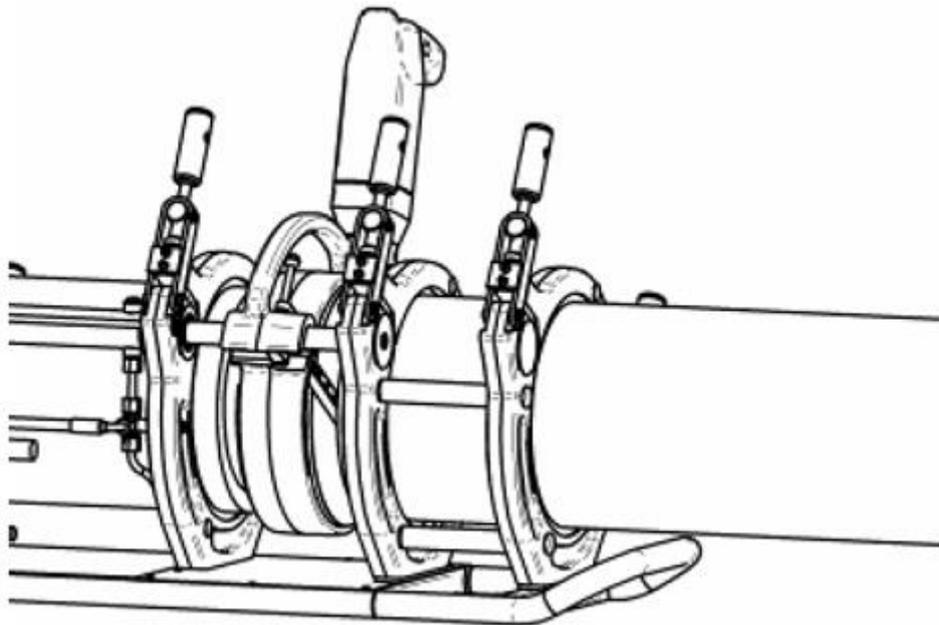


Рисунок 6 – Установка торцевателя между свариваемыми торцами труб

После торцевания необходимо чистым инструментом удалить стружку из зоны сварки, особенно – изнутри трубы.

После очистки от стружки нужно свести трубы и проверить плотность прилегания свариваемых поверхностей. Зазор не должен превышать значения, указанного в таблице 3. Несовпадение стенок свариваемых труб должно быть не более 10% толщины трубы. Есть конструкции центраторов, которые позволяют в случае необходимости сводить к минимуму несовпадение специальными регулировками соосности. От торцованные трубы должны выступать из фиксирующих зажимов центратора, но при этом расстояние не менее толщины стенки этих труб

Таблица 3 – Максимально допустимая величина зазора между торцами труб

Наружный диаметр трубы, мм	Ширина зазора, мм
≤ 355	0,5

Сварка

Процесс начинается с нагрева поверхностей, которые будут сварены, нагрев их производится при помощи металлического нагретого инструмента. Благодаря данному шагу, теплоперенос более интенсивный, чем в случае

сварки при помощи горячего воздуха, также благодаря данной операции происходит равномерный нагрев, никакие зоны материала не получают большего термического стресса, чем необходимо для сварки. Прочность соединения материалов при таком способе сварки не хуже, чем прочность исходного свойства материала.

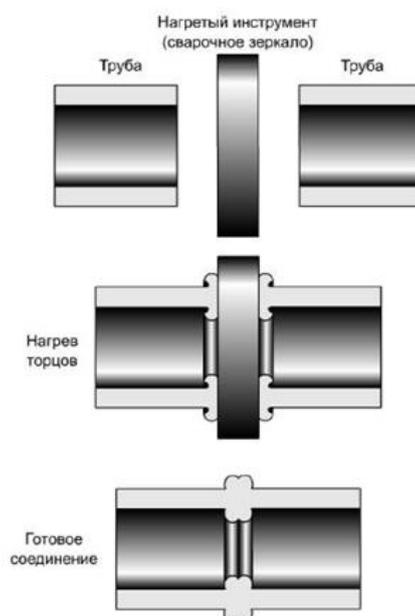


Рисунок 7 – Сварка встык нагретым инструментом

Сварка встык: происходит благодаря нагреву торцов свариваемых труб до расплавления материала и в последующем сжатии нагретых торцов, после чего даём остыть.

Выполнение этой процедуры требует аккуратного выполнения целого ряда условий для получения качественного сварного соединения.

Современные автоматизированные аппараты для стыковой сварки существенно снижают влияние человеческого фактора на качество стыкового сварного соединения, но полностью его не устраняют.

Создание грата

Нагревательный элемент (т.н. сварочное зеркало), нагретый до нужной температуры располагается между свариваемыми торцами труб, затем торцы их прижимаются к нагревательному элементу для предварительного нагрева.

Для достижения равномерного нагрева свариваемых торцов необходимо в первый момент эти торцы прижать к нагретому элементу (сварочному зеркалу) с существенным усилием. Довольно быстро материал свариваемых поверхностей оплавляется и плотно прижимается к поверхности сварочного зеркала, увеличиваем площадь теплопереноса до 100% площади торца трубы.

Усилие прижима при предварительном нагреве ограничено двумя условиями: Создаваемое давление должно быть как можно больше, чтобы 100%-ный тепловой контакт между торцом трубы и сварочным зеркалом был достигнут максимально быстро. Создаваемое давление должно быть не очень большим, чтобы выдавливаемый материал был достаточно расплавленным и текучим, пластичным.

Рекомендуемое усилие, это то давление $1,0 \text{ кгс/см}^2$ для изделий из ПВХ. Для каждой трубы усилие прижима рассчитывается с учетом материала трубы, диаметра и толщины стенки той трубы. При нагреве под давлением по внешнему и внутреннему периметру торца трубы выступает валик пластифицированного материала, который называется гратом (см. рисунок 7). Не лучшей особенностью грата является некоторое уменьшение условного прохода трубы после завершения сварки; поэтому, в частности, детали безнапорной канализации не рекомендуется соединять с помощью сварки.

Грат увеличивает толщину стенки трубы в месте сварного шва. Как известно, любой полимер при нагреве до пластического состояния в большей или меньшей степени подвергается термическому шоку, то увеличение толщины стенки в зоне сварного шва – это единственный способ достичь здесь прочности не хуже прочности исходной трубы. Поэтому нагрев с приложением усилия продолжают и после того, как достигнут 100% тепловой контакт между сварочным зеркалом и торцом трубы – пока грат не достигнет рекомендуемой величины. Очевидная закономерность: необходимая высота грата тем больше, чем больше толщина стенки свариваемых труб (или толщина свариваемых

листов). Оптимальная высота грата к моменту окончания предварительного нагрева определена для каждой толщины свариваемых изделий и для различных термопластов, она указывается в сварочных таблицах.

Занижение давления прижима при создании грата ведет лишь к отсрочке момента 100%-ного контакта между торцом трубы и поверхностью зеркала. Дополнительное время, которое в этом случае требуется на создание грата, нельзя считать потерянным, т.к. большая его часть – это уже, фактически, начало основного нагрева. Превышение давления при создании грата ведет к выдавливанию не догретого материала, который формирует грат неправильной формы и не обеспечивает должного усиления шва.

Основной нагрев поверхностей

В процессе нагревания, которое начинается после создания грата нужной высоты, давление прижима – почти нулевое: это давление должно быть максимально мало, чтобы не вызывать дальнейшего увеличения грата, однако это давление должно быть достаточным для того, чтобы гарантировать контакт торцов трубы со сварочным зеркалом. На рисунке 8 показано изменение давления прижима в ходе сварки.

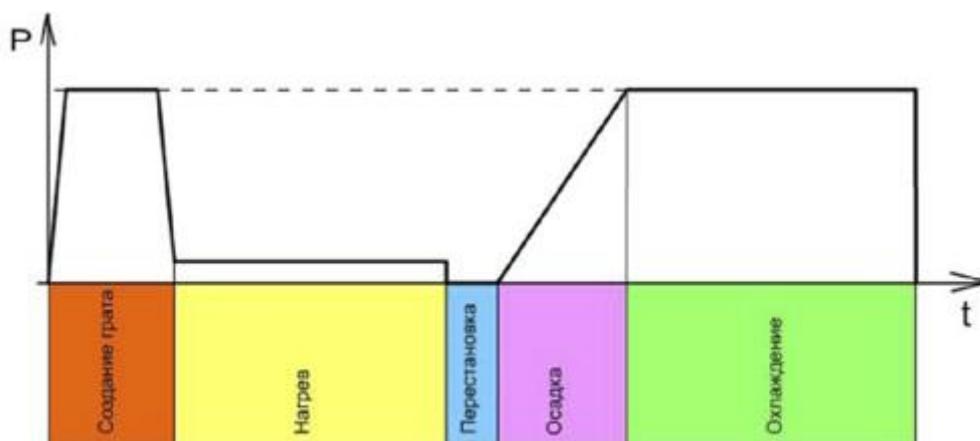


Рисунок 8 – Изменение давления прижима в ходе сварки

Отличительной особенностью стыковой сварки является медленный глубокий нагрев поверхностей сварочным зеркалом, нагретым до сравнительно невысокой температуры (около 200-210°C).

В теории, для сварки более толстостенных изделий рекомендуется применять более низкую температуру зеркала в течение более длительного времени (см. рисунок 7), чтобы прогреть толстостенное изделие (трубу) на большую глубину. С другой стороны, погрешности оборудования и окружающая среда вносят отклонения температурного режима больше, чем рекомендуемые изменения настроек температуры в зависимости от толщины стенки трубы. Поэтому на практике температура зеркала вообще не зависит от толщины стенки трубы.

Рекомендуемые и общепринятые режимы нагрева труб и листов (температура и время) подобраны таким образом, что обеспечивают плавный прогрев материала на глубину, приблизительно равную толщине стенки трубы или толщине листа (см. рисунок 9). Это обстоятельство рекомендуется учитывать при фиксации труб и торцевании. От торцованная труба должна выступать из зажимов центризатора на длину не менее толщины стенки трубы.

