

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



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ-СВАРКИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КОМПЕНСАТОРА НЕФТЕПРОВОДА ДИАМЕТРОМ 273мм

УДК 621.643. 43:622.692.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Исаев Ш. Н.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Колмогоров Д. Е.	К.т.н.		

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

Студент гр. 3-10А20

Исаев Ш. Н.

Руководитель ВКР

Колмогоров Д. Е.

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



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A20	Исаеву Шихахмеду Нурмагомедовичу

Тема работы:

Разработка технологии сборки-сварки и контроль качества компенсатора нефтепровода диаметром 273		
Утверждена приказом (директора) (дата, номер)	проректора-директора	30.01.2017 г. № 14/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
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>	1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Тема. 2. Актуальность и новизна работы. 3. Цели и задачи. 4. Выводы.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Колмогоров Д. Е.
Социальная ответственность	Солодский С. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шиков В. П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Колмогоров Д. Е.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A20	Исаев Ш. Н.		

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



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
 «Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016 – 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломной проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
08.05.2017	Обзор литературы	20
17.05.2017	Объекты и методы исследования	20
26.05.2017	Расчеты и аналитика	20
06.06.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
14.06.2017	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Колмогоров Д. Е.	К.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2017 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А20	Быков О. К.

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

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

Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу сварки компенсатора для нефтепровода с трубой диаметром 273/14 мм

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А20	Исаев Ш. Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A20	Исаеву Шихахмеду Нурмагомедовичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки компенсатора нефтепровода диаметром 273 мм на предмет возникновения:	- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	- физико-химическая природа вредностей, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
--	--

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Исаев Шихахмед Нурмагомедович		

Реферат

Дипломная работа 97 с., 2 фигуры, 15 таблиц, 28 источников, 2 приложения, 16 л. графического материала.

Технология, режимы сварки, обстоятельства, сварочный ток, сварочное оборудование, производительность, план объекта, приспособление, безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данном выпускном квалификационной работе производится проектирование оснастки и участка сборки-сварки компенсатора для установки в нефтепровод диаметром 273мм.

Объектом изучения считается процесс приготовления компенсатора.

Цели и задачи изучения (работы). В итоге данных дел в производстве, которые наращивают высочайшую уровень механизации и автоматизации, производительность труда надобно.

При данном расчетные режимы сварки сварочное оснащение, стандартизированные монтажные и сварочные работы; по итогам работы разработана политических заключений.

ВКР производится в текстовом редакторе Microsoft Word 3.0. Power Paint 2016 года и представлены на диске (в конверте на обороте обложки)

Abstract

Final qualifying work 97 pp., 2 figures, 15 tables, 28 sources, 2 annexes, 16l. graphic material.

Keywords: fusion welding technology, welding conditions, the welding current, welding equipment, performance, site plan, device, industrial safety, the cost price.

The relevance of the work: in this prom qualification work produced design snap and site Assembly and welding of the Compensator for installation in the pipeline with a diameter of 273/14 mm.

The object of research is the process of making the Compensator.

The goals and objectives of the study (work). As a result of this work should get production with the highest degree of mechanisation and automation improves productivity.

In the course of work calculated welding modes, selected welding equipment, assembling and welding operations are normalized; As a result, developed a decision-making process.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 16.0. PowerPoint 2016 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	13
1 Обзор литературы	16
1.1 Оценка влияния особенностей процесса сварки на сварочные напряжения в неповоротных стыках магистральных трубопроводов	16
1.2 Реализация адаптивных технологий сварки кольцевых стыков магистральных трубопроводов	18
1.3 Совершенствование методики расчета параметров режима многопроходной сварки в защитных газах	19
1.4 Заключение	20
2 Объект и методы исследования	21
2.1 Формулировка проектной задачи	21
3 Результаты проведенного исследования	23
3.1 Инженерный расчёт	23
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	23
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	28
3.1.3 Расчёт режимов сварки	30
3.2 Технологический раздел	33
3.2.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства	33
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	35
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	37
3.2.4 Нормирование операций	37
3.2.5 Выбор технологического оборудования	40
3.2.7 Контроль качества кольцевых сварных соединений	44
3.2.8 Разработка технической документации	51
3.3 Конструкторская часть	53

3.3.1	Общая характеристика механического оборудования	53
3.3.2	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	54
3.4	Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом	55
3.5	Положение о системе аттестации сварочного производства	58
3.6	Пространственное расположение производственного процесса	62
3.5.1	Сварочно-монтажные работы	64
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
4.1	Финансирование проекта и маркетинг	66
4.2	Сравнительный экономический анализ вариантов	66
4.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	67
4.2.2	Определение затрат на основные материалы	69
4.2.3	Определение затрат на вспомогательные материалы	70
4.2.4	Определение затрат на заработную плату	70
4.2.5	Определение затрат на силовую электроэнергию	71
4.2.6	Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования	71
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	72
4.4	Основные технико-экономические показатели участка	73
5	Социальная ответственность	74
5.1	Описание рабочего места	74
5.2	Законодательные и нормативные документы	74
5.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	76
5.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	79
5.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	80
5.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	85
5.5	Охрана окружающей среды	85
5.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	86
5.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88

Заключение	90
Список использованных источников	91
Приложение А. (Спецификация Компенсатор)	93
Приложение Б (Операционно-технологическая карта сборки и сварки в защитном газе неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб)	94
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графический материал	на отдельных листах
Актуальность работы	демонстрационный лист
Цель и задача работы	демонстрационный лист
Базовые способы сварки	демонстрационный лист
Состав сварочного оборудования	демонстрационный лист
Компенсатор	демонстрационный лист
Подготовка и обработка торцов труб	демонстрационный лист
Звеньевой центратор	демонстрационный лист
Сварка	демонстрационный лист
Электроды и сварочная проволока	демонстрационный лист
План участка	демонстрационный лист
Операционно-технологическая карта сборки и сварки в защитном газе неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб	демонстрационный лист
Операционно-технологическая карта сборки и сварки в защитном газе неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб	демонстрационный лист
Негативные факторы сварочного производства	демонстрационный лист
Основные технико-экономические показатели участка	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

Ведение

На сегодняшний день, нефти и газа, главные продукты, которые РФ на крупном рынке. Прибыль от реализации считается довольно необходимой частью (до 30%, как заявлено премьер-

министром, но в действительности данная цифра важно выше) из муниципального бюджета. Это еще главным сырьем

для множества сфер Русской экономики, охватывая топливный и энергетический комплекс.

Этим образом, более актуальны для нефтяной и газовой индустрии и государства в

целом, считается неувязка изготовления и действенной реализации природных ресурсов для покупателя (или покупателя).

- Географически область и потребления нефти и газа располагается на большущих расстояниях, как главные резервы присутствуют на севере и Востоке, а главные покупатели в центральном и западном ареалах. В связи с данным, более необходимой считается перевозка нефти и

газа. Абсолютным фаворитом между всевозможных обликов авто транспорта перевозка нефти-и газопроводов.

В данных случаях целенаправленно, дабы выяснить качество постройки больших трубопроводов, как момент, который в значимой степени воздействует на грядущую надежность их работы, которая находится в зависимости от благосостояния государства.

- Неувязка свойства постройки главных трубопроводов механич

ески разделяет на больше маленькие, вследствие того собственно что качество постройки всего газопровода в целом находится в зависимости от свойства отдельных обликов дел, производимые при строительстве: предварительные, земельные, сварочные и монтажные работы, утепление и аппарат, испытание. Ведущей процесс, который содержит мощное воздействие на эксплуатационные свойства грядущего сооружения сварочных и монтажных дел.

Сварка считается единым способом для включения отдельных трубок в одной секции. Более нередко в практики постройки в РФ по сопоставлению с другими способами состояние поршня сварки считается Сварка в защитных газах.

- Механизация и Автоматизация сварочного изготовления считается важным средством увеличения производительности труда, увеличения свойства сварных изделий, совершенствование критерий труда.

- Перед сваркой производственных задач, нацеленных на увеличение производительности изготовления в итоге научно-технического прогресса и экономики на напряженный дорога становления.

Это до этого всего переход на общее использование высокопроизводительных систем, машин, аппаратов, устройств и технологических способов, обеспечивающих высшую механизацию и автоматизацию изготовления, производительности

труда, подъема и связанной с высвобождением сотрудников.

-

В передовых критериях сварочного изготовления нужно увеличить урожайность отменно больше совершенного применения рабочей силы в производстве [1] .

1 Обзор литературы

1.1 Оценка влияния особенностей процесса сварки на сварочные напряжения в неповоротных стыках магистральных трубопроводов

Для прогнозирования срока службы магистральных трубопроводов необходимы данные об их напряженно-деформированном состоянии. К сожалению, подобные данные характеризуются значительной неопределенностью и невысокой степенью достоверности. Связано это с тем обстоятельством, что напряженно-деформированное состояние трубопроводов определяется сочетанием как рабочих напряжений от прокачки углеводородного сырья, так и остаточных технологических напряжений, возникающих при строительстве или ремонте трубопроводов. Так как основной технологической операцией при соединении частей трубопровода в непрерывную нитку является сварка, то именно напряжения от сварки неповоротных стыков труб преобладают в составе остаточных технологических напряжений. Схожие проблемы возникают и при сварке корпусных конструкций специальной техники. Для оценки напряженно-деформированного состояния нагруженных металлоконструкций возможно применение методов неразрушающего контроля, однако их применение на стадии разработки технологии сварки затруднено. Следует отметить, что если оценка рабочих напряжений не вызывает значительных проблем из-за широкого распространения расчетных методов, то оценка остаточных напряжений является сложной из-за большого количества разнообразных факторов, влияющих на их значения.

Для оценки на стадии проектирования технологий сварки влияния различных технологических факторов (формы разделки кромок, тепловложения в сварочную ванну) на сварочные напряжения перспективно использование расчетных методов исследований, например, с применением программного комплекса «Сварка», разработанного в МГТУ им. Н. Э. Баумана. Применение

данного комплекса существенно уменьшает объем экспериментальных исследований при определении влияния тепловой мощности дуги при сварке плавящимся электродом и параметров процесса сварки на напряжения в неповоротных кольцевых стыках магистральных трубопроводов.

Схема образования остаточных сварочных напряжений (ОСН) при сварке кольцевых сварных соединений трубопроводов значительно сложнее, чем при сварке продольных швов. Труба представляет собой цилиндрическую оболочку. Местные ОСН в зоне кольцевого шва вызывают изгиб стенки оболочки. Продольная усадка кольцевого шва вызывает радиальную распределенную нагрузку, обжимающую трубу, а неравномерная поперечная усадка — продольную растягивающую силу в трубе и распределенный по окружности момент, изгибающий стенку трубы. В результате в зоне кольцевого шва возникает так называемое корсетное сокращение, а стенка трубы испытывает двухосное растяжение-сжатие и изгиб.

Наибольшие компоненты ОСН возникают в продольном (σ_{zz}) и окружном ($\sigma_{\theta\theta}$) направлениях (рисунок 1). Напряжения в направлении толщины стенки в тонкостенных трубах существенно ниже. Наибольшее влияние на прочность кольцевого стыка оказывают продольные напряжения σ_{zz} , так как они направлены поперек шва [2].

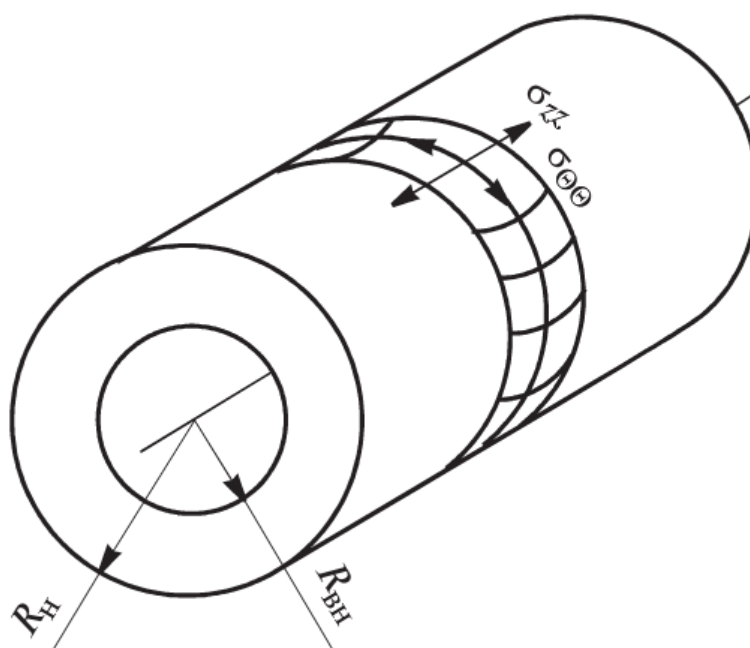


Рисунок 1 Схема напряженного состояния в стенке сварной трубы

1.2 Реализация адаптивных технологий сварки кольцевых стыков магистральных трубопроводов

Техническое решение задачи адаптации сварочного оборудования к аномалиям в сварочных технологиях сводится к его оснащению бесконтактными датчиками и интерфейсными устройствами, обеспечивающими сопряжение с системой управления и программными средствами, которые обрабатывают информацию, прогнозируют качество и управляют процессом сварки на основе математических моделей. Такая интеграция наделяет сварочные установки функциями автоматизированных комплексов, позволяя минимизировать участие оператора в технологическом процессе сварки без потери качества получаемых соединений.

В структуре такого автоматизированного сварочного комплекса можно выделить два основных контура управления. Первый контур—контур управления формированием сварного соединения, обеспечивающий технологическую адаптацию системы и сварочного оборудования к различного рода возмущениям. Второй контур решает задачу геометрической адаптации, т. е. ведение источника нагрева точно по стыку для предотвращения дефектов, связанных с погрешностями сборки и разделки стыков.

Параметры режима сварки определяются в программно реализованном интеллектуальном модуле системы управления, который содержит правила управления процессом сварки с учетом пространственного положения сварочной головки и аномалий в сборке стыка. Законы управления представляют собой формализованный опыт (знания) высококвалифицированного сварщика и данные штатной технологии, изложенные в технологических картах. Такая организация процесса сварки реализует цифровую технологию сварки со средствами прогнозирования, управления и диагностирования процесса в автоматическом режиме с цифровой обработкой информации о процессе в режиме реального времени по сигналам с датчиков. В рамках данной работы ставятся следующие основные задачи:

подтверждение эффективности функционирования основных модулей сварочной установки (сварочной головки, микропроцессорной системы управления, программного обеспечения); определение (уточнение) базовых режимов сварки, обеспечивающих требуемое качество соединений труб большого диаметра при строительстве магистральных трубопроводов; выявление закономерностей корректировки базовых режимов при наличии отклонений геометрических параметров стыка от номинальных значений для создания базы правил управления режимами сварки и факторов, влияющих на корректную работу сварочной установки, включая способы их устранения [3].

1.3 Совершенствование методики расчета параметров режима многопроходной сварки в защитных газах

При проектировании технологии сварки важным моментом является определение параметров режима сварки, обеспечивающих получение сварных соединений с заданными параметрами. Широкое применение в современном сварочном производстве автоматических и роботизированных установок для сварки требует создания алгоритмов управления параметрами режима сварки, а именно назначения и адаптивной корректировки параметров в зависимости от условий. Адаптивная корректировка режимов сварки должна основываться на точном определении влияния каждого из параметров процесса и их сочетаний на качественные показатели сварного шва. В основу большинства математических моделей, создаваемых для управления сварочными процессами, заложены статистические зависимости между энергетическими параметрами режима сварки (сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки и т. д.) и параметрами, характеризующими качество сварного соединения (геометрические характеристики, механические свойства и т. д.).

В работе предложена методика расчета параметров, основанная на результатах исследования влияния технологических факторов (угла разделки α , положения электрода в разделке x , скорости сварки $v_{св}$) на параметры,

определяющие формирование сварного шва и эффективность использования тепловой энергии дуги на образование сварного соединения.

Анализ литературных данных показал, что кроме основных параметров режима сварки (сварочный ток, напряжение, скорость сварки) и геометрии разделки, учитываемых в указанной выше методике, на исследуемые параметры (площадь сечения валика и на тепловой КПД процесса сварки) также оказывают влияние вылет электрода и состав защитного газа.

Известно, что состав защитного газа оказывает значительное влияние на технологические характеристики и форму проплавления. При постоянном напряжении с ростом доли CO_2 в смеси до 50 % дуга укорачивается, шов становится уже, глубина проплавления и высота усиления увеличиваются, возрастает площадь проплавления [4].

1.4 Заключение

На надежность получаемых сварных соединений влияют напряжения, возникающие в процессе сварки. Правильная и своевременная диагностика возникновения этих напряжений позволяет применить соответствующие меры по снятию напряжений. Применение автоматических установок при сварке трубопроводов позволяет упростить процесс проведения работ. Для качественного выполнения шва в защитных газах необходимо производить правильный расчет режимов сварки. Так как в данной работе выполняется сварка труб не большого диаметра, то применять автоматическую сварку не целесообразно. поэтому выбираем сварку в защитном газе плавящимся электродом.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

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

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать сварочное производство магистрального нефтепровода с компенсатором и контроль качества. Диаметр трубы 273/14.

Техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства, расчет и конструирование оснастки и планировку плана участка сборки, сварки и монтажа трубопроводов. Кроме того, в выпускной квалификационной работе разрабатывается организационная и экономическая части, которые в сочетании с расчетной и аналитической частью должны обеспечить возможность создания, наиболее совершенного по технологическому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка.

Технологическая часть должна содержать результаты проектирования процесса изготовления технического объекта в условиях той или иной формы организации производства (единичное, серийное, массовое), завершающегося выпуском товарной продукции требуемого уровня качества. На ряду с этим в разделе должны быть представлены: обоснованный выбор предмета производства – технический объект, его элементы; технологический анализ выбранного производства; цель и задача технологического проектирования, отвечающая особенностям выбранного производства – изготовления детали, сборка узла и технического объекта, испытания технологического объекта или

его компонента и т.п.; расчет параметров выбранной структуры технологического процесса, характеризующих режим процесса, его продолжительность, точность и т.д.

Организационная часть должна представлять результаты проектирования комплекса мероприятий, образующих рационально упорядоченный процесс научно-технической, конструкторской и технологической подготовки производства к освоению, планомерному, устойчивому и эффективному изготовлению и сбыту технического объекта требуемого уровня качества при определенных сроках и объемах выпуска.

Экологическая часть должна включать результаты проектирования системы «человек - технический объект», обеспечивающий эффективную, надежную и безопасную работу в условиях стабильной и изменяющейся окружающей среды, включая экстремальные ситуации.

Экономическая часть должна содержать результаты расчета показателей, определяющих экономический эффект и эффективность инженерных решений.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – компенсатор для установки в нефтепровод диаметром 273 мм. В качестве материала компенсатора используют сталь марки 09Г2С.

Выбор этой стали обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью небольшой себестоимостью [5].

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 09Г2С, % [6]

Si	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
0,5-0,8	1,3-1,7	Не более							
		0,12	0,3	0,3	0,3	0,035	0,04	0,08	0,008

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 09Г2С [6]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
345	490	21	0,5

Приведенная сталь относится к первой группе свариваемости (сваривается без ограничений).

Способы сварки: ручная дуговая сварка, сварка под слоем флюса, сварка плавящимся электродом в защитном газе, электрошлаковая сварка и контактная [5].

Принимаем сварку плавящимся электродом в защитном газе

(CO₂ ГОСТ 8050-76), т. к. существует ряд преимуществ этих способов:

- возможность вести механизированную сварку, а т. к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше двух метров, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- высокая производительность;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- меньшая себестоимость сварочных работ.

При сварке в защитном газе электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов - раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [7]

Марка проволоки	Химический состав						
	C	Mn	Si	Ni	Cr	S	P
				не более			
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	≤0,025	≤0,02	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [7]

Марка проволоки	σ_B , МПа	σ_B , МПа	δ , %	КCU, кДж/см ²	
				20 ⁰ С	-20 ⁰ С
Св-08Г2С-О	384	563	23	100	60

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем двуокись углерода.

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.5.

Таблица 3.5– Состав CO₂, в % [7]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20°С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [7].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической

свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

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

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

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

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;

- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

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

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [8]:

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

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,09 + (2/6) + (1/24) = 0,432 \%$$

Сталь 09Г2С низколегированная конструкционная ГОСТ 19281-73 [6]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [6]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в защитном газе CO_2 тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [9]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения [8].