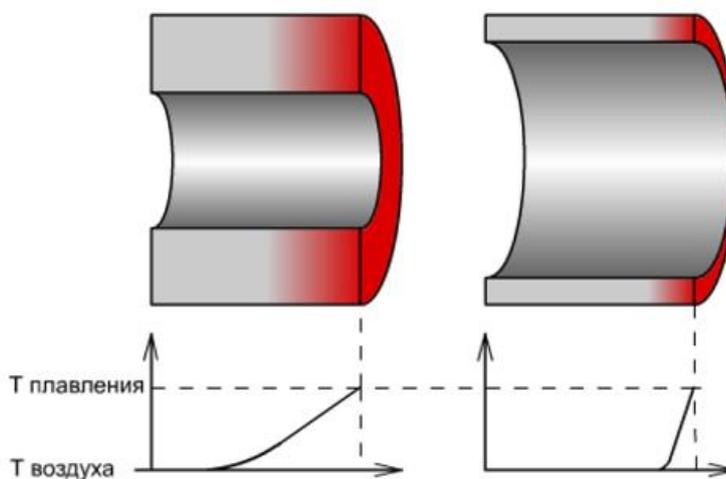


Рисунок 9 – График распределения температуры в трубах с разной толщиной стенки

Перестановка

Решающим значением, после нагрева поверхностей имеет быстрое удаление нагретого инструмента и совмещение нагретых свариваемых поверхностей. При этом необходимо не смять, не запачкать и не повредить

другим способом нагретые поверхности. Максимально допустимое время на отведение подвижной трубы, удаление сварочного зеркала и сведение торцов труб называется временем перестановки и указывается в сварочных таблицах. Превышение этого времени ведет к остыванию оплавленных торцов, а в итоге к плохому качеству шва. Для толстостенных изделий допустимое время перестановки выше. Во время перестановки нагретый материал, контактируя с воздухом, быстро окисляется. Кроме того, тонкий слой нагретой поверхности успевает немного остыть. Поэтому следует стремиться к уменьшению времени перестановки.

Скорость сведения труб в момент их контакта должна быть как можно ближе к нулю. Приложение значительного давления в первый момент контакта приведет к выдавливанию расплавленного материала из зоны шва и, к тому же, сильно увеличит высоту грата.

Осадка

От момента контакта свариваемых поверхностей, по мере остывания материала, давление прижима поверхностей необходимо медленно и плавно увеличивать до рекомендуемого давления охлаждения. При увеличении давления расплавленный материал частично выдавливается из зоны шва и течет в направлении наружного и внутреннего грата, при этом тонкий слой материала, окислившийся и остывший во время перестановки, смешивается с более глубокими слоями и не оказывает отрицательного влияния на качество шва.

Экспериментально определенное оптимальное время, в течение которого должно быть плавно достигнуто давление охлаждения, известно как время осадки и указывается в сварочных таблицах. Во время осадки и на первом этапе последующего охлаждения происходит окончательное формирование грата.

Охлаждение

При охлаждении окончательно формируется зона сварного соединения. Основная идея этого процесса состоит в том, чтобы толщина стенки трубы в зонах, прилегающих к сварному шву, увеличилась. Причем это увеличение должно быть тем больше, чем больше был нагрет (подвергся термической деградации) материал в данной точке. Рекомендуемые режимы нагрева и осадки подобраны таким образом, что оптимальным для охлаждения является усилие прижима, равное усилию при предварительном нагреве.

После осадки давление прижима деталей сохраняется постоянным до полного охлаждения при комнатной температуре. Время охлаждения зависит от материала и толщины стенки свариваемых труб (или толщины листов) и указывается в сварочных таблицах.

Ускорение охлаждения (применение холодной воды или пр.) приведет к созданию внутренних напряжений в материале и, как результат, к снижению прочности шва. После остывания сваренные части необходимо вынуть из аппарата. Перед раскрытием зажимов, фиксирующих трубы в фиксаторе, необходимо сбросить усилие прижима до нуля.

Дополнительные условия

При выполнении сварных работ зона сварки должна быть защищена от влияния неблагоприятных погодных условий (т.е. высокой влажности, ветра, яркого солнца и температур ниже 0°).

Сварку можно проводить в любых погодных условиях, если будет гарантировано, что применение специальных мер (тепловые пушки, палатки, тенты и пр.) позволит поддерживать температуру стенки трубы на подходящем и постоянном уровне.

В реальных условиях подвижная труба, как правило, имеет существенную длину, лежит на грунте и требует ненулевого усилия для ее перемещения вдоль оси. Это усилие, известное как усилие пассивного сопротивления, необходимо

измерить сразу после фиксации труб в центраторе и затем добавлять величину этого усилия к рекомендуемому усилию на каждом этапе процесса.

Выводы по разделу 2

Предложено технологическое решение проблемы образования грата с внутренней стороны трубы в виде скоса кромок под углом 15° .

Рассмотрены этапы, обеспечивающие создание сварного соединения труб, в них входят: подготовка к сварке; сварка; создание грата; основной нагрев поверхностей; перестановка; осадка; охлаждение.

Выбран способ сварки - нагретым инструментом встык, т.к. он является наиболее производительным.

3 Обоснование выбора основного сварочного оборудования

В составе основного сварочного оборудования должно быть следующее:

- центратор с одним или двумя неподвижными зажимами для трубы (1) и одним или двумя подвижными зажимами (2).
- торцеватель (5).

Подвижные хомуты передвигаются с помощью давления масла в системе, производимого гидравлическим агрегатом, а также можно это делать с помощью ручки механического привода (4). Для того чтобы очистить и выровнять торцы свариваемых труб используется торцеватель (5). Торцеватель может быть электрическим или механическим. Сварочное зеркало необходимо для нагрева свариваемых торцов (6). Торцеватель и зеркало, как правило, крепятся на раме центратора, а хранятся на подставке (7). Фиксировать трубы различных диаметров помогают сменные вкладыши (7) для подвижного и неподвижного зажимов центратора.

Необходимый минимум сварочного оборудования показан на рисунках 8 и 9 и зависит от типа привода аппарата.

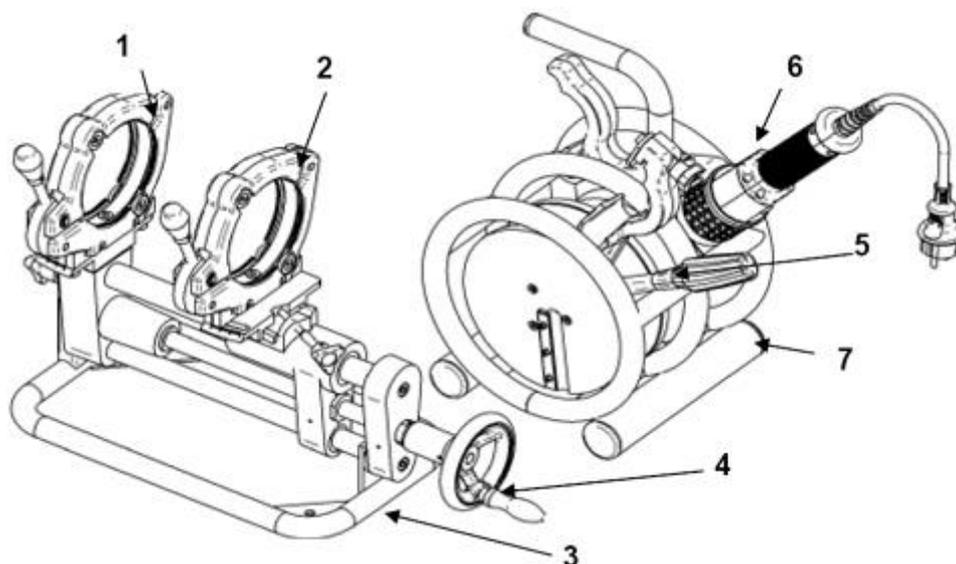


Рисунок 10 – Состав оборудования с механическим приводом для стыковой сварки

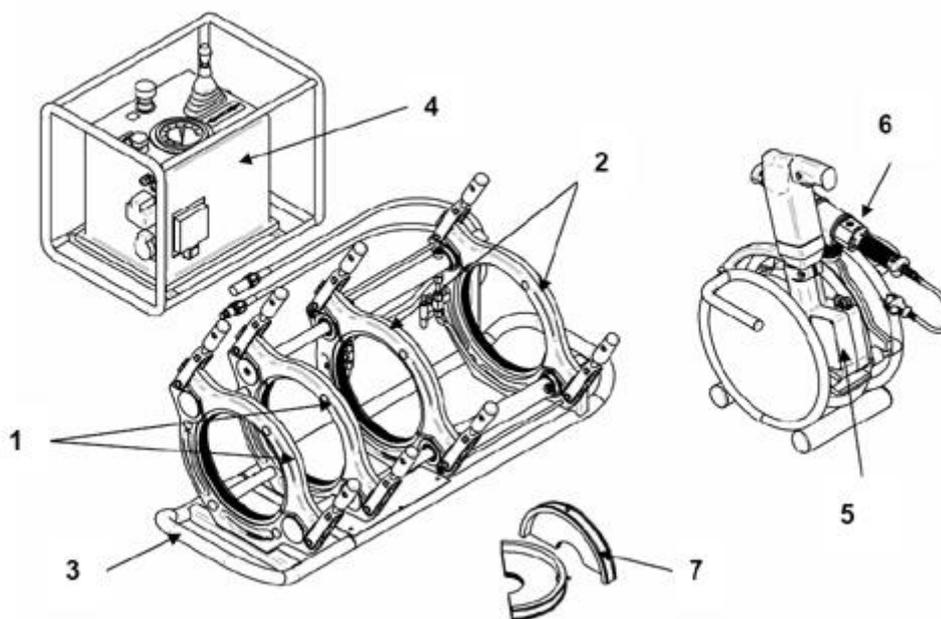


Рисунок 11 – Состав оборудования с гидравлическим приводом для стыковой сварки

После фиксации труб их торцы необходимо выровнять специальным торцевателем, который представляет собой дисковый рубанок и позволяет сделать необходимую разделку (см. рисунок 10).

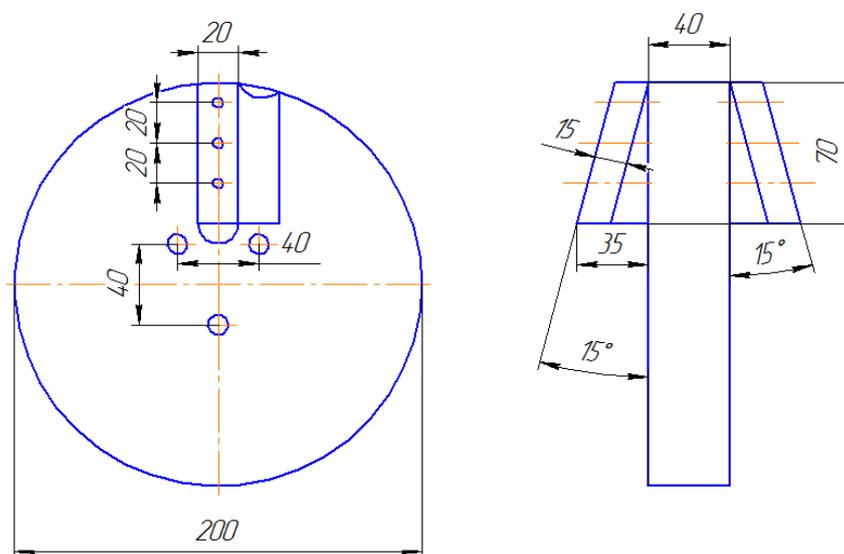


Рисунок 12 – Специальная форма торцевателя

Стыковые сварочные аппараты

Одним из методов, наиболее часто применяемых для соединения труб, является стыковая сварка. Особенности этого процесса обеспечивают

сохранение гибкости трубопровода по всей его протяженности; это обстоятельство послужило причиной широкого распространения и высокого спроса на сварочный аппарат для стыковой сварки.

Эти устройства, применяемые для сварки полипропиленовых и полиэтиленовых труб, работают по принципу одновременного оплавления концов труб и их сопряжения под высоким давлением. Между торцами сопрягаемых труб при такой разновидности сварки располагают термоэлемент. После выполнения прогрева труб термоэлемент извлекается, а торцы труб за счет давления, развиваемого гидроагрегатом, плотно прижимаются друг к другу до остывания сварного шва.

Отличительной особенностью сварного шва, который получается при использовании описанной технологии, является высокая прочность – это свойство, наряду с сохранением гибкости трубопровода, обусловило популярность и желание многих наших клиентов купить стыковые сварочные аппараты. С помощью специального инструмента сварочный шов при необходимости может быть удален.

Сварочные аппараты KWH Tech являют собой образец несравненного немецкого качества. Конструкционные и технические характеристики сварочных машин KWH Tech целиком соответствуют требованиям всех, как национальных, так и международных стандартов качества (DVS, DVGW, ISO).

Качественные сварочные аппараты KWH Tech находят применение везде, где требуется соединить методом встык трубопроводы из термопластов типа ПНД, ПВД, ПП, ПБ, ПВДФ и даже ПВХ. Программное обеспечение сварочных устройств делает работу еще более удобной и сверхкачественной. Автоматизация и возможность протоколирования разработаны с учетом всех популярных стандартов (DVS 2207-1, UNI 10967, INSTA, WIS, V.G). Прочность сварного шва, который образуют сварочные аппараты KWH Tech, гарантированно превосходит степень прочности исходного образца трубы.

Сегодня нельзя представить современный город, село или крупное предприятие без трубопроводов различного назначения: газо- и водопроводы, канализационные сети и т. д. Любой трубопровод должен быть надежным и долговечным. Эти качества обеспечиваются применением современных материалов, нормативно-технической документацией и квалифицированными кадрами, владеющими передовыми технологиями.

В настоящее время полимерные материалы являются оптимальными для современных трубопроводов газо- и водоснабжения. Полимерные материалы в наилучшей степени сочетают все свойства, необходимые для этих целей: длительный срок эксплуатации, стойкость к давлению и температуре, коррозионную стойкость к внешней среде и транспортируемому носителю, высокую эластичность и ударопрочность, низкую газопроницаемость, простоту и надежность соединения, технологичность и экономичность в изготовлении как самих труб, так и соединительных деталей к ним, легкость монтажа. Поэтому на сегодняшний день трубы из полимеров (полиэтилена, полипропилена и др.) заняли ведущее место в мире во многих отраслях промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. В связи с этим для обеспечения высокого качества монтажа полимерных трубопроводов необходимо использовать только современную сварочную технику, позволяющую получать качественные сварные соединения.

Все необходимые характеристики для получения качественного сварочного соединения обеспечиваются с помощью сварочного оборудования производства фирмы Rothenberger (Германия).

Сварочными машинами и инструментом фирмы Rothenberger возможно сваривать и обрабатывать пластмассовые трубы диаметром от 16 до 1200 мм.

Спектр инструмента, который необходим для подготовки труб к сварке, самый разнообразный. Это ножницы и телескопические труборезы с режущими дисками, позволяющие резать толстостенную пластмассовую трубу до

диаметра 160 мм с наименьшими усилиями. Последняя модель ножниц ROCUT-42TC, например, очень удобна при монтаже внутренних сетей водопровода из полипропиленовых труб. В этих ножницах установлен механизм быстрого возврата лезвия ножа в первоначальное положение, что увеличивает скорость монтажа.

Все ножницы имеют возможность замены режущего ножа, что позволяет восстанавливать их после длительной эксплуатации.

Полезным инструментом для монтажа пластмассовых труб является фаскосниматель с диапазоном обрабатываемых труб до диаметра 160 мм включительно. Фаскосниматель предназначен для снятия фаски под углом 15° наружного диаметра пластмассовой трубы, что, несомненно, облегчит сам процесс сварки и монтажа.

У сварочных машин с гидравлическим приводом движение подвижного зажима центратора и давление при сварке создается с помощью переносной гидравлической станции. Данные гидроагрегаты дают возможность с помощью манометра, установленного на нем, точно регулировать давление при сварке пластмассовых труб. Хотелось бы подчеркнуть, что в конструкции гидростанции предусмотрено поддержание постоянного давления (до 120 атм) даже при выключенном гидравлическом насосе. Ассортимент сварочных машин с гидравлическим приводом, выпускаемых фирмой Rothenberger, представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Ассортимент сварочных машин с гидравлическим приводом, выпускаемых фирмой Rothenberger

Наименование сварочной машины	Диапазон свариваемых диаметров, мм	Суммарная потребляемая мощность, Вт
Ровелд Р160В	40-160	2250
Ровелд Р250В	90-250	2500
Ровелд Р315В	90-315	3500

Конструкция всех сварочных машин ROWELD® полностью обеспечивает необходимую точность поддержания требуемых технологических параметров в

течение всего срока эксплуатации. Машины характеризуются хорошей износостойчивостью.

Центратор сварочных машин ROWELD® обеспечивает абсолютную параллельность торцов труб при сварке за счет жесткости конструкции на кручение. К тому же у центратора есть возможность быстро, без переоборудования и потери жесткости, сваривать фасонные изделия с трубой при их легкой осевой и радиальной подгонке. Движение подвижных зажимов производится с минимальным усилием сопротивления благодаря встроенным линейным подшипникам.

Кроме этого, существует серия сварочных машин «Вариолайн», у которых возможно изменить угол установки зажимов относительно горизонтальной плоскости. Зажимы поворачиваются вокруг оси в обе стороны до 45°, что обеспечивает удобство при извлечении сваренных труб.

Выводы по разделу 3

Выбрано основное сварочное оборудование в состав которого входят:

- аппарат для сварки труб марки Ровелд Р160В;
- центратор с двумя неподвижными зажимами для трубы и с двумя подвижными зажимами;
- специально разработанный торцеватель кромок, обеспечивающий скос кромок внутренней поверхности трубы 15°.

4 Технология изготовления сварной конструкции

4.1 Очистка свариваемых поверхностей

Согласно ОСН АПК 2.10.06.001-04, необходимо механически очистить свариваемую поверхность ПВХ трубы с помощью скребка, затем протереть ее техническим спиртом. Согласно СП 401022000 необходимо тщательно обезжирить «путем протирки специально рекомендованными для этих целей составами».

Однако, площадь сварки и перемешивание слоев материала при сварке в раструб настолько велики, что небольшие загрязнения свариваемых поверхностей в виде пыли и окисленного слоя ПВХ не ослабляют сварное соединение ниже прочности трубы.

4.2 Сварка труб ПВХ

Этапы стыковой сварки:

1. Производится нарезка труб на отрезки требуемой длины.

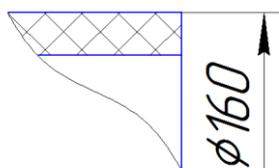


Рисунок 13 – Отрез трубы с плоским торцом

2. Торцы труб очищаются от загрязнений и жира.
3. На трубы наносятся метки и производится их торцевание со снятием фаски.

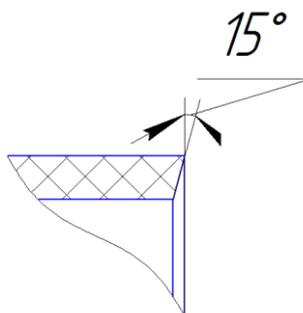


Рисунок 14 – Снятие фаски с трубы

4. Соединяемые участки изделий, надетых на сварочный аппарат, нагреваются до нужной температуры (для изделий из поливинилхлорида она составляет $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$).

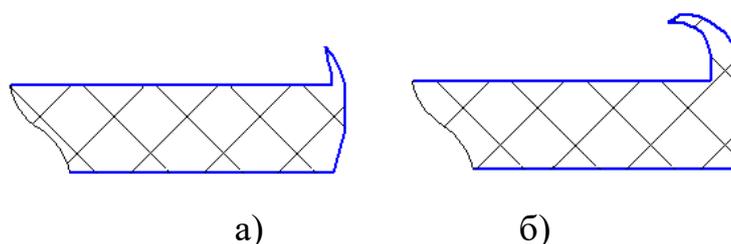


Рисунок 15 – Плавление кромок трубы: а) начальное плавление;
б) конечная фаза полного формирования грата

5. Свариваемые изделия быстро соединяются между собой.

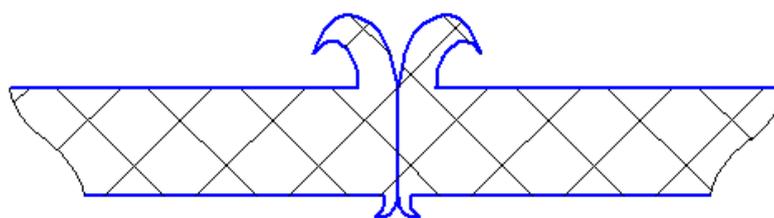


Рисунок 16 – Соединение труб и осадка с выдавливанием грата

6. Полученная конструкция охлаждается, и по истечении небольшого времени является готовой к эксплуатации.

4.3 Режимы сварки

Основным параметром процесса является температура нагрева сварочного инструмента, которую необходимо поддерживать постоянной с точностью до $\pm 10\text{ K}$. Время нагрева - сплавления торцов свариваемых труб сварочным инструментом - зависит от температуры окружающей среды, толщины стенки труб, подготовки торцов труб под сварку. Сокращение продолжительности нагрева при постоянной температуре инструмента приводит к недостаточному размягчению материала и, как следствие, к ухудшению качества сварного шва. Точное соблюдение времени нагрева не всегда гарантирует стабильную глубину прогрева, она может изменяться в

зависимости от условий окружающей среды.