При сварке в защитном газе CO_2 плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси железа будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:



При сварке в CO_2 происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей несомненно предотвращается, если металл шва содержит до 0,12-0,14% С, не ниже 0,5-0,8% Мп. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне - марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С-О, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения,

которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [8].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в CO_2 проволокой Св-08Г2С-О остается на необходимом уровне.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в CO_2 должны соответствовать ГОСТ 16037-80. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом следующие [8]:

- диаметр электродной проволоки - $d_{\text{эп}}$;
- скорость сварки v_c ;
- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- вылет электродной проволоки – l_v ;
- скорость подачи электродной проволоки - $V_{\text{эп}}$;
- общее количество проходов - $n_{\text{пр}}$;

- расход защитного газа $g_{зг}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [8].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение нестандартное показано на рисунке 3.1.

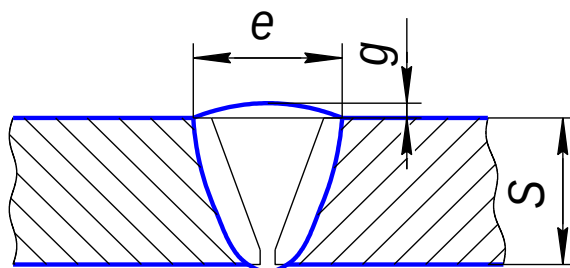


Рисунок 3.1 Стыковое соединение типа С17: S - толщина листа, e - ширина шва, g – высота шва

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего), мм. [8];

$$d_{эп} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625} \quad (3.8)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{HK}=15 \text{ мм}^2$ и $F_{HЗ}=20 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [8]:

$$n_{по} = \frac{F_{HO} - F_{HK}}{F_{HЗ}} + 1 = \frac{92,2 - 15}{20} + 1 = 4,86. \quad (3.9)$$

Примем $n_{по} = 5$.

Уточним площадь $F_{HЗ}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{HЗ} = \frac{F_{HO} - F_{HK}}{n_{по} - n_{пк}} = \frac{92,2 - 15}{5 - 1} = 19,3 \text{ мм}^2, \quad (3.10)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭК}}$, заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$ и подварочного $d_{\text{ЭПВ}}$, при сварке $K_d=0,149\dots0,409$:

$$d_{\text{ЭК}}=(0,149\dots0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625}=(0,149\dots0,409) \cdot 150,625=0,81\dots2,22 \text{ мм},$$

$$d_{\text{ЭПЗ}}=(0,149\dots0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625}=(0,149\dots0,409) \cdot 19,30,625=0,95\dots2,6 \text{ мм}.$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$$d_{\text{ЭК}}=1,0 \text{ мм. и } d_{\text{ЭПЗ}}=1,0 \text{ мм}.$$

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего и подварочного проходов по формуле [8]:

$$V_{\text{Ci}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПВ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПВ}}^{1,5}}{F_{\text{Hi}}}, \quad (3.11)$$

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot 1,0^2 + 50,6 \cdot 1,0^{1,5}}{15} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}},$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot 1,0^2 + 50,6 \cdot 1,0^{1,5}}{19,3} = 3,1 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [4]:

$$V_{\text{ЭПВ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{Ci}} \cdot F_{\text{Hi}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПВ}}^2 \cdot 1 - \psi_{\text{p}}}, \quad (3.12)$$

$$V_{\text{ЭК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭК}}^2 \cdot 1 - \psi_{\text{p}}} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 15}{\pi \cdot 1,0^2 \cdot 1 - 0,1} = 84,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 306 \frac{\text{м}}{\text{ч}},$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot 1 - \psi_{\text{p}}} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 19,3}{\pi \cdot 1,0^2 \cdot 1 - 0,1} = 81,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 295 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [8]:

$$I_{Ci}^{0+} = d_{\text{ЭПi}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПi}} \cdot V_{\text{ЭПi}} + 145150} - 382 \right), \quad (3.13)$$

$$I_{CK}^{0+} = 1,0 \cdot \sqrt{1450 \cdot 1,684,9 + 145150} - 382 = 136 \text{ A},$$

$$I_{C3}^{0+} = 1,0 \cdot \sqrt{1450 \cdot 1,081,9 + 145150} - 382 = 132 \text{ A}.$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_C \leq 510 \text{ A}$.

Определим напряжение сварки для корневого, заполняющего и подварочного проходов [8]:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C, \quad (3.14)$$

$$U_{CK} = 14 + 0,05 \cdot 136 = 20,8 \text{ В},$$

$$U_{C3} = 14 + 0,05 \cdot 132 = 20,6 \text{ В}.$$

Расход защитного газа CO_2 для соответствующих проходов [8]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75}, \quad (3.15)$$

$$q_{згk} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 136^{0,75} = 0,131 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 7,9 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{зг3} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 132^{0,75} = 0,128 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 7,7 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

На основании проведенных расчетов и литературы [5] примем режимы сварки и сведем их в таблицу 3.7.

Таблица 3.6 – Режимы сварки компенсатора

Диаметр электродной проволоки, мм	Сварочный ток, В	Напряжение, В	Скорость сварки м/ч	Расход газа л/мин	N
1,0	150-160	21-22	10-15	8-9	5

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства

Научная организация труда – это комплекс мероприятий, направляемых

на повышение производительности труда рабочих.

Научная организация труда – это процесс внесения в существующую организацию труда новейших, добытых наукой и практикой усовершенствований, повышающих общую продуктивность труда.

Совершенствование научной организации труда должно развиваться по следующим направлениям: разработка рациональных форм разделения труда; подготовка и повышение квалификации кадров; рациональная организация трудового процесса; обеспечение благоприятных условий труда; внедрение рациональных режимов труда и отдыха; совершенствование нормирования труда; воспитания рабочих и служащих в духе созидательного отношения к труду; соблюдение трудовой дисциплины.

Совершенствование работы по научной организации труда (НОТ) на современном этапе характеризуется проведением комплексных исследований с привлечением научных дисциплин – экономики, социологии, технической эстетики, гигиены труда.

Внедрение научной организации труда на предприятии позволяет решить следующие задачи: обеспечить полное использование современного оборудования, техники и технологии производства, внедрить целесообразные формы разделения труда, добиться сокращения затрат труда на производство продукции, повысить уровень материального благосостояния трудящихся, добиться регулярного повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции.

В решении этих задач большое значение отводится целесообразному разделению труда и расстановке рабочей силы на производстве, научно обоснованной организации труда на рабочих местах [10].

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс сборки и сварки компенсатора начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу.

Изготовление компенсатора начинается со сборки и сварки тройника, заглушки и катушки диаметром 1020 мм.

Затем они привариваются к задвижке стальной. Отдельно свариваются трубы, отвод и катушка диаметром 300мм, далее между ними вваривается задвижка стальная.

На окончательной стадии сборки свариваются полученные сборочные единицы. В завершении производится слесарная обработка и контроль.

Подробно последовательность изготовления компенсатора приведена в операционно-технологическая карта (Приложение Б).

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконпонована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости.

К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей,

охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности.

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [10].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сварочной оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет

снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием трубоукладчика.

Согласно базовому технологическому процессу при изготовлении компенсатора сварка ведётся ручной дуговой сваркой покрытыми электродами выпрямителем ВДУ 306МТУЗ.

Заменим сварочное оборудование на соответствующее новому технологическому процессу (инверторный сварочный полуавтомат БАРС PROFI MIG-257DT).

Предлагаемый технологический процесс сборки и сварки компенсатора выполняется механизированной сваркой в среде углекислого газа.

3.2.4 Нормирование операций

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

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [11]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) K_{п}, \quad (3.16)$$

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

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм,

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

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{н.ш-к}=(T_o+t_{вш})\cdot[1+(a_{обс.}+a_{от.л}+a_{п-з})/100], \quad (3.17)$$

где T_o - основное время сварки, мин;

$t_{вш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [11] составляет 0,75 мин;

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

Для механизированной сварки в защитном газе плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27%, [11].

Основное время для механизированной сварки в защитном газе определяется по формуле:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha_n} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha}, \quad (3.18)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n = коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера рассчитаем норму времени механизированной сварки в защитном газе на выполнение нестандартного шва (рисунок 3.2) приварки катушки и заглушки к тройнику.

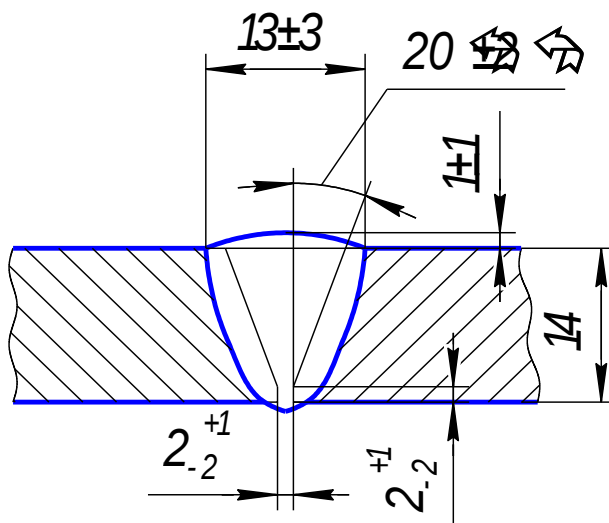


Рисунок 3.2 Стыковое соединение типа С17

Исходные данные:

- марки сталей: 09Г2С;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246 – 70 (для предлагаемого варианта);
- сварной шов с разделкой;
- длина шва 858 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F = 92,2 \text{ мм}^2$;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$.

Время сварки для шва.

Найдем время на основное время сварки для шва, количество проходов $n=5$ шт:

$$T_o = \frac{15 \cdot 7,85 \cdot 60}{150 \cdot 15} + \frac{19,3 \cdot 7,85 \cdot 60}{160 \cdot 15} \cdot 4 = 18,3 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{\text{н.шт-к}} = (18,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 24,2 \text{ мин.}$$

Определим время на сварку компенсатора.