При нагреве сварочный инструмент должен касаться кромок труб по всему периметру. При правильном ведении процесса по всему периметру трубы должен образовываться равномерный грат расплавленного материала в виде валика высотой не более 2-3 мм.

После оплавления концов труб необходимо быстро удалить нагреватель и произвести осадку труб. Время между удалением нагревателя и осадкой труб не должно превышать 1-2 с, иначе происходит снижение прочности сварного шва в результате быстрого охлаждения свариваемых поверхностей. При увеличении давления происходит чрезмерное выдавливание оплавленного материала наружу и внутрь трубы, что ухудшает качество сварного соединения. Продолжительность охлаждения под давлением определяется с учетом толщины стенки свариваемых труб, температуры окружающего воздуха и типа пластмассы. Сваренный стык необходимо выдерживать под давлением до полного затвердевания материала, так как перемещение концов труб сразу же после сварки может привести к созданию в стыке дополнительных внутренних напряжений.

Таблица 5 –Ориентировочные значения параметров режима стыковой сварки труб нагретым инструментом

Параметры	Материал труб
	ПВХ
Температура сварки (инструмента), К	473±10
Давление сжатия при нагреве торцов труб, МПа	0,04-0,08
Время нагрева (с) при толщине стенки трубы (мм): 10	100
Давление осадки, МПа	0,2-0,3
Время (мин) охлаждения стыка под давлением при толщине стенки трубы (мм): 7-12	6-10

Оставшийся после сварки на сварочном инструменте расплавленный

материал необходимо удалить при помощи скребков, металлических щеток и ветоши.

Правильность соблюдения технологического процесса сварки может быть установлена по внешнему виду и форме сварного соединения. Наиболее высокое качество сварного соединения соответствует образованию двойного плавно скругленного валика грата равномерной по всему периметру шва толщины.

Выводы по разделу 4

Расписаны последовательные этапы формирования сварного соединения. Показано образование на внешней и внутренней поверхностях трубы. Согласно рекомендациям литературных источников, были назначены режимы сварки труб из ПВХ.

5 Контроль качества и исправление дефектов

Качество сварных соединений пластмасс определяется степенью соответствия соединений установленным нормативным требованиям для заданных условий их эксплуатации, включающим требования к качеству основных и вспомогательных материалов, качеству подготовки элементов конструкции для сборки под сварку и качеству сборки и сварки элементов конструкции.

Оценка качества сварных соединений из пластмасс предполагает серию испытаний на кратковременную и длительную нагрузки, в том числе и в рабочих средах, позволяющих оценить предельные механические или физикомеханические показатели соединений, а также влияние возможных дефектов соединения на эти показатели.

5.1 Дефекты сварных соединений

Основные признаки, характеризующие влияние дефектов на свойства сварного соединения, - геометрические размеры дефектов, их форма, положение в сечении шва и массовость. К наиболее распространенным видам дефектов сварных соединений термопластов относятся несоответствие шва требуемым геометрическим размерам, непровары, трещины, перегрев материала, несплавления, коробление сварного шва в результате усадки при сварке ориентированных материалов, поры при термоконтантной сварке. Кроме того, при сварке пленочных термопластов характерным дефектом являются прожоги, структурные изменения шва и околошовной зоны, подвергающихся термическому воздействию.

Несоответствие шва требуемым геометрическим размерам является в основном результатом нарушения сварщиком технологии. При уменьшении размеров шва снижаются прочностные характеристики соединения; увеличение этих размеров экономически нерационально.

Причинами образования швов неправильной формы могут быть также неравномерный контакт свариваемых поверхностей, несовпадение кромок, неравномерный зазор, неравномерное оплавление свариваемых поверхностей.

Непровары характеризуются отсутствием сварного соединения по всей или части площади контактирования свариваемых образцов. Признаком непровара является расслоение отдельных участков шва. В большинстве случаев внешним осмотром непровар не обнаруживается. Для выявления этого дефекта требуются механические испытания. Непровары могут быть выявлены и некоторыми методами физического контроля и контроля на герметичность сварных соединений.

Причиной непровара может быть отсутствие достаточно полного контакта соединяемых поверхностей в процессе нагрева, что возможно при недостаточном сварочном давлении или его колебаниях в процессе изотермической выдержки, при неправильном подборе исходных зазоров между рабочими поверхностями нагретых инструментов и поверхностью деталей при использовании термического расширения материала для создания сварочного давления. Причиной непровара могут быть также недостаточная температура нагретого инструмента, малая продолжительность нагрева, а также наличие на поверхности адсорбированных молекул газа, воды, тончайших жировых пленок и прочих включений.

Трещины при сварке листовых термопластов или труб из пластмасс чаще всего образуются из-за чрезмерного сварочного давления при ограниченном объеме, в котором расширяется материал зоны соединения. Причиной появления трещин может также быть слишком высокая температура нагретого инструмента.

Существенное превышение температуры нагретого инструмента при сварке термопластов приводит к резкому снижению механических показателей полимера в зоне контакта с нагретым инструментом, образованию

несплошностей, трещин. Сварное соединение с такими дефектами не подлежит исправлению.

Чаще всего трещины образуются в процессе охлаждения зоны сварки в том случае, если сварочное устройство не обеспечивает компенсации значительного изменения линейных размеров сварочной зоны.

При сварке плавких пленочных термопластов образование трещин обусловлено охрупчиванием материала в результате его длительного пребывания при высоких температурах на воздухе.

Несплавления возникают вследствие неплотного контакта поверхностей, превышения допустимых зазоров, чрезмерных технологических пауз, недостаточного давления осадки.

Несплавление материала наблюдается также и при выполнении пересекающихся швов при сварке термопластов. Причиной возникновения дефекта в данном случае, по-видимому, являются структурные изменения материала в околошовной зоне предыдущего шва, резко снижающие способность материала к образованию сварного соединения. Предотвратить образование дефекта в этом случае можно лишь тщательной предварительной обработкой мест, подвергшихся термическому воздействию, химическим или механическим способом.

Основная причина образования пор при сварке нагретым инструментом - это длительное присутствие на воздухе оплавленных поверхностей перед их соединением и недостаточное давление осадки, неспособное выдавить поры за зону контакта. Наибольшую опасность для сварного стыка создают поры, расположенные в рабочем сечении шва. В зависимости от температуры окружающей среды, места концентрации и размера пор может наблюдаться хрупкое или пластическое разрушение по зоне сплавления.

Причинами образования пор при сварке нагретым газом с применением присадочного материала являются несоответствие присадочного материала

основному, высокая температура теплоносителя, приводящая к перегреву присадочного или основного материала, наличие пор в присадочном материале и т.д.

Пути предотвращения подобных дефектов - тщательный подбор и соблюдение температурных режимов сварки, выбор оптимальной скорости и давления, снижение температуры сварки (применение растворителей, термоультразвукового способа).

Еще один дефект, возникающий при сварке пленок из плавких термопластов, - мелкие сквозные отверстия в сварном шве. Главная причина их образования - высокая электризуемость большинства, полимерных пленок, в результате которой под действием электростатических сил к поверхности пленок притягивается множество микрочастиц и пылинок, в том числе и органического происхождения, которые либо вдавливаются в материал в процессе сварки, либо выгорают. Это нарушает сплошность сварного шва. Поэтому помещения, где производятся работы по сварке полимерных пленок, должны содержаться в идеальной чистоте, а соединяемые поверхности требуют тщательной подготовки.

Наиболее опасным дефектом сварного соединения термопластов является наличие в зоне шва участка материала, подвергнутого термоокислительной деструкции вследствие завышенной температуры сварки.

5.2 Неразрушающие методы контроля качества

Все сварные соединения подвергаются визуально-измерительному контролю (контролю внешним осмотром).

Внешний осмотр соединения позволяет установить искажение формы шва, выявить трещины, непровары, смещение деталей, прожоги, деформации, уменьшение толщины шва, подрезы, вмятины, несовпадение кромок. Вид сварных швов должен сохраняться постоянным по всей их длине. Сравнение

цвета шва и основного материала позволяет в отдельных случаях судить о соблюдении технологического режима, о деструкции материала при сварке.

Внешнему осмотру следует подвергать все сварные соединения независимо от применения других методов контроля. При внешнем осмотре изделий, выполненных из оптически прозрачных материалов (полиметилметакрилата, полиэтилена, полистирола без красителей и др.), следует использовать сильный источник света, освещающий деталь либо под углом, либо с торца; таким образом удастся выявить некоторые внутренние дефекты сварного шва. Наиболее ценная информация при контроле внешним осмотром может быть получена при исследовании сварных соединений из пленочных материалов, синтетических тканей и нетканых материалов. По внешнему виду сварной шов этих материалов должен быть ровным, без складок и сборок. Края шва должны иметь округлые очертания без резких переходов.

При контроле сварных соединений из «жестких» пластмасс результаты внешнего осмотра могут подтверждаться и уточняться люминесцентными методами контроля.

Визуально-измерительный контроль служит для выявления поверхностных или сквозных дефектов сварного соединения. Внутренние дефекты (поры, посторонние включения, нарушения внутренней геометрии и т.д.) этим способом обнаружены быть не могут. Для контроля внутренних областей сварного соединения из пластмасс применяются различные физические неразрушающие методы испытаний. Рассмотрим кратко сущность этих методов.

Неразрушающие методы контроля сварных соединений термопластов включают:

-радиационные методы (инфракрасная и рентгенографическая дефектоскопия);

- ультразвуковой метод;
- капиллярные методы;
- радиотехнические методы;
- тепловой метод;
- оптические методы.

5.2.1 УЗК пластиковых труб

Количество сварных соединений, подвергаемых ультразвуковому контролю, следует определять по нормам СНиП 42-01 в зависимости от условий прокладки газопровода и степени автоматизации сварочной техники.

С помощью ультразвукового контроля должны выявляться внутренние дефекты типа несплавлений, трещин, отдельных или цепочек (скоплений) пор, включений.

Дефекты сварных стыковых соединений полиэтиленовых газопроводов по результатам ультразвукового контроля относят к одному из следующих видов:

- одиночные (поры, механические включения, примеси);
- протяженные (несплавления, трещины, удлиненные поры и включения, цепочки или скопления пор, включений).

Оценка качества сварных стыковых соединений полиэтиленовых газопроводов производится по следующим признакам:

- максимально допустимой площади дефекта (амплитудный критерий);
- по условной протяженности дефекта (амплитудно-временной критерий);
- по количеству допустимых дефектов на периметре стыка.

Ультразвуковой контроль сварных стыковых соединений осуществляют в ручном, механизированном или автоматизированном вариантах, а также в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86.