Масса трубы (3 шт.) $m_1 = 89 \text{ кг}$; установка краном на площадку $t_1 = 1,6 \cdot 3 = 4,8 \text{ мин.}$; масса отвода (4 шт.) $m_2 = 37 \text{ кг}$; установка краном на площадку $t_2 = 1,6 \cdot 4 = 6,4 \text{ мин.}$; масса сб. ед. 1 $m_1 = 415 \text{ кг}$;

Найдем время на прихватку:

- 1) $t = 0,1 \cdot 24 = 2,4 \text{ мин.}$;
- 2) $t_{\text{в.и}} = 4,8 + 6,4 + 2,4 = 13,6 \text{ мин.}$;
- 3) $T_{\text{ш}} = 24,2 \cdot 0,858 \cdot 6 + 13,6 = 138,1 \text{ мин.}$

Определим время на установку и сварку компенсатора в трубопровод.

Масса сб. ед. 1 $m_1 = 415 \text{ кг}$; установка краном на место монтажа $t_1 = 2,2 \text{ мин.}$

Найдем время на прихватку:

1) $t = 0,1 \cdot 8 = 0,8$ мин.;

2) $t_{в.и} = 2,2 + 0,8 = 3$ мин.;

3) $T_{ш} = 24,2 \cdot 0,858 \cdot 2 + 3 = 44,49$ мин.

Общее время на сварку компенсатора и установку его в трубопровод составляет $T_0 = 138,1 + 44,49 = 182,58$ мин.

3.2.5 Выбор технологического оборудования

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

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

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

Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в защитном газе. Сварка ведется в палатке. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 130...160А; диаметр проволоки 1,0 мм; скорость подачи электродной

проволоки 290 м/ч...310 м/ч. Исходя из этих данных выбираем инверторный сварочный полуавтомат БАРС PROFI MIG-257DT [12].

Сварочные полуавтоматы БАРС Profi MIG 257 DT – сварочные аппараты инверторного типа, предназначенные для полуавтоматической сварки (MIG/MAG) конструкций из различных видов сталей и сплавов в среде защитного газа плавящимся электродом (проволокой).

Область применения: в кузнечных, автомобильных мастерских и на промышленных предприятиях, где необходима профессиональная, качественная сварка и в других областях.

Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата БАРС PROFI MIG-257DT представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики для инверторного полуавтомата БАРС PROFI MIG-257DT [12].

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В	3х380 (±15%)
Номинальный ток, потребляемый от сети, А	14
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ%)	250 – 35%
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме ММА	10-250
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме MIG/MAG	30-250
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	15,5-26,5
Потребляемая мощность, кВА	9,2
Род сварочного тока	постоянный
Тип механизма подачи проволоки	Встроенный, SSj-4A
Мощность двигателя механизма подачи, Вт	80
Охлаждение	принудительное
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8-1,0

Вес проволоки на кассете, кг, не более	15
Время продувки газа после сварки, с	1
Скорость подачи проволоки, м / мин	1,5-16
Габаритные размеры, мм	880x296x616

Продолжение таблицы 3.8

1	2
Масса, кг	48,0
Тележка под баллон	есть

3.2.6 Правила контроля труб

Правила контроля распространяются на осуществляемые при изготовлении труб операции по контролю и испытаниям с целью установления соответствия труб заданным техническим требованиям [13].

Контроль соответствия показателей качества труб принятым техническим требованиям производят на каждой трубе или на отдельных трубах от партии. При номинальном диаметре $D_n > 1420$ мм число труб в партии не должно превышать 50 штук. В партию могут быть включены трубы, изготовленные из стали различных плавок.

Определение размерных параметров производят на каждой трубе с помощью стандартного мерительного и другого инструмента (рулетки, шаблона, штангенциркуля, струны и т.п.). В случае необходимости при замере толщины стенки трубы применяют ультразвуковой толщиномер.

Глубину вмятины замеряют как наибольшее расстояние между ее дном и исходным профилем трубы.

Таблица 3.9 - Количество контролируемых труб в партии

Наименование показателей качества трубы	Число контролируемых труб в партии
Показатели, определяемые внешним осмотром (округлость формы, качество наружной и внутренней поверхностей, качество сварных соединений, качество торцевых поверхностей, правильность маркировки и др.)	Все трубы
Размерные показатели, определяемые путем обмера (диаметр торцов и тела трубы, овальность, длина, толщина, размеры фаски, высота выпуклостей швов, смещение и угловатость кромки, форма профиля торцов, кривизна и др.)	Все трубы
Показатели сплошности, определяемые неразрушающими физическими способами контроля (расслоения, трещины, непровары и другие внутренние дефекты сварного соединения и основного металла)	Все трубы
Герметичность и прочность, оцениваемая путем гидроиспытаний	Все трубы
Химический состав основного металла, углеродный эквивалент и параметр R_{cm}	1*
Механические свойства основного металла и сварного соединения	1*
Физические свойства (остаточный магнетизм) и другие характеристики (твердость, структурное состояние металла)	Устанавливается нормативно-технической документацией

* В случае, когда в партию включены трубы, изготовленные из стали

различных плавок, испытывается одна труба от каждой плавки стали, входящей в партию.

В процессе производства труб осуществляют технологический контроль сварных соединений, который проводят с целью принятия мер по предупреждению образования и выявления недопустимых дефектов, требующих ремонта. Контроль производится посредством внешнего осмотра, УЗ-контроля и рентгеновского контроля.

3.2.7 Контроль качества кольцевых сварных соединений

Для обеспечения требуемого уровня качества кольцевых сварных соединений нефтепроводов необходимо выполнять [14]:

- предварительный контроль;
- пооперационный контроль;
- визуальный контроль;
- контроль неразрушающими физическими методами;
- механические испытания образцов сварных соединений;
- регистрацию параметров процесса сварки.

Предварительный контроль включает:

- проверку наличия сопроводительных документов на устанавливаемые трубы, детали и арматуру (сертификатов, паспортов), контроль соответствия труб, деталей и арматуры требованиям технических условий и чертежей (при входном контроле), проверку соответствия устанавливаемых труб, деталей и арматуры проекту;
- проверку качества сварочных материалов (при входном контроле), соблюдения режимов проковки и хранения; соответствия марок сварочных материалов, указанным в операционных технологических картах на выполняемые работы;
- проверку состояния сварочного и вспомогательного оборудования,

оснастки, инструмента, контрольно-измерительных приборов и мерительного инструмента; возможности обеспечения точности сборки, заданных режимов сварки, подогрева и остывания стыков; наличия и состояния средств индивидуальной защиты;

- проверку соответствия квалификации работников выполняемым работам, прохождения ими необходимых инструктажей, наличия у них соответствующих удостоверений и др. документов;

- проверку наличия лицензии на выполняемые работы, проекта производства работ, акта аттестации технологии сварки, актов сварки допускных стыков, наличия операционных технологических карт на выполняемые работы, наличия наряда-допуска на проведение огневых работ;

- соответствия фактического состояния трубопровода и условий выполнения работ требованиям безопасности, ППР и нормативно технической документации на выполняемые работы.

Пооперационный контроль.

При проведении пооперационного контроля необходимо контролировать:

- качество подготовки поверхностей труб, деталей и арматуры;
- качество зачистки свариваемых кромок и поверхностей труб, деталей и арматуры;
- отсутствие расслоений в обрезанных кромках труб;
- величину смещения стыкуемых кромок;
- величину зазоров в собранных под сварку узлах;
- размеры, количество и качество прихваток;
- температуру предварительного подогрева;
- температуру слоев шва в процессе выполнения сварного шва;
- режимы сварки, последовательность выполнения сварных швов, слоев сварного шва, валиков при выполнении сварного шва;
- качество укрытия места проведения сварочных работ от осадков и ветра;

- качество укрытия выполненных сварных швов теплоизоляционными материалами для обеспечения медленного охлаждения;
- качество и своевременность сопутствующих операций (подогрев, послойная зачистка);
- наличие наружных дефектов в процессе выполнения сварного шва;
- контроль качества выполненных работ.

Пооперационный контроль производитель работ выполняет непосредственно и непрерывно в процессе проведения операций по сборке и сварке нефтепроводов. При пооперационном контроле проверяют соответствие выполняемых работ проекту, требованиям настоящего свода Правил, государственных стандартов, технологических инструкций и карт.

Все кольцевые сварные соединения системы нефтепроводов, выполненные дуговыми методами сварки, подлежат 100 % неразрушающему радиографическому контролю и, по требованию Заказчика, дублирующему ультразвуковому контролю в объеме не более 25 %.

Сварные соединения после ремонта подвергаются неразрушающему контролю в следующих объемах:

- радиографический метод 100 %;
- дублирующий ультразвуковой контроль отремонтированной зоны сварного шва на длине, превышающей отремонтированный участок на 100 мм в каждую сторону - 100 %.

Контроль качества сварных соединений неразрушающими методами в соответствии с приказом Госстандарта РФ № 282 от 16.09.96 могут осуществлять производственные испытательные лаборатории, прошедшие аккредитацию на техническую компетентность (наличие обученного персонала, современного оборудования и нормативной документации), а также имеющие лицензию Госгортехнадзора России на проведение работ по неразрушающему контролю.

В технологической инструкции по контролю, предъявляемой для аттестации, помимо правил и методических указаний по выполнению контроля должны быть указаны следующие основные параметры:

Для радиографического контроля:

- источник излучения (тип оборудования, размер фокального пятна, номинальное напряжение);
- усиливающие экраны (тип, в случае свинцовых экранов - их толщина);
- пленка (тип и/или марка, количество отрезков пленки; схема последовательности просмотра пленок);
- схема просвечивания (просвечивание через одну или через две стенки; указатель положения пленки относительно сварного шва; расстояние между маркировочными знаками, число экспозиций);
- параметры просвечивания (ток, мощность дозы излучения для гаммаграфии, время экспозиции);
- условия обработки снимков (в автомате или вручную, время проявления и закрепления, температура проявителя, режимы сушки);
- эталоны чувствительности (тип, маркировочный номер, диаметр выявляемого отверстия. Материал прокладки и ее толщина);
- плотность снимка;
- нахлест пленок;
- привязка ко шву (начало и конец шва и др.);
- сроки хранения пленок;
- первоначальная мощность источника.

Каждая пленка (радиограмма) должна содержать следующую информацию:

- название нефтепровода, номер участка;
- номер шва;
- тип снимка (ремонтный шов, замененный шов, пересвет стыка и т.д.);

- положение пленки на стыке по часовому циферблату;
- дату проведения контроля.