При проведении ультразвукового контроля применяют:

- ультразвуковые эхо-импульсные дефектоскопы УИУ «СКАНЕР»;

- стандартные образцы предприятия (СОП) с эталонными отражателями для настройки параметров контроля, размеры которых в зависимости от диаметра и толщины стенки контролируемого газопровода определены в приложении С СП 42-103-2003;

- пьезоэлектрические преобразователи на рабочую частоту в диапазоне от 1 до 5 МГц, работающие по совмещенной, отдельно совмещенной, отдельной или комбинированной схемам.

Применяемое для проведения ультразвукового контроля оборудование УИУ серии «СКАНЕР» сертифицировано в установленном порядке и разрешено к применению Федеральной службой по экологическому, техническому и атомному контролю (разрешений № РРС 00-24528).

Ультразвуковой контроль сварного стыкового соединения должен проводиться при температуре околошовной зоны стыка не выше 30 °С.

Перед проведением контроля околошовные поверхности сварного стыкового соединения тщательно очищаются от грязи, снега и т.п. Ширина зоны очистки определяется конструкцией применяемых пьезоэлектрических преобразователей и технологией контроля.

Подготовленные для ультразвукового контроля поверхности непосредственно перед проведением прозвучивания стыкового соединения покрываются слоем контактирующей жидкости. В качестве контактирующей жидкости в зависимости от температуры окружающего воздуха следует применять: при положительных температурах - специальные водорастворимые гели типа "Ультрагель", обойный клей, глицерин, при отрицательных температурах окружающего воздуха - моторные масла, разведенные до необходимой концентрации дизельным топливом. При применении глицерина и моторных масел поверхность трубы после проведения ультразвукового контроля должна быть очищена и обезжирена.

Контроль качества стыкового соединения проводят на двух уровнях чувствительности - браковочном и поисковом. Поисковая чувствительность отличается от браковочной на 6 дБ.

Настройку чувствительности контроля осуществляют при температуре, соответствующей температуре окружающего воздуха в месте проведения контроля.

Оценка качества стыковых сварных соединений полиэтиленовых газопроводов производится по альтернативному признаку - "годен" или "не годен".

Сварное стыковое соединение считается "не годным", если в нем обнаружены:

- дефекты, амплитуда отраженного сигнала от которых превышает амплитуду сигнала от эталонного отражателя в СОП на браковочном уровне чувствительности;

- дефекты, амплитуда отраженного сигнала которых превышает амплитуду сигнала, отраженного от эталонного отражателя в СОП на поисковом уровне чувствительности, если условная протяженность дефекта или количество дефектов превышают нормативные значения.

Выводы по разделу 5

В качестве основных методов контроля качества сварных швов принимаются пооперационный метод контроля, визуально-измерительный и ультразвуковой метод. Рассмотрена технология контроля, выбрано необходимое оборудование для УЗК. Описаны типичные дефекты возникающие в сварных соединениях трубопроводов из ПВХ.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Косогоров Максим Игоревич

Институт	ИШНКБ	Отделение	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.01.03 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Сварочные материалы; Защитный газ; Основная зарплата; Социальные цели; Электроэнергия; Ремонт оборудования.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Месячный должностной оклад сварщиков</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов.</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%);</i>

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Потенциальные потребители результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений</i>
2. <i>Планирование технического проекта</i>	<i>Формирование плана и графика разработки - определение структуры работ; - определение трудоемкости выполнения работ по проекту; - разработка графика.</i>
3. <i>Нормирование времени сварки и экономическая оценка сравниваемых способов сварки</i>	<i>Формирование операционных норм времени на сварки: - основное время на сварку; - вспомогательное время; - подготовительно-заключительное время; - штучное время; - штучно-калькуляционное время. Формирование текущих затрат на сварочные работы: - материальные затраты; - заработная плата; - отчисления во внебюджетные фонды; - амортизация оборудования.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Жаворонок А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Косогоров М.И.		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сварки ПВХ труб нагретым инструментом в сравнении с механизированной сваркой стальных труб аналогичного диаметра.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- провести расчет норм времени на сварку;
- рассчитать смету технического проекта;
- рассчитать годовой экономической эффект от внедряемого способа сварки.

6.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Выпускная квалификационная работа по теме «Технология сборки и сварки трубопроводов из ПВХ диаметром 110-160 мм для горячей и холодной воды» выполняется для организации ООО «Томскнефтехим». Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Суть работы заключается в разработке процесса сварки труб ПВХ нагретым инструментом встык. Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 6.

Таблица 6 –Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Отрасль		
		Нефтяная	Коммунальная	Химическая
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			
Уровень потребления продукции	Высокий			
	Средний			
	Низкий			

ЖКХ		ПАО Газпром		ПАО Сибур	
-----	--	-------------	--	-----------	--

Из таблицы видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании нефтяной и коммунальной отраслей с высоким и средним уровнем использования на объектах трубопроводов. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

6.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Согласно обзору литературы, на сегодняшний день рационально использовать несколько способов сварки для изготовления трубопроводов: для стальных - механизированная сварка в защитном газе плавящимся электродом, для ПВХ – сварка нагретым инструментом.

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направление для ее реализации. Позиция разработки и конкурентов оценивается баллами по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_{i,(1)}$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_ϕ	B_{K1}	B_{K2}	K_ϕ	K_{K1}	K_{K2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
1. Удобство в применении	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
2. Возможности проекта	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75
3. Универсальность	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
4. Эффективность применения	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	2	5	3	0,3	0,5	0,3
2. Уровень проникновения	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Цена	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
4. Квалифицированные кадры	0,05	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	38	36	35	4,35	4,0	3,95
<p><i>Примечание:</i></p> <p>B_ϕ – оценка профессиональных рисков при проведении работ;</p> <p>B_{K1} – прогнозная оценка профессиональных рисков;</p> <p>B_{K2} – оценка ретроспективных профессиональных рисков.</p>							

Опираясь на полученные данные, можно судить, что модернизированная технология, рассмотренная в дипломной работе, эффективнее, чем методы, применяемые конкурентами. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТП.

6.3 Планирование проекта

6.3.1 План проекта

При создании нового технологического процесса необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, заработную плату. А также оценивать наиболее правильный вариант разработки процесса.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

Таблица 8 –Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления разработки технологии	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические разработки	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативной документации	
	8	Изучение механизированной сварки	

Продолжение таблицы 8

Практические разработки	9	Сварка контрольных образцов исследуемыми методами.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной сварки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	

6.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 9).

Таблица 9– Временные показатели проведения научной работы

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители
	t_{\min} , чел-дни	t_{\max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни	
Составление и утверждение технического задания Выдача задания на тему Постановка задачи	1	1	1	Руководитель
Определение стадий, этапов и сроков разработки	1	1	1	Руководитель, Студент
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	15	Студент
Анализ существующего опыта	3	7	5	Студент
Подбор нормативных документов	3	7	5	Студент
Согласование полученных данных с руководителем	1	2	1,5	Руководитель, Студент
Разработка технологии сварки нагретым инструментом	10	15	15	Руководитель Студент
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,5	Студент
Анализ результатов	1	2	1,5	Студент
Составление пояснительной записки	2	3	2,3	Студент

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 19 дн., студента – 49 дн., совместной работы – 18 дн.) равна 49 дн.

На основании таблицы 9 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 10).

Таблица 10 –Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Ра-бот	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				апрель			май			июнь				
				1	10	20	1	10	20	1	10	19		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	0,33		—									
2	Выдача задания на тему	Руководитель	0,33		—									
3	Постановка задачи	Руководитель	0,33		—									
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	1		— —									
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	15			—————								
6	Анализ существующего опыта	Студент	5				———							
7	Подбор нормативных документов	Студент	5				———							
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	1,5					— ——						
9	Разработка технологии сварки нагретым инструментом	Руководитель Студент	15					————— —————						
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	1,5							———				
12	Работа над выводом	Студент	1,5								———			
13	Составление пояснительной записки	Студент	2,3								———			

————— —студент; ——————руководитель.

6.4 Определение норм времени на сварку

Техническое нормирование производится в целях установления необходимых затрат времени на выполнение заданной работы в определенных организационно-технических условиях при полном и эффективном использовании средств в производстве и с учетом опыта передовых рабочих.

Рассмотрим два способа сварки механизированную в среде защитных газов стального трубопровода диаметром 159 мм и толщиной стенки 5 мм и сварку нагретым инструментом полипропиленового трубопровода диаметром 160 мм и толщиной стенки 10 мм.

Принимаем рекомендованные режимы для механизированной сварки в среде защитных газов, согласно [15].

Таблица 11 –Характеристика механизированной сварки в среде защитных газов

Материал	Ст3сп
Диаметр трубы, мм	159
Длина шва, мм	500
Толщина стенки, мм	5
Зазор	1,8
Площадь наплавленного металла, мм ²	22
Число слоев	Один
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6
Сила тока, А	200
Напряжение, В	30
Скорость сварки, м/ч	22
Расход газа, л/мин	15
Сварочноеоборудование LincolnElectricPowertec 365S, руб	130000

Нормирование сварки проводим по методике изложенной в [7].Рассчитаем основное время для каждого типа соединения

Таблица 12 –Определение основного времени на сварку

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы	
	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
Длина шва, м	0,5	0,5
Время сварки, мин	3	1,4
Скорость сварки, м/мин	0,2	0,37

Определение основного времени на сварку для механизированной сварки производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{1}{V_{св}} \quad (33)$$

где $V_{св}$ - скорость сварки шва для данного типоразмера, м/ч.

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для СНИ:

$$t_0 = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для МСЗГ:

$$t_0 = \frac{1}{0,37} = 2,7 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между СНИ и МСЗГ, составляет 2,3 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 60 %.

Необходимое значения времени, для расчета $t_{в.ш.}$, $t_{в.и.}$ и $k_{об}$ для механизированной сварки в CO_2 получены из [7].

Таблица 13 –Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
Элементы работы	Время на 1м/мин	Время на 1м/мин
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	-	0,3

Продолжение таблицы 13

Зачистка сварного шва от окисных пленок	-	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	-	0,4
Осмотр и промер шва	0,3	0,3
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку полуавтомата	-	0,1
Подтягивание проводов	-	0,25
Откусывание огарков проволоки	-	0,1
Итого	0,3	1,75

Разница во вспомогательном времени сварки между СНИ и МСЗГ, составляет 1,45 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 82 %.