Для ультразвукового контроля:

- сведения об объекте контроля (геометрические параметры труб; вид сварки; вид разделки кромок);
- требования к организации рабочего места оператора дефектоскописта, допустимый диапазон температур проведения УЗК;
- требования к уровню квалификации оператора - дефектоскописта в соответствии с «Правилами аттестации специалистов неразрушающего контроля», утвержденных Госгортехнадзором РФ 18 августа 1992 г.;
- вид или основные требования к применяемому оборудованию (ультразвуковым, дефектоскопам, ультразвуковым преобразователям, стандартным образцам (СО), стандартным образцам предприятия (СОП), контактирующим жидкостям);
- вид СОП для настройки чувствительности контроля, вид эталонных отражателей и их основные размеры;
- правила настройки чувствительности на СОП. Уровни чувствительности при контроле: браковочная, поисковая, контрольная;
- способ контроля сварного соединения: шаг сканирования, способ прозвучивания, ширина зоны сканирования (или способ ее расчета);
- измеряемые параметры (амплитуда - эквивалентная площадь, условная протяженность, наибольшая глубина залегания);
- критерии оценки качества соединений;
- способ регистрации результатов контроля;
- особые условия (предварительная толщинометрия и контроль расслоений в околошовной зоне, УЗК после ремонта сварного соединения размер зоны сканирования и т.п.);
- другие необходимые для выполнения контроля параметры.

Радиографический контроль можно выполнять при использовании рентгеновских аппаратов или источников радиоактивного излучения, обеспечивающих требования ГОСТ 7512-82.

Средства измерения размеров дефектов при расшифровке снимков, денситометры и набор мер для измерения оптической плотности снимков, негатоскопы с регулируемой яркостью должны быть метрологически аттестованы.

Ультразвуковой контроль сварных соединений трубопроводов, выполненный дуговыми способами сварки, должен соответствовать требованиям ГОСТ 14782-86. Средства контроля должны быть метрологически аттестованы на спецобразцах по методикам, утвержденным Госстандартом.

Дефекты сварных соединений дуговой сварки по результатам ультразвукового контроля относят к одному из следующих видов:

- непротяженные;
- протяженные;
- цепочки и скопления.

При описании результатов контроля следует каждый дефект (или группу дефектов) указывать отдельно и обозначать в приведенной ниже последовательности:

- буквой, определяющей вид дефекта по протяженности;
- цифрой, определяющей наибольшую глубину залегания дефекта, мм;
- цифрой, определяющей условную протяженность дефекта, мм;
- буквой, определяющей качественно признак оценки допустимости дефекта по амплитуде эхо-сигнала.

При получении неудовлетворительных результатов неразрушающего контроля кольцевого сварного соединения при сооружении трубопровода данное кольцевое сварное соединение подлежит вырезке или ремонту.

Результаты неразрушающих испытаний распространяются только на то кольцевое сварное соединение, которое фактически подвергалось контролю.

Сварные соединения считаются годными, если зарегистрированные фактические параметры процесса полностью соответствуют заданным значениям с учетом установленных технологической инструкцией допустимых отклонений.

При несоответствии данных регистрации указанным требованиям кольцевые сварные соединения подлежат вырезке.

В качестве рентгеновского аппарата для контроля стыков компенсатора используется аппарат АРИНА – 7 (смотри рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 Аппарата для рентгеновского контроля АРИНА-7

Технические характеристики аппарата АРИНА-7 показаны в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Технические характеристики аппарата АРИНА-7:

Параметр	Значение
Рабочее напряжение на рентгеновской трубке, кВ	220
Максимальная толщина просвечиваемой стали, мм	80
Диаметр фокусного пятна, мм	2
Питание	220 В; 24 В; 50 Гц
Диапазон экспозиций, сек	(7...300)
Доза излучения за импульс на расстоянии 0,5 м, мР	1500
Частота следования рентгеновских импульсов, Гц	20
Потребляемая мощность, Вт	250
Вес излучателя, кг	8,5
Вес пульта управления, кг	6,0
Габариты излучателя, мм	580x150x200
Габариты пульта управления, мм	380x270x100

При эксплуатации рентгеновских аппаратов следует руководствоваться «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ – 99), «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-99), «Санитарными правилами и нормативами», а также инструкциями по эксплуатации аппаратов.

3.2.8 Разработка технической документации

В целях наиболее удачного расположения всех записей и расчетных данных разработку технических процессов выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими картами и инструментальными картами. Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработанного технологического процесса. Содержание ее зависит от степени детализации разработки технологического процесса, требуемой для разных типов проектного производства.

Для изделий крупносерийного производства составляют подробные технологические карты для каждого рабочего места или по каждой операции. Помещаемые в технологических картах данные о принятых режимах сварки должны включать все необходимые параметры, обеспечивающие для каждого выбранного способа сварки требуемое высокое качество и эксплуатационную надежность заданных сварных соединений с указанием на использование при их выполнении надлежащих марок, размеров и количеств присадочных материалов, защитных газов, а также типов применяемых машин, аппаратуры и оснастки.

В практике проектирования обычно разделяют детальную разработку технологического процесса на две части, существенно различающиеся между собой. Первую часть, представляющую собой собственно технологическое проектирование производственного процесса, называют планированием технологического процесса. Эта часть включает составление последовательного перечня операций технологического процесса и определения по каждой

операции режима ее выполнения, необходимых типов оборудования, оснастки, числа и квалификации рабочих. Вторая, заключительная часть детальной разработки технологии производства, называется нормированием технологического процесса, содержит необходимые подсчеты по определению трудоемкости и продолжительности каждой операции, а также затрачиваемых на их выполнение количеств материалов и производственной энергии [9].

Технологический процесс сварки труб.

1. Очистка полости труб и элементов. Внутреннюю полость труб и элементов очистить от попавшего внутрь грунта и грязи.

2. Подготовка кромок труб и элементов.

Кромки подготовленных под сварку элементов следует зачищать на ширину не менее 10 мм до чистого металла.

Кромки не должны иметь следов ржавчины, окалины, масла и прочих загрязнений. Кромки проверяют визуальным осмотром для выявления пороков металла. Не допускаются расслоения, закаты, трещины.

Царапины, риски, задиры на теле трубы глубиной свыше 0,2 мм, но не более 0,75 мм устранить шлифованием.

3. Просушка.

Просушить стык путем подогрева до 20-50°C.

Замерять температуру подогрева на расстоянии 10-15 мм от места сварки, место замера предварительно зачистить металлической щеткой.

4. Сборка и сварка труб и элементов.

Сборку осуществлять с помощью наружного центратора.

Смещение кромок элементов должно быть равномерное по всему стыку, но не более 3 мм.

Сварку производить не менее чем за два прохода.

Прихватки равномерно распределить по всему стыку.

Зачистить прихватки, начальный и конечный участки, шлифовальным кругом.

В процессе сварки прихватки полностью переплавлять.

Выполнить сварку корневого слоя шва электродами с основным видом покрытия.

Зачистить корневой слой шва от шлака и брызг.

Выполнить сварку заполняющих и облицовочного слоев шва с последующей послойной зачисткой от шлака и брызг.

Для неповоротных стыков подварку осуществляют на нижней четверти периметра и на участках стыка с непроваром.

Для поворотных стыков подварку выполняют по всему периметру

5. Контроль качества.

Систематический пооперационный контроль
качества–исполнителем.

Операционный контроль качества–руководителями работ.

Контроль качества -100%.

3.3 Конструкторская часть

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного производства.

Сборочные операции при изготовлении конструкций имеют целью обеспечения правильного расположения деталей собираемого изделия.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки.

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям являются:

- свободный доступ к деталям;
- обеспечение рациональной последовательной сборки;
- обеспечение минимального числа кантователей изделия;
- безопасность в работе;

- прочность и жесткость приспособления.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Оснастка для выполнения производственного процесса является одним из основных элементов проектируемого производства.

Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов сборочно-сварочных приспособлений должны служить их следующие признаки: техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой в разрабатываемом цехе технологий операций, подлежащих выполнению на данном оборудовании или посредством данной оснастки; наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания; наибольший КПД и наименьшее потребление энергии при эксплуатации; наименьшие габаритные размеры оборудования, обуславливающие минимальную необходимую площадь для размещения ее в цехе (участке), наименьшая возможная масса.

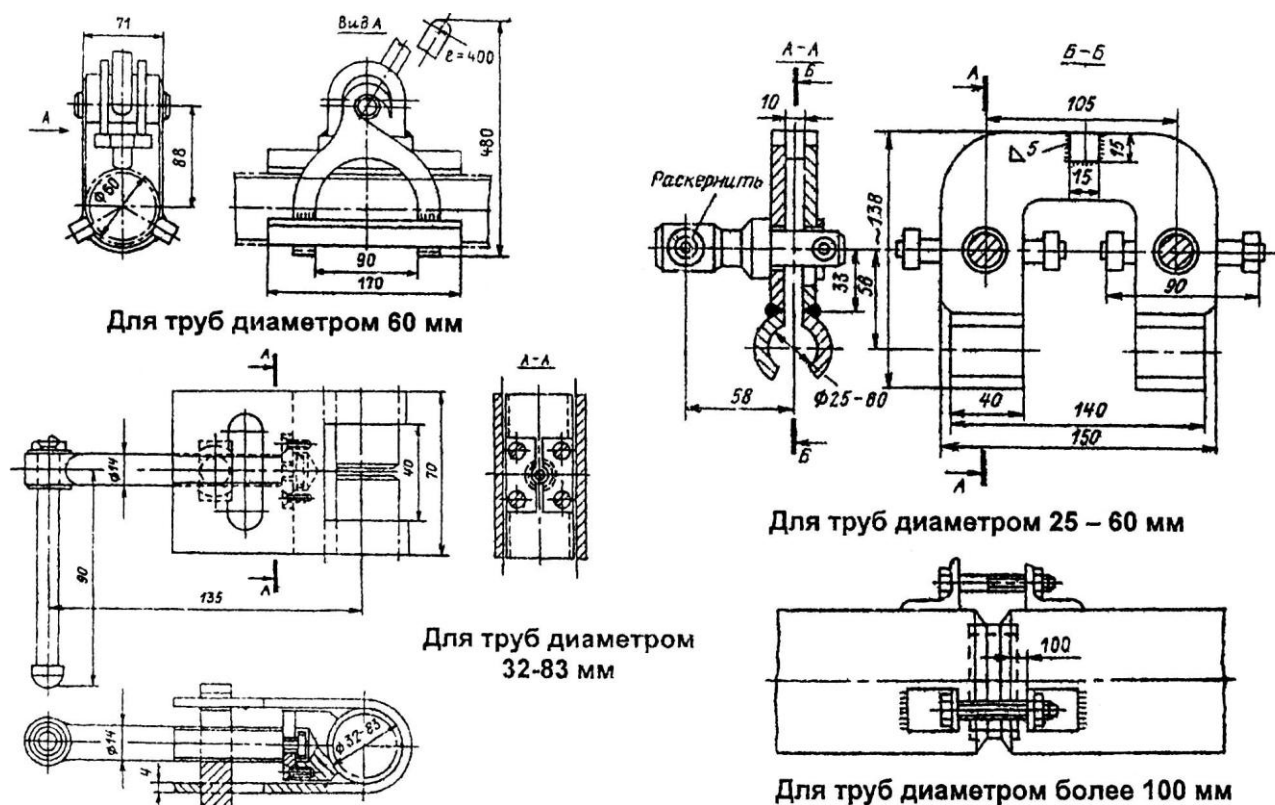


Рисунок 3.4 Приспособления для сборки труб

Всё вышеперечисленное обычно характеризует относительно прямопропорциональную ей стоимость оборудования, наименьшая сумма первоначальных затрат на изготовление и монтаж приспособлений, обеспечивающий минимальный срок их окупаемости.

На участке сборки, сварки и контроля качества трубопроводов используются простые винтовые приспособления для жесткого закрепления и удобного поворота детали. Применяются шаблоны для определения симметрии и соосности (рисунок 3.4). На стенде для сварки «плети» установлены стойки с роликами, на которые помещаются 2 трубы, и производится механизированная сварка в углекислом газе. Поворот «плети» для сварки кольцевых швов осуществляется: малогабаритные трубы – в ручную, крупногабаритные – специальным механизмом.

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется звеньевой центратор ЦЗН 273.

3.4 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом

Основными мерами по совершенствованию организации труда являются: подготовка и повышение квалификации кадров; разработка рациональных форм разделения труда; рациональная организация трудового процесса; обеспечение благоприятных условий труда; совершенствование нормирования труда.

Различают три основные формы разделения труда: функциональную, технологическую и квалификационную.

Функциональное разделение труда предлагает подразделять всех работников предприятия на отдельные группы в зависимости от выполняемых ими функций на производстве. Задача функционального разделения труда состоит в том, чтобы выбрать такой вариант распределения работ между исполнителями, который обеспечивал бы высокую производительность труда,

хорошее качество изделий; рациональное использование оборудования и производственных площадей.

В сварочном производстве необходимо освобождать сварщиков от выполнения вспомогательных и обслуживающих операций. Обслуживание рабочего места сварщика должно быть построено таким образом, чтобы он своевременно получал производственное задание и необходимую техническую документацию. Сварочные материалы, инструмент и приспособления должны доставляться на рабочее место сварщика вспомогательными рабочими. Сварка изделий под сварку, как правило, производится слесарями-сборщиками. Зачистку кромок перед сваркой, а также зачистку швов от шлака и брызг металла поручают, как правило, подсобным рабочим.

Технологическое разделение труда состоит в разбивке всего производственного процесса на технологически однородные операции.

Отсюда деление рабочих по профессии. Каждой профессии соответствует четко очерченный круг работ. Так, например, профессия сварщика подразделяется на специализации электросварщика ручной дуговой сварки, газосварщика, электросварщика на полуавтоматических машинах, электросварщика на автоматических машинах, сварщика на машинах контактной сварки и др.

Квалификационное разделение труда состоит в том, что в зависимости от сложности выполненной работы, все работы и профессии рабочих, отдельных специальностей, разделяются по квалификационным разделам.

Такое разделение труда производится с учетом производственных навыков рабочих, опыта в работе, овладения теоретическими знаниями и общего уровня образования, необходимого для выполнения определенного круга работ.

Разделение работ по квалификации рабочих позволяет освободить рабочего высокой квалификации от работ, выполнение которых требуют простого труда. Выполнение рабочим операции, требующей более высокой

квалификации, может привести к снижению производительности труда и появлению брака в работе.

С разделением труда тесно связана расстановка рабочих на производстве. При этом возможна такая расстановка, при которой работа может выполняться индивидуально и коллективно.

При индивидуальной организации труда на каждом рабочем месте работает один рабочий. Для нее характерно закрепление за рабочим местом одинаковых или близких по сложности операций.

При коллективной организации труда применяют такие формы, как бригадная работа, совмещение профессий, многостаночное обслуживание.

Внедрение научной организации труда на рабочих местах сварочных участков должно обеспечить необходимые условия для эффективной и качественной работы сварщиков с минимальными затратами сил и рабочего времени. Повышение производительности труда и качества сборки и сварки может быть достигнуто в результате осуществления технических (оснащение рабочих мест современным оборудованием и сборочно-сварочными приспособлениями) и организационных (совершенствование организации рабочих мест с учетом эргономических факторов – выбора оптимальной рабочей зоны, уменьшения нагрузок на двигательную-мышечную систему сварщика и т.д.) мероприятий. Они позволяют так же уменьшить утомляемость сварщика, сохранить высокую работоспособность в течение всей смены.

Большое значение для организации труда сварщиков имеет современная организация и технологическая оснастка, которая служит для обеспечения высокого качества работ, наиболее удачных условий работы, хранения и размещения на рабочем месте приспособлений, инструмента, свариваемых деталей и сборочных единиц, сварочных материалов, технической документации и т.п.

Организация труда на рабочем месте в большой степени зависит от его планировки. Правильно распланировать рабочее место – это значит рационально расположить оборудование, приспособления, инструмент,

свариваемые детали и сборочные единицы, сварочные материалы, наиболее экономно использовать производственную площадь. На рабочих местах должны быть обеспечены нормальные санитарно-гигиенические и эстетические условия труда работающих. Сюда входит надлежащее освещение рабочих мест, поддержание нормальной температуры воздуха, хорошая вентиляция помещения, сокращение производственного шума и вибрации, цветовое оформление стен и оборудования, чистота и порядок на рабочем месте, применение соответствующей спецодежды и т. п.

Согласно регламенту работ выполняемых при сборке, сварки и контроля магистральных трубопроводов для производственных рабочих и дефектоскопистов (контролеров) устанавливается 5 разряд.

3.5 Положение о системе аттестации сварочного производства

Положение о системе аттестации сварочного производства на объектах подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору РД 03-613-03 материалы, РД 03-614-03 оборудование, РД 03-615-03 технологии; РД 03-273-03 ЛНКиД:

1. Настоящее Положение определяет основные цели, задачи, структуру и порядок функционирования Системы аттестации сварочного производства на объектах подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее САСв Ростехнадзора).

2. САСв Ростехнадзора определяет единство и унификацию правил и требований, предъявляемых к сварочному производству, обеспечивающих необходимое качество (надежность) и установленный уровень безопасности технических устройств при их изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции с применением сварки и других родственных технологий.

3. Деятельность САСв Ростехнадзора осуществляется в соответствии с настоящим Положением, требованиями нормативных документов, руководящих и методических документов САСв, применяемых для:

- аттестации персонала сварочного производства, занятого на работах по изготовлению, реконструкции, монтажу и ремонту оборудования объектов, надзор за которыми осуществляет Ростехнадзор;
- аттестации сварочных материалов, оборудования, технологий, применяемых при изготовлении, реконструкции, монтаже и ремонте технических устройств опасных производственных объектов;
- добровольной сертификации персонала сварочного производства, сварочных технологических процессов, сварочного оборудования и сварочных материалов.
- специальной подготовки персонала сварочного производства, занятого на работах по изготовлению, реконструкции, монтажу и ремонту оборудования объектов, надзор за которыми осуществляет Ростехнадзор;
- повышения и подтверждения уровня квалификации специалистов, участвующих в деятельности САСв.

Основными целями САСв Ростехнадзора являются:

- обеспечение надежности и безопасности продукции сварочного производства путем создания системы объективно независимой оценки и подтверждения соответствия персонала сварочного производства, сварочных материалов, сварочного оборудования и технологий сварки требованиям нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Ростехнадзора;
- обеспечение выполнения требований промышленной безопасности к сварочному производству при проектировании, строительстве, эксплуатации, консервации и утилизации опасных производственных объектов, изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании и ремонте технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах;
- создание условий для развития объектно-ориентированной системы оценки и подтверждения соответствия элементов сварочного производства для законодательно регулируемой области применения сварочных и родственных процессов.
- создание методической основы для реализации реформ

технического регулирования, направленной на определение и нормативное закрепление обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки и утилизации за счет развития национальной системы стандартизации;

- развитие систем добровольной сертификации персонала сварочного производства, сварочных технологических процессов, оборудования и материалов для обеспечения минимально необходимых требований надежности и безопасности продукции сварочного производства.

Аттестацию сварщиков и специалистов сварочного производства проводится в целях установления достаточности их теоретической и практической подготовки, проверки их знаний и навыков и предоставления права сварщикам и специалистам сварочного производства выполнять работы на объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России.

Аттестацию сварочных материалов осуществляется с целью проверки соответствия фактических технологических свойств и характеристик сварочных материалов свойствам и характеристикам, указанным в сопроводительной документации, и требованиям действующих стандартов, технических условий и других нормативных документов для сварочных материалов; а также с целью определения возможности применения аттестуемых сварочных материалов для проведения работ при изготовлении, реконструкции, монтаже и ремонте технических устройств путем проверки соответствия фактических свойств и характеристик сварочных материалов, свойств наплавленного металла и металла шва требованиям действующих для технических устройств нормативных документов.

Аттестацию сварочного оборудования проводится в целях проверки его возможности обеспечивать заданные технологические характеристики для различных способов сварки, определяющие требуемое качество сварных соединений при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах.

Аттестацию технологий сварки и наплавки подразделяется на исследовательскую и производственную:

1 Исследовательская аттестация проводится при подготовке к применению новых (ранее не аттестованных) технологий сварки с целью подтверждения того, что они обеспечивают количественные характеристики сварных соединений, указанные в проектно-конструкторской документации, и требования специальных технических регламентов.