Таблица 14 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	-	2,7
Крепление трубы прижимными приспособлениями и их открепление в сварочном аппарате	0,4	-
Установка, снятие и транспортировка изделия	3,2	3,2
Закрепление, открепление	-	0,5
Перемещения сварщика в исходное положение	-	0,21
Клеймение шва	0,21	0,21

Итого	3,81	6,82
-------	------	------

Разница во вспомогательном времени, связанном с изделием и работой оборудования между СНИ и МСЗГ, составляет 3,01 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 44 %.

Таблица 15 –Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)	Изменение мин
Элементы работы	Время, мин	Время, мин	
Получение производственного задания, документации, указаний и инструктажа мастера, получение инструмента	4	4	-
Ознакомление с работой	2	3	-
Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	-	4	-
Установка, настройка и проверка режимов сварки	-	3	-
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	2	4	-
Сдача работы	2	2	-
Итого	10	20	-10

Разница в подготовительно-заключительном времени между СНИ и МСЗГ, составляет 10 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 50 %.

Таблица 16 –Штучное время

	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
t_0 – основное время на сварку, мин/м	5	2,7

Продолжение таблицы 16

$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	0,3	1,75
l – общая длина швов	0,5	0,5
$t_{в.и.}$ – вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	3,81	6,82
$k_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,1	1,12

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{вш}) \cdot l + t_{виз}] \cdot K_{об} \quad (34)$$

где t_0 - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{вш}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{виз}$ - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{об}$ - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для СНИ:

$$T_{шт} = [(5 + 0,3) \cdot 0,5 + 3,81] \cdot 1,1 = 7,1 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для МСЗГ:

$$T_{шт} = [(2,7 + 1,75) \cdot 0,5 + 6,82] \cdot 1,12 = 10,1 \text{ мин}$$

Разница в штучном времени сварки между СНИ и МСЗГ, составляет 3 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 30 %.

Таблица 17 –Количество сваренных деталей на рабочую смену

	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч	8	8
$T_{шт}$ – штучное время, мин	7,1	10,1

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}} \quad (35)$$

где $T_{см}$ - продолжительность одной рабочей смены, ч

$T_{шт}$ – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для СНИ:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{7,1} = 68 \text{ шт.}$$

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для МСЗГ:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{10,1} = 48 \text{ шт.}$$

Разница в размере партии между СНИ и МСЗГ, составляет 20 шт, что в процентном соотношении дает увеличение количества на 30 %.

Таблица 18 –Штучно-калькуляционное время

	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
$T_{шт}$ – штучное время, мин	7,1	10,1
$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время, мин	10	20
n – размер партии, стыков	68	48

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n} \quad (36)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время

n – размер партии

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для СНИ:

$$T_{шт} = 7,1 + \frac{10}{68} = 7,3 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для МСЗГ:

$$T_{шт} = 10,1 + \frac{20}{48} = 10,5 \text{ мин}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между СНИ и МСЗГ, составляет 3,2 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 45 %.

6.5 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается себестоимость получения стыковых швов из ПВХ труб сваркой нагретым инструментом.

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- Сварочные материалы;
- Защитный газ;
- Основная зарплата;

- Социальные цели;
- Электроэнергия;
- Ремонт оборудования.

6.5.1 Затраты на сварочные материалы

Таблица 19 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд	-	0,1
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	-	1,08
Π_{cm} – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг СВ-08Г2С	-	- 70

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{cm} = g_{nm} \cdot k_n \cdot \Pi_{cm} \quad (38)$$

где g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд

k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла

Π_{cm} – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для МСЗГ:

$$C_{cm} = 0,1 \cdot 1,08 \cdot 70 = 7,6 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между СНИ и МСЗГ, составляет 7,6 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 100 %.

6.5.2 Затраты на защитный газ

Таблица 20 – Затраты на защитный газ

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	-	15
t_0 - основное время на сварку, мин/м	-	2,7
l - длина сварного шва, м/изд	-	0,5
$C_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	-	0,1

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot C_{газ} \quad (39)$$

где $g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин

t_0 - основное время на сварку, мин/м

l - длина сварного шва, м/издел

$C_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л

Подставляем значения в формулу (39) и получаем для МСЗГ:

$$C_{газ} = 15 \cdot 2,7 \cdot 0,5 \cdot 0,1 = 2 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между СНИ и МСЗГ, составляет 2 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 100 %, т.к. при СНИ защитный газ не применяется.

6.5.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Таблица 21 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	25000	25000
$F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мп} \approx 172$ часов/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	7,3	10,5

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_z = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60} \quad (40)$$

где $C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

F_{mp} – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд.

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для СНИ:

$$C_3 = \frac{25000 \cdot 7,3}{172 \cdot 60} = 17,6 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для МСЗГ:

$$C_3 = \frac{25000 \cdot 10,5}{172 \cdot 60} = 25,4 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между СНИ и МСЗГ, составляет 7,8 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 31 %.

6.5.4 Затраты на отчисления на социальные цели

Таблица 22 –Отчисления на социальные цели

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
$k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	30%	30%
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих, руб	17,6	25,4

Определение затрат на отчисления на социальные цели производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100} \quad (41)$$

где $k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы;

C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для СНИ:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 17,6}{100} = 5,3 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (41) и получаем для МСЗГ:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 25,4}{100} = 7,6 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления на социальные цели между СНИ и МСЗГ, составляет 2,3 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 30 %.

6.5.5 Затраты на электроэнергию

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
Мощность сварочного аппарата Ровелд Р 315В, кВт	3,5	-
U – напряжение, В	-	30
I – сила тока, А	-	200
t_o - основное время сварки, мин/м	5	2,7
l – длина сварного шва, м/изд	0,5	0,5
η – коэффициент полезного действия источника питания	-	0,8
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб	5,4	5,4

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл} \quad (42)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t_o - основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

$\text{Ц}_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для СНИ:

$$C_{эм} = \frac{3,5 \cdot 1000 \cdot 5 \cdot 0,5}{60 \cdot 1000} \cdot 5,4 = 0,42 \text{ руб/изд.}$$

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для МСЗГ:

$$C_{эм} = \frac{30 \cdot 200 \cdot 2,7 \cdot 0,5}{60 \cdot 0,8 \cdot 1000} \cdot 5,4 = 0,5 \text{ руб/изд.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между СНИ и МСЗГ, составляет 0,08 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 16 %.

6.5.6 Затраты на ремонт оборудования

Таблица 24 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
Ц_j – цена оборудования соответствующего вида	400000	130000
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	7,3	10,5
$F_{го}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	1820	1820
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60} \quad (43)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд;

$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для СНИ:

$$C_p = \frac{400000 \cdot 0,25 \cdot 7,3}{1820 \cdot 0,8 \cdot 60} = 8,4 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для МСЗГ:

$$C_p = \frac{130000 \cdot 0,25 \cdot 10,5}{1820 \cdot 0,8 \cdot 60} = 3,9 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между СНИ и МСЗГ, составляет 4,5 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 54 %.

6.5.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Таблица 25 –Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	Сварка нагретым инструментом (СНИ)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы:			
электродная проволока	-	7,6	-7,6
углекислый газ	-	2	-2
2. Отчисления на заработанную плату рабочих	17,6	25,4	-7,8
3. Отчисления на социальные	5,3	7,6	-2,3

цели			
4. Электроэнергия	0,42	0,5	-0,08
5. Ремонт оборудования	8,4	3,9	+4,5
Итого	31,72	47	-15,28

По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одного изделия сваркой нагретым инструментом и механизированной сваркой в защитном газе, составляет 15,3 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 32 %.

Заключение по разделу 6

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки труб ПВХ – нагретым инструментом и стальных труб – механизированной сваркой в защитном газе.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между СНИ (7,3 мин) и МСЗГ (10,5 мин), составляет 3,2 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 45 %.

По затратам на сварку изделия выгодна СНИ. Она нам обходится дешевле на 15,3 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 32 %.

Можно сделать вывод, что применение сварки труб ПВХ нагретым инструментом экономически оправдано.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Косогоров Максим Игоревич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.01.03 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	<p>Рабочее место расположено в закрытом помещении. Климат умеренный.</p> <p>При изготовлении узла полипропиленового водопровода могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.</p> <p>Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу)</p> <p>Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат – механические факторы труда.
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей

	ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.03.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Косогоров Максим Игоревич		

7 Социальная ответственность

Объектом исследования является технология сборки и сварки ПВХ трубопровода для горячего и холодного водоснабжения.

В работе производится проектирование приспособления для сварки трубопровода.

Оборудование: сварочный аппарат для сварки ПВХ труб WESTER DWM 1000, приспособление для сборки.

На участке сварки ПВХ труб могут иметь место такие опасные и вредные факторы:

- Возможность поражения электрическим током;
- Высокая температура поверхности нагревательных элементов сварочного аппарата;
- Наличие в воздухе вредных примесей, пыли;
- Пожарная опасность;
- Неудовлетворительное освещение рабочего места;
- Отклонение параметров микроклимата от нормативных требований;
- Физические перегрузки.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и подзаконные акты, принятые представительными органами Российской Федерации (указы президента, постановления правительства РФ и входящих в неё государственных образований), местными органами власти и специально уполномоченными на

то органами:

- Министерство природных ресурсов РФ;
- Государственный комитет РФ по охране окружающей среды;
- Министерство труда и социального развития РФ;
- Министерство здравоохранения РФ;
- Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и их территориальные органы. [54]

В основе нормативно - правовых актов в области безопасности жизнедеятельности лежат: Конституция РФ, Трудовой кодекс РФ, Кодекс "Об административных правонарушениях", Гражданский кодекс РФ, Федеральный закон "Об основах охраны труд в РФ", Основы законодательства об охране здоровья граждан, Закон РФ "О санитарно - эпидемиологическом благополучия населения".

Правовую основу охраны окружающей среды и обеспечения необходимых условий жизнедеятельности составляют: Закон РСФСР "Об охране окружающей природной среды", Водный кодекс РФ, Земельный кодекс РСФСР, законы РФ "О недрах", "Об экологической экспертизе", "Об охране атмосферного воздуха".[54]

В зависимости от области распространения всю документацию делят на:

- Межотраслевую
- Отраслевую
- Локальную (документацию предприятий)

Межотраслевые документы разрабатывают соответствующие организации и утверждает Министерство труда и социального развития РФ или Госстандарт России, а отраслевые - министерства, ведомства, органы Госнадзора России. Локальные документы по охране труда - инструкции,

стандарты, разрабатывает и утверждает администрация предприятий совместно с профкомом.

Перечень видов нормативно-правовых актов, содержащих государственные нормативные требования безопасности труда, утвержден постановлением Правительства Российской Федерации (РФ) от 23.05.00 № 399-н содержит документы, приведенные в таблице 26. [54]

Таблица 26 –Виды нормативно-правовых актов по охране труда

Название документа	Обозначение документа
Межотраслевые правила по охране труда	ПОТ РМ
Межотраслевые типовые инструкции	ТИ РМ
Отраслевые инструкции по охране труда	ПОТ РО
Типовые отраслевые инструкции	ТИ РО
Правила безопасности	ПБ
Нормы радиационной безопасности	НРБ
Правила устройства и безопасной эксплуатации	ПУБ
Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда	ГОСТ Р ССБТ
Строительные нормы и правила	СниП
Санитарные правила	СП
Санитарные нормы	СН
Санитарные правила и нормы	СанПиН
Правила устройства электроустановок	ПУЭ

Стандарты предприятия могут быть разработаны на систему управления охраной труда, на контроль охраны труда, на расследование травм и профзаболеваний, на проведение работ по нарядам - допускам и т.д.

Инструкции по охране труда могут быть разработаны как на отдельные виды работ, так и для работающих отдельных видов профессий. Они разрабатываются на основе типовых инструкций (межотраслевых, отраслевых), требований безопасности, изложенных в эксплуатационных и ремонтной документации, с учетом условий производства.

Инструкции для работающих разрабатывает руководитель работ, согласует ее с профкомом и утверждает ее у руководителя предприятия. [54]

7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При выполнении сварочных работ используется сварочный аппарат для сварки ПВХ труб WESTER DWM 1000 и приспособление для сборки. В процессе проведения сварочных работ выделяются разнообразные примеси, основными из которых являются аэрозоли и газы. В качестве основного материала используют сталь марки: ПВХ.

Общий размер цеха составляет 200м². Рабочее место на сварочном участке составляет 30 м². Рабочее место сварщика соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

7.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование сварки полимерных труб нагретым инструментом, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

7.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [2]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 27 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Сварка нагретым инструментом 2) Работа со сварочным оборудованием	<ol style="list-style-type: none">1. Повышенный уровень электромагнитных полей [2, 17];2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [2,3, 17];3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17];4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17];5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля [2, 17].	<ol style="list-style-type: none">1. Поражение электрическим током2. Пожаро-взрывоопасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011

7.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Электробезопасность:

В данном разделе рассмотрены правила безопасности при работе с аппаратами для сварки пластиковых труб.

Вид работ – сварка пластиковых труб из ПВХ встык нагретым инструментом.

Оборудование – аппарат для стыковой сварки труб Ровелд Р160В, работающий при напряжении 220 В.

Прежде чем приступить к работе с аппаратом, необходимо тщательно ознакомиться с паспортом и правилами по эксплуатации. Через каждые 12 месяцев эксплуатации аппарата, а также после хранения свыше 12 месяцев на складе производится проверка аппарата в соответствии с технической документацией.

При эксплуатации аппарата должны выполняться правила электробезопасности, т.к. на него подается переменное напряжение 220 В. Обслуживающий и ремонтный персонал должен руководствоваться в работе документом [34].

К обслуживанию аппарата и управлению во время работы допускаются лица:

- имеющие соответствующую квалификацию;
- знающие правила эксплуатации данного аппарата и изучившие настоящий паспорт;
- знающие правила техники безопасности;

Для безопасной работы необходимо выполнять следующие правила:

- включение аппарата в сеть производить только через розетку с заземляющим контактом;

- для дополнительной защиты при питании аппарата от стационарной сети клемму ЗЕМЛЯ аппарата соединить с защитным заземлением;
- следить за исправностью кабелей и качеством контактов;
- аппарат должен устанавливаться на сухое рабочее место;
- не допускается попадание воды внутрь аппарата.

Запрещается:

- работать с аппаратом при сломанной или демонтированной сетевой вилке;
- использовать электрические кабели с поврежденной изоляцией или плохим соединением;
- наступать на соединительные кабели или тянуть за них;
- работать при снятых передней и задней панелях с включенным напряжением питания;
- оставлять работающий аппарат без присмотра;
- производить ремонтные и регулировочные работы с электрической частью аппарата в полевых условиях;
- касаться незащищенными частями тела незаизолированных частей контактов силового кабеля, включенного в сеть аппарата.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно

приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Освещение:

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Для освещения сварочного участка применяются естественное и искусственное освещение. Согласно, СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение» норма освещенности 300 лк. Естественное освещение обеспечивается за счет боковых окон и стеклянного фонаря на крыше здания, искусственное освещение обеспечивается люминесцентными лампами марки ЛБ40 по всему периметру цеха.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую посредством зрения; кроме того, оно утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих. Кроме того, при неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается брак продукции.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током

промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10 - 20 % в зависимости от характера зрительной работы [15].

Цветовая отделка интерьеров помещений и оборудования в сварочных цехах должна соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

Освещение на рабочем месте сварщика соответствует нормам предъявляемых СП 52.13330.2011 [15].

Шум

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83* и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

На рабочем месте сварщика шумящее оборудование:

- сварочные аппараты;
- приспособление для сборки и сварки;
- отрезной инструмент.

Борьбу с вибрациями желательно проводить в источнике их возникновения при конструировании и изготовлении машин и оборудования. Снижение уровня вибраций может быть достигнуто виброгашением, которое чаще реализуется путем установки вибрирующих агрегатов на самостоятельные виброгасящие основания (фундамент). Также используется динамическое гашение колебаний, вибродемпфирование и изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций [17].

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все

необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые.

Применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029.

Для снижения шума применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьбу с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощения и установку глушителей шума, акустическую обработку поверхностей помещения.

Средства коллективной защиты

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно-акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Средства индивидуальной защиты

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски;

противошумные костюмы (ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума»).

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Уровень шума на рабочем месте сварщика не более 80 дБА и соответствует нормам [16].

Микроклимат

Нормы производственного микроклимата установлены системами стандартов безопасности труда [31]. В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производственной работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

ПВХ при комнатной температуре не выделяют в окружающую среду токсических веществ и не оказывают вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте. Работа с ними не требует особых мер предосторожности.

Мелкая пыль полимера при вдыхании и попадании в легкие может вызвать вялотекущие фиброзные изменения в них.

При нагревании ПВХ и его сополимеров в процессе переработки выше 150 °С возможно выделение в воздух летучих продуктов термоокислительной деструкции, содержащих органические кислоты, карбонильные соединения, в том числе формальдегид и ацетальдегид, окись углерода.

При концентрации перечисленных веществ в воздухе рабочей зоны выше предельно допустимой возможны острые и хронические отравления.

Формальдегид - раздражающий газ, обладающий также общетоксичным действием, оказывает сильное действие на центральную нервную систему.

Пары ацетальдегида вызывают раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, удушье, резкий кашель, бронхиты, воспаление легких.

Пары уксусной кислоты раздражают кожу и слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Оксид углерода вызывает удушье вследствие вытеснения кислорода из оксигемоглобина крови, поражает центральную и периферическую нервную систему.

Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-88 приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Допустимые концентрации веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³	Класс опасности
Формальдегид	0,5	2
Ацетальдегид	5,0	3
Органические кислоты (в пересчете на уксусную кислоту)	5,0	3
Оксид углерода	20,0	4
Аэрозоль ПВХ и сополимеров винилхлорида	10,0	3

Концентрации веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений определяют следующими методами:

Формальдегида - фотокolorиметрическим методом с гидрохлоридом фенилгидразина в щелочной среде в присутствии феррицианида калия;

Ацетальдегида - фотоколориметрическим методом с парадиметиламинобензальдегидом в щелочной среде;

Уксусной кислоты - фотоколориметрическим методом по реакции метилового эфира уксусной кислоты с гидроксиламином и хлоридом железа;

Окси углерода - методом газодсорбционнойхроматографии с детектором по теплопроводности и предварительным концентрированием на молекулярных ситах 5А;

Аэрозоля ПВХ и сополимеров винилхлорида - гравиметрическим методом по массе полимера, уловленного из измеренного объема воздуха.

ПВХ следует перерабатывать в производственных помещениях, оборудованных местной вытяжной и общеобменной вентиляцией. Рабочие места должны быть организованы по [35, 36]. Относительная влажность в рабочих помещениях должна быть не ниже 50 %.

Переработку ПВХ осуществляют по ГОСТ 12.3.030-83 [37] с соблюдением правил пожаро- и взрывобезопасности по ГОСТ 12.1.004-91 [32] и ГОСТ 12.1.010-76 [33].

Оборудование для переработки ПВХ должно соответствовать ГОСТ 12.2.003-91[35] и ГОСТ 12.2.049-80 [38], оградительные устройства и предохранительные приспособления - ГОСТ 12.2.062-81 [39], средства защиты от статического электричества - ГОСТ 12.1.018-93 [40].

Для тушения ПВХ и его сополимеров применяют огнетушители любого типа, воду, водяной пар, огнегасительные пены, инертные газы, песок, асбестовые одеяла. Для защиты от токсичных продуктов, образующихся в условиях пожара, при необходимости применяют изолирующие противогазы любого типа или фильтрующие противогазы марки БКФ.

Средства индивидуальной защиты работающих на переработке пластических масс должны отвечать требованиям ГОСТ 12.4.011-89 [41].

Микроклимат на рабочем месте сварщика соответствует специальным условиям оценке труда (СОУТ) [42].

7.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

7.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Мероприятия по охране окружающей среды выполняются в соответствии с законами Российской Федерации о недрах, земле, об охране животного мира, атмосферного воздуха, памятников истории и культуры, законом о защите окружающей природной среды.

Природовосстановительные работы считаются завершенными, если:

- выполнена рекультивация земель;
- очищены участки, загрязненные горюче-смазочными материалами, строительными и бытовыми отходами.

Ответственность за соблюдение проектных решений по охране окружающей среды несет строительная организация, осуществляющая прокладку трубопровода.

Предоставляемые во временное пользование земельные участки после окончания строительного-монтажных работ должны быть рекультивированы (восстановлены).

Рекультивации подлежат:

- строительная полоса трубопроводов по всей ширине отвода;
- карьеры;
- береговые участки в местах переходов и сами переходы через реки;
- участки, на которых развились эрозионные процессы, овраги.

При укладке трубопровода трубозаглубителями (бестраншейным способом) техническая рекультивация строительной полосы не производится.

Основной природной особенностью регионов газификации является наличие двух видов сельскохозяйственных земель: это пахотные земли и лесные угодья, а основными неблагоприятными процессами - следствиями строительства являются эрозия (в том числе и ветровая) и заболачивание.