2 Производственная аттестация технологии сварки и наплавки осуществляется с целью подтверждения того, что организация, занимающаяся изготовлением, монтажом, ремонтом или реконструкцией технических устройств, оборудования и сооружений, применяемых на опасных производственных объектах, обладает техническими, организационными возможностями и квалифицированными кадрами для производства сварки (наплавки) по аттестованным технологиям, а также проверки того, что сварные соединения (наплавки), выполненные в условиях конкретного производства по аттестуемой технологии, обеспечивают соответствие требованиям к опасным производственным объектам общих и специальных технических регламентов (нормативных документов).

Специалисты, осуществляющие неразрушающий контроль (дефектоскописты), должны быть аттестованы в соответствии с Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля (ПБ 03-440-02), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 № 3, зарегистрированным Минюстом России 17.04.02 г., регистрационный № 3378.

Аттестация специалистов в области неразрушающего контроля (дефектоскопистов) проводится в целях подтверждения их компетентности и предоставления права на выполнение работ по одному или нескольким методам неразрушающего контроля.

Аттестация специалистов НК (дефектоскопистов) обязательна для организаций, которые осуществляют деятельность по неразрушающему

контролю на опасных производственных объектах и организаций, проводящих аттестацию в области неразрушающего контроля.

ПБ 03-440-02 устанавливают порядок аттестации персонала, выполняющего неразрушающий контроль (дефектоскопистов) технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, техническом диагностировании, эксплуатации, согласно перечня объектов контроля и перечня методов контроля.

Специалисты НК (дефектоскописты) в зависимости от их подготовки и производственного опыта аттестуются по трем уровням профессиональной квалификации - I, II, III. Областью аттестации каждого кандидата является сфера его деятельности по контролю конкретных объектов, определяемых в соответствии с Перечнями объектов и методов контроля. Специалисты, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02, могут выполнять неразрушающий контроль в соответствии с квалификационными уровнями, методами и объектами, которые указаны в их удостоверениях.

3.6 Пространственное расположение производственного процесса

Строительная полоса сооружения линейной части нефтепровода представляет собой линейно-протяженную строительную площадку, в пределах которой передвижными механизированными производственными подразделениями - колоннами, бригадами, звеньями - выполняется весь комплекс строительства трубопровода, в том числе [15]:

- основные - строительные, строительно-монтажные и специальные строительные работы (СМР);
- вспомогательные - погрузка, транспортировка и разгрузка труб, изоляционных, сварочных и других материалов, оборудования, машин, механизмов, конструкций, изделий, деталей и др., обеспечивающих бесперебойное производство СМР;

- обслуживающие - контроль качества и безопасности производства СМР, обеспечение выполнения природоохранных мероприятий при выполнении основных и вспомогательных строительных процессов, техническое обслуживание и ремонт машин, механизмов, социально-бытовое обслуживание строителей, охрана материальных ценностей и т.п.

Подготовительные работы подразделяются на внедрассовые и внутривдрассовые, относимые соответственно к мобилизационному и подготовительно-технологическому этапам подготовки строительного производства.

Во всех природно-климатических условиях строительства линейной части магистральных нефтепроводов при подготовке строительной полосы следует соблюдать четыре основных принципа [16]:

- первый - нанесение минимального ущерба окружающей природной среде (экологический принцип);

- второй - подготовка полос работы сварочно-монтажных бригад и изоляционно-укладочных колонн должна обеспечивать технически, технологически и организационно условия для разгрузки труб или трубных секций, их сварки в плети (сплошную нитку) различными методами, для выполнения изоляционно-укладочных работ (совмещенным или раздельным способом при трассовой изоляции и раздельным - при трубах с заводской или базовой изоляцией), а также для закрепления нефтепровода на проектных отметках путем его балластировки (железобетонными пригрузами, грунтом, грунтом с использованием нетканых синтетических материалов - НСМ и др.) или закрепления анкерными устройствами. Кроме того, указанные полосы должны обеспечивать аналогичные условия для выполнения работ по заварке захлестов и врезке линейной арматуры, устройству системы электрохимической защиты (ЭХЗ) нефтепровода, очистки полости трубопровода, а в дальнейшем обеспечивать эксплуатационное обслуживание линейной части магистрального нефтепровода;

- третий - планировка полосы разработки траншеи (с учетом

диаметра и толщины стенки труб она должна соответствовать радиусу упругого изгиба нефтепровода в вертикальной плоскости за исключением участков врезки кривых вертикальных вставок, предусмотренных проектом) при геодезическом контроле на всем протяжении трассы;

- четвертый - полоса движения транспортных средств (вдольтрассовый проезд) должна быть спланирована с учетом возможности беспрепятственной транспортировки основных грузов - одиночных труб, длинномерных секций труб (до 36 м).

В свете этих основных принципов подготовка строительной полосы сооружения магистрального нефтепровода существенно усложняется в условиях болот и заболоченной местности (устройство дорог для прохода тяжелой строительной техники, закрепление нефтепровода на проектных отметках и др.), но еще более - в условиях вечномерзлых грунтов. Это связано с сохранением растительного покрова на участках грунтов, неустойчивых при оттаивании, опасностью образования по трассе нефтепроводов, проложенных в едином «коридоре», термокарстов, тундровых озер значительных размеров, что может практически исключить возможность нормального эксплуатационного обслуживания нефтепроводов.

3.5.1 Сварочно-монтажные работы

Выполнению работ по сварочно-монтажным работам на трассе предшествует комплекс организационно-технических мероприятий и подготовительных работ [17]:

- проверка наличия утвержденных операционных технологических карт;
- назначение лиц, ответственных за качественное и безопасное производство сварочно-монтажных работ;
- инструктаж членов бригады по охране и безопасности труда с записью в соответствующих журналах;

- проведение аттестации сварщиков и аттестации применяемой технологии сварки;
- устройство вдольтрассового проезда и расчистка полосы отвода от снега (в зимнее время);
- подготовка монтажной полосы для сборки и сварки секций труб;
- вывозка труб и раскладка их вдоль трассы на инвентарные раскладочные опоры (мешки с песком или снежные призмы);
- размещение в зоне производства работ необходимых машин, механизмов, оборудования и инвентаря.

Перед сборкой труб в секции (нитку) необходимо убедиться в том, что используемые трубы и соединительные детали трубопроводов имеют сертификаты качества и соответствуют Техническим условиям на их поставку и, кроме того, должны пройти входной контроль.

Все сварочные материалы должны быть аттестованы для применения, отвечать требованиям к качеству их изготовления, сварочно-технологическим характеристикам и обеспечивать требуемый уровень прочностных и вязкопластических свойств сварных соединений.

Сварочные материалы следует хранить в соответствии с требованиями изготовителей и ТУ.

При выполнении сварочных работ следует своевременно оформлять исполнительную производственную документацию и акты промежуточной приемки в соответствии с ВСН 012-88, Часть II.

4.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет организация в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшим кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи определенного участка трубопровода заказчику, и окончательного расчета заказчика с организацией.

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления компенсатора допускает различные варианты решения.

Сварочная техника позволяет изготавливать одни и те же конструкции различными способами. После выбора способов сварки по качественным критериям часто возникает ситуация, при которой несколько вариантов удовлетворяет факторам выбора. Для окончательного принятия решения и выбора единственного варианта технологии в этом случае требуется сравнительная экономическая оценка. Наиболее оптимальной и эффективной будет технология с минимальными затратами и, как правило, с максимальной производительностью.

Показатель приведенных затрат является обобщенным показателем. В нем находят отражения большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса. Определения приведенных затрат Z_n , руб/изд. производят по формуле [18]:

$$Z_n = C + E_n \cdot K, \quad (4.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

E_n - норма эффективности дополнительных капиталовложений, руб/изд.;

K - капиталовложения, руб/изд.

По базовому технологическому процессу изготовления компенсатора производится применяется ручная дуговая сварка покрытыми электродами. В качестве сварочного оборудования применяется выпрямитель ВДУ 306МТУЗ.

В предлагаемом технологическом процессе изготовления компенсатора в качестве способа сварки предложена механизированная сварка сплошной проволокой Св-08Г2С-О. Для механизированной сварки выбран инверторный сварочный полуавтомат БАРС PROFI MIG-257DT.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого технологических процессов изготовления компенсатора. Из-за наличия большого сортамента труб, расчеты будем проводить для трубы диаметром 273 мм, толщиной стенки 14 мм. Длина сварного шва одного стыка 858 мм. Расчетный производственный цикл сварки и контроля включает 1 этап (единица изделия): изготовление одного компенсатора и установка его в трубопровод.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капиталовложение в оборудование K_o определяем по формуле [18]:

$$K_o = \frac{\sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot T_{ш}}{F_d}, \quad (4.2)$$

где C_{oi} - оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом

транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i - количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

F_d - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,
 $F_d = 3752$ ч.;

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

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

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [19] [20]

Наименование оборудования	Цо, руб
Базовый технологический процесс	
ВДУ 306MTY3 2 шт.	33940,5
Предлагаемый технологический процесс	
БАРС PROFI MIG-257DT 2 шт.	57600

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ко, руб/ед.
Базовый технологический процесс	
ВДУ 306MTY3 2 шт.	197
Предлагаемый технологический процесс	
БАРС PROFI MIG-257DT 2 шт.	173

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [18]:

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

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

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

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

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты расчетов приспособления

Наименование оборудования	К _{прj} , руб	П _j , шт.	К _{пр} , руб/ед
Базовый технологический процесс			
Звеньевой центратор ЦЗН 273	6100	2	33
Предлагаемый технологический процесс			
Звеньевой центратор ЦЗН 273	6200	2	18

4.2.2 Определение затрат на основные материалы

Затраты на основной материал C_M руб/изд определяем по формуле [18]:

$$C_M = m_M \cdot C_M \cdot K_{ТЗ}, \quad (4.4)$$

где m_M - расход материала на одно изделие («плеть»), $m_M = 415 \cdot 1,3 = 539,5$ кг;

C_M - средняя оптовая цена материала 09Г2С, руб/кг, $C_M = 59$ руб/кг;

$K_{ТЗ}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $K_{ТЗ} = 1,04$.

Подставляя значения в формулу получим:

$$C_M = 539,5 \cdot 59 \cdot 1,04 = 33103,72 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электроды и электродную проволоку C_{Π} определяем по формуле [18]:

$$C_{\Pi} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot C_{\Pi. c.}, \text{ руб/изд,} \quad (4.5)$$

где G_d - масса наплавленного металла электродов LB52U Ø 4,0 мм, кг по базовому техпроцессу: $G_d = 4,968$ кг;

G_d - масса наплавленного металла электродной проволоки Св-08Г2С-О Ø1,0мм по предлагаемому техпроцессу, кг: для проволоки $G_d = 4,968$ кг;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [18], $k_{p-\Pi.c.} = 1,02$ (1,6);

$C_{\Pi. c}$ - стоимость сварочной проволоки на 01.01.2017, руб/кг;

$C_{\Pi. c1}$ электродов LB52U, руб/кг; $C_{\Pi. c1} = 102$;

$C_{\Pi. c2}$ - сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг; $C_{\Pi. c2} = 83$;

Для базового процесса:

$$C_{\Pi} = 4,968 \cdot 1,6 \cdot 102 = 810,78 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого процесса:

$$C_{\Pi} = 4,968 \cdot 1,02 \cdot 83 = 420,59 \text{ руб/изд.}$$

4.2.3 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную защитный газ определяем по формуле [18]:

$$C_{з. г.} = g_{з. г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.,} \quad (4.6)$$

где $g_{з. г.}$ - расход защитного газа (CO_2), $m^3/ч$;

$k_{т.п.}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [18];

$\Pi_{г.з.}$ - стоимость защитного газа (CO_2), m^3 , $\Pi_{г.з.} = 63,2 \text{ руб./ } m^3$;

T_o - основное время сварки в защитном газе, ч., $T_o = 0$ ч. - для базового варианта, $T_o = 2,82$ ч. - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з. г.} = 0,48 m^3/ч$.

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з. г.} = 0,48 \cdot 1,15 \cdot 63,2 \cdot 1,82 = 98,37 \text{ руб/изд.}$$

4.2.4 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработанную плату основных рабочих $C_{зп}$ руб/изд определяем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)/100], \quad (4.7)$$

где ТС- тарифная ставка на 01.01.2017, руб., ТС– 119 руб.;

K_d -коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

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

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

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

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

$$C_{з.п.сд} = (119 \cdot 5,66) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 2005,36 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (119 \cdot 3,04) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 1078,4 \text{ руб./изд.}$$

4.2.5 Определение затрат на силовую электроэнергию

С учетом полевых условий работы, в данный расчет следует включить:

- расход дизельного топлива потребляемого генератором:

$$C_{\text{топ}} = t_{\text{дг}} \cdot M_{\text{топ}} \cdot \Pi_{\text{топ}}, \text{ руб.} \quad (4.7)$$

где $t_{\text{дг}}$ – продолжительность работы дизельного генератора во время выполнения стыка, при нагрузке 70%, для базового варианта $t_{\text{дг}} = 5,44$ ч, для предлагаемого $t_{\text{дг}} = 2,82$ ч;

$M_{\text{топ}} = 34$ л/час – расход топлива за час работы при нагрузке 70%;

$\Pi_{\text{топ}} = 36$ руб/л - цена дизельного топлива;

- расход масла:

$$C_{\text{мас}} = t_{\text{дг}} \cdot M_{\text{мас}} \cdot \Pi_{\text{мас}}, \text{ руб.} \quad (4.8)$$

где $M_{\text{мас}} = 0,07$ л – расход масла за час работы при нагрузке 70%;

$\Pi_{\text{мас}} = 70$ руб/л - цена масла.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = 6679,48 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = 3465,09 \text{ руб.}$$

4.2.6 Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования C_a , руб/изд. определяем по формуле [18]:

$$C_a = \Pi_0 \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i, \quad (4.9)$$

где a_i -норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [18].

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	C_a , руб/ед
Базовый технологический процесс	
ВДУ 306МТУЗ	1422,24
Предлагаемый технологический процесс	
БАРС PROFI MIG-257DT	2485,03

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_p = C + \dot{\epsilon}_n \cdot K, \quad (4.10)$$

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

$\dot{\epsilon}_n$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\dot{\epsilon}_n=0,15$ руб./ед. [18];

K - удельные капитальные вложения, руб./ ед.

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = C_m + C_{в.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_a + C_u, \quad (4.11)$$

где C_m - затраты на основной материал, руб;

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

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

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

C_a - затраты на амортизацию, руб.;

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_o + K_{пр}. \quad (4.12)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 197 + 33 = 230 \text{ руб/изд.},$$

$$C = 33103,72 + 810,78 + 2005,36 + 6679,48 + 1422,24 = 44021,58 \text{ руб/изд.},$$

$$З_{п}^1 = 44021,58 + 0,15 \cdot 230 = 44056,05 \text{ руб/изд.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 173 + 18 = 191 \text{ руб/изд.},$$

$$C = 33103,72 + 420,59 + 98,37 + 1078,4 + 3465,09 + 2485,03 = 40651,19 \text{ руб/изд.},$$

$$З_{п}^2 = 40651,19 + 0,15 \cdot 191 = 40679,88 \text{ руб/изд.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\Theta = З_{п}^1 - З_{п}^2, \quad (4.13)$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Theta = 44056,05 - 40679,88 = 3376,16 \text{ руб/изд.}$$

На основе приведенных технико-экономических расчетов можно сделать вывод, что применение на проектируемом участке механизированной сварки в среде защитных газов выгоднее, чем применение ручной дуговой сварки.

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

1. Количество единиц оборудования, шт	2
2. Средний коэффициент загрузки оборудования, %	93
3. Общее количество работающих, чел	3
производственных рабочих	1
вспомогательных рабочих	1
ИТР	1
контролеры качества продукции	1
6. Средний тарифный разряд производственных рабочих	5
7. Расход сварочных материалов на изделие, кг	5,067
8. Экономическая эффективность от внедрения нового технологического процесса, руб/изд.	3376,16

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе производится сварка и контроль качества сварных швов компенсатора. По базовому технологическому процессу изготовления компенсатора производится ручная дуговая сварка покрытыми электродами. В качестве сварочного оборудования используется выпрямитель ВДУ 306МТУЗ. В качестве контролирующего метода используется метод неразрушающего радиографического контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа.

По предлагаемому технологическому процессу производится механизированная сварка в защитном газе. В качестве сварочного оборудования используется сварочный инверторный полуавтомат BAPC PROFi MIG-257DT.

В качестве контролирующего метода используется метод неразрушающего радиографического контроля с помощью рентгеновского аппарата АРИНА-7 постоянного потенциала.

5.2. Законодательные и нормативные документы

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

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

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

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

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

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О

государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

- 1 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
- 2 ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
- 3 ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
- 4 ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Нормы освещения строительных площадок. М.: Изд. стандартов, 2001.
- 5 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
- 6 Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.
- 7 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
- 8 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- 9 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
- 10 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.
- 11 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Производственные условия характеризуются, как правило, наличием опасных и вредных факторов. Произведем анализ факторов применимо к данному проекту.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При сварке в защитном газе вне помещения, т.е. в нестационарных условиях и последующем рентгенографическом контроле могут быть выявлены следующие опасные и вредные факторы [21]:

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

При изготовлении трубопроводов с применением ручной дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м^3) с содержанием марганца до 13,7% (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до 0,5-0,6%, CO – до 160 мг/м^3 , окислов азота до 8 мг/м^3 , озона - до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 0,1 мг/м^3) [21, 22]. Содержание аэрозолей и пыли в воздухе рабочей зоны не превышает предельно-допустимой концентрации, так как работы производятся на открытом воздухе и не требуют применения вентиляции. Озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолиза воздуха вне помещения опасности, не представляют, так как рассеиваются в большом объеме окружающего воздуха.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли

взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [23].

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтомат ПДГ-350K0;
- выпрямитель ВС-350;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80, молоток рубильный МР – 22.

Шумом принято называть любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, и представляет собой беспорядочное сочетание звуков

различной интенсивности и частоты. Характеристикой шума является уровень звукового давления. Источниками шума на участке служит источник тока и треск при проведении сварочных работ [24].

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены 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». Допустимый уровень звукового давления (дБ) и уровень звука (дБА) должны быть следующими: уровень звукового давления 99-85 дБ при среднегеометрической частоте октавных полос 63-8000 Гц, уровень звука – 85 дБА [25]. На проектируемом участке уровень шума ниже предельно-допустимого и защиты от шума не требуется.

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250 ккал/ч) [26].

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

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Освещение, обеспечивающее нормальные зрительные условия работы, является важным фактором в организации производственного процесса.

Требуемый уровень освещения определяется степенью точности сборочных работ.

При сварке компенсатора применимо только световое время суток. В разные времена года оно различно. Так в летний период времени рабочий день составляет 12 часов, а в зимний – не более 8 часов, поэтому практический расчет освещения производится не будет.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение от нагретого металла, сварочной ванны и сварочной дуги, так называемое лучистое тепло, может быть опасным для работающего. Нагретые твердые тела становятся источниками теплоты и путем конвекции нагревают воздух вокруг себя. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения, в организме человека происходят биохимические сдвиги и нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем.

Импульсные рентгенографические аппараты серии АРИНА-7 могут представлять опасность как источники рентгеновского излучения. При проведении рентгенографического контроля персонал может подвергаться воздействию прямого и рассеянного излучения.

2. Защита от сварочных и рентгеновских излучений.

В качестве методов защиты от ультрафиолетового и инфракрасного излучения рекомендуется применять спецодежду и спецобувь. Спецодежда представляет собой костюм (куртка и брюки) и рукавицы из негорючих материалов, обеспечивающих надежную теплоизоляцию. Спецобувь также изготавливается из негорючих материалов, обычно из толстой кожи. Для защиты лица и глаз от излучения сварочной дуги используют маски со светофильтрами. Маска представляет собой щиток из негорючего и непрозрачного материала, который крепится либо на голове сварщика с помощью специального приспособления, либо удерживается у лица вручную.

Для защиты глаз в прорези маски вставлен светофильтр, который выбирают в зависимости от силы сварочного тока [27].

Другим опасным фактором является ионизирующее излучение. При эксплуатации рентгеновских