На эрозионноопасных и оползневых склонах необходимо предусмотреть проведение опережающих противооползневых и противоэрозионных мероприятий, т.е. определить места сооружения водоотводных, дренажных каналов, сточных лотков, водозадерживающих валов.

На склонах круче 6° , сложенных глинами, суглинками, супесями активизируется водная эрозия, начинается оврагообразование, для прекращения которого необходимо проводить засыпку эрозионных форм остатками грунта и порубочными остатками, сооружать в днищах глубоких эрозионных форм заграждения для задержания твердого стока. Ослабление ветровой эрозии достигается путем покрытия участков слоем торфа толщиной не менее 0,05 м с последующим высевом трав.

Для закрепления оврагов на эрозионноактивных участках рекомендуется создавать разнообразные гидротехнические сооружения, к которым относятся:

- земляные валы и канавы;
- перепады;
- дамбы-перемычки;
- водосбросные сооружения.

Земляные валы и канавы способствуют полному или частичному зарегулированию поверхностного стока и закреплению вершин и русел оврагов, их необходимо сочетать с восстановлением растительного покрова.

Валики-распылители с продольным уклоном могут быть использованы для предупреждения образования потоков там, где ложе распылителя подвергается постоянной или частичной распашке. Этот тип сооружения представляет собой земляной валик, пересекающий водонаправляющую ложбину под углом около 45° к оси водотока. Высота валиков - 0,3-0,5 м. Вдоль верхнего края валика параллельно ему формируют выемку.

При засыпке трубопровода бульдозером движения осуществляются в косо-продольном направлении с целью сужения зоны работы бульдозера. При этом бульдозер оснащается косым отвалом.

7.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Отходами в сварочном производстве ПВХ труб являются:

- обрезки ПВХ труб;
- отработанные абразивные круги;
- мусор от уборки территории;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов.

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны

освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны. Места размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания [26].

7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Своевременность выполнения аварийных заявок и объем работ должны контролироваться руководителями газораспределительной организации.

Аварийная бригада должна выезжать на специальной автомашине, оборудованной радиостанцией, сиреной, проблесковым маячком и укомплектованной инструментом, материалами, приборами контроля, оснасткой и приспособлениями для своевременной ликвидации аварий.

Ответственность за своевременное прибытие аварийной бригады на место аварии и выполнение работ в соответствии с планом локализации и ликвидации аварий несет ее руководитель.

В случае обнаружения объемной доли газа в подвалах, туннелях, коллекторах, подъездах, помещениях первых этажей зданий более 1% газопроводы должны быть отключены от системы газоснабжения и приняты меры по эвакуации людей из опасной зоны.

Ликвидация утечки газа (временная) допускается с помощью бандаж, хомута или бинта из мешковины с шамотной глиной наложенных на газопровод. За этим участком должно быть организовано ежесменное наблюдение.

Продолжительность эксплуатации внутреннего газопровода с бандажом, хомутом или бинтом из мешковины с шамотной глиной не должна превышать одной смены.

Сварные стыки и участки труб полиэтиленовых газопроводов, имеющих дефекты и повреждения, должны вырезаться и заменяться врезкой катушек с применением муфт с закладными нагревателями. Допускается сварка встык при 100% контроле стыков ультразвуковым методом.

Узлы неразъемных соединений и соединительные детали, не обеспечивающие герметичность, должны вырезаться и заменяться новыми.

Допускается ремонтировать точечные повреждения полиэтиленовых газопроводов при помощи специальных полумуфт с закладными нагревателями.

Поврежденные участки газопроводов, восстановленные синтетическим тканевым шлангом, заменяются врезкой катушки с использованием специального оборудования для проведения работ на газопроводах без снижения давления.

Допускается осуществлять ремонт таких газопроводов аналогично стальным газопроводам.

Работы по окончательному устранению утечек газа могут передаваться эксплуатационным службам после того, как АДС будут приняты меры по локализации аварии и временному устранению утечки газа.

Нормативно-правовое регулирование по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей от опасностей военного характера, чрезвычайных ситуаций и пожаров.

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций - это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на

сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций - это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранения здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов. Зона чрезвычайной ситуации - это территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

Целями настоящего Федерального закона являются:

- предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций;
- снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций;
- ликвидация чрезвычайных ситуаций;
- разграничение полномочий в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

Основными задачами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций являются (РСЧ):

- разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения в чрезвычайных ситуациях;

- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- сбор, обработка, обмен и выдача информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;
- организация своевременного оповещения и информирования населения о чрезвычайных ситуациях в местах массового пребывания людей;
- прогнозирование и оценка социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- ликвидация чрезвычайных ситуаций;
- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций, проведение гуманитарных акций;
- реализация прав и обязанностей населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций, а также лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации;
- международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Информацию в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций составляют сведения о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях, их последствиях, а также сведения о радиационной, химической, медико-биологической, взрывной, пожарной и экологической безопасности на соответствующих территориях.

Информация в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также о деятельности федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в этой области является гласной и открытой, если не предусмотрено законодательством Российской Федерации.

Соккрытие, несвоевременное представление либо представление должностными лицами заведомо ложной информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций влечет за собой ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основным принципом защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, является планирование мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций, а также на максимально возможное снижение размеров ущерба и потерь в случае их возникновения.

7.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении работ по сварке ПВХ труб наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара.

Пожары представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Опасными и вредными факторами пожара, воздействующими на людей, являются: открытый огонь, повышенная температура окружающей среды и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, падающие части строительных конструкций; при взрыве – ударная волна, разлетающиеся части и вредные вещества.

Причины возникновения пожаров на монтажных площадках предприятий следующие:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования;
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;
- несоблюдение графика планового ремонта, износ и коррозия оборудования;
- реконструкция установок с отклонением от технологических схем.

Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами в [32, 33]. Этими стандартами возможная частота пожаров и взрывов допускается такой, чтобы вероятность их возникновения в течение года не превышала 10^{-6} или чтобы вероятность воздействия вредных факторов на людей в течение года не превышала 10^{-6} .

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные здания в сварочном производстве относятся ко второй степени огнестойкости сооружений, к категории Г.

Для быстрой ликвидации пожара вблизи сварочного места всегда должны быть ящик с песком и лопата, а также ручной огнетушитель. Огнетушители, применяемые при тушении пожара на участках с электроустановками, должны быть углекислотными. На участке, в специально оборудованных местах, должно находиться не менее двух огнетушителей ОУ – 5.

Пожарные краны, рукава, стволы, огнетушители и другие средства пожаротушения, необходимо содержать в исправности и хранить в определенных местах.

В нашем случае оборудуем участок специальными средствами пожаротушения:

- пожарной цистерной с водой (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;

- огнетушитель порошковый ОП-3 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана технология сварки труб из ПВХ.

В результате работы было сделано:

- проведен сравнительный анализ свойств и структур полимеров
- выбран наиболее подходящий материал – поливинилхлорид;
- подобраны режимы сварки;
- выбрано сварочное оборудование;
- предложен способ сварки труб с внутренним скосом кромок 15° для уменьшения образования грата;
- спроектировано приспособление для торцевания труб и получения угла разделки 15° .

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки труб ПВХ – нагретым инструментом и стальных труб – механизированной сваркой в защитном газе.

По затратам на сварку изделия выгодна сварка нагретым инструментом, она обходится дешевле на 15,3 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 32 %.

По результатам полученных показателей экономической оценки инвестиций и ряду достоинств можно сказать что применение полипропиленовой трубы предпочтительней стального трубопровода не только с экономической точки зрения затрат, но и с точки зрения самого процесса организации работ.

Результаты работы в полной мере показывают перспективность применения данного способа сварки.

Список использованных источников

- 1 Новиченок Н.Л., Шульман З.П. Теплофизические свойства полимеров. Минск, «Наука и техника» 1971. — 120 с.
- 2 Кацнельсон М.Ю., Балаев Г.А. Пластические массы: Свойства и применение: Справочник. — 3-е изд., перераб. — Л.: «Химия», 1978 — 384 с.
- 3 СП 40-101-96 Система нормативных документов в строительстве. Своды правил по проектированию и строительству.
- 4 ВСН 20-95 Ведомственные строительные нормы по проектированию и монтажу подземных сетей канализации и водопровода из поливинилхлоридных труб
- 5 РСН 358-91 Госстрой УССР Сварка полиэтиленовых труб при строительстве газопроводов
- 6СП 42-105-99 Контроль качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов
- 7 ГОСТ 28117-89 Трубы из непластифицированного поливинилхлорида типы и сортамент
- 8 ГОСТ 22689.0-89Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним. Общие технические условия.
- 9 ГОСТ 22689.1-89 Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним. Сортамент.
- 10 ГОСТ 22689.2-89Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним. Конструкция.
- 11ВСН 003-88 Строительство и проектирование трубопроводов из пластмассовых труб
- 12 ОСН АПК 2.10.06.001-04 Инструкция по монтажу пластмассовых трубопроводов на объектах АПК России

- 13 Сварка термопластичных материалов (обзор) / Jang Qing-bin, Wang Xiao-lin, Yan Jiu-chun // *Cailiao Kexue yu gongyi Mater. Science and Technol*, 2005/-13/-№3. - p.247-250.72. www.polipipe.ru/public.faces/formasp.id
- 14 Фаттахов М.М. Вехи истории сварки труб из термопластов // *История науки и техники (УФА)*, 2006. №3. - с. 140-142.
- 15 А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз,1962.
- 16 Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1984. - 368 с.
- 17 Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.
- 18 Белов С.В. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1983. – 264 с.
- 19 Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.
- 20 Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. – 376 с.
- 21 Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.
- 22 Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
- 23 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
- 24 ПБ 11-401-01 Правилами безопасности в газовом хозяйстве
- 25 СНиП III-4-80* "Техника безопасности в строительстве",
- 26 РД 102-011-89 "Охрана труда. Организационно-методические документы"

27 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Общие требования

28 ГОСТ 12.3.009-76*ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

29 ПБ 10-382-00 Правилами устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов",

30 Правила перевозки грузов автомобильным транспортом

31 ГОСТ 12.1.005-88 "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования".

32 ГОСТ 12.1.004–76 «Пожарная безопасность»

33 ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

34«МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ ПРАВИЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА (ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ) ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК»
ПОТ РМ 016-2001 РД 153-34.0-03.150-00

35 ГОСТ 12.2.003-91ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

36 ГОСТ 12.2.061-81.ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

37ГОСТ 12.3.030-83 ССБТ. ПЕРЕРАБОТКА ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

38 ГОСТ 12.2.049-80ССБТ. ОБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ. ОБЩИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

39ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

40ГОСТ 12.1.018-93 - ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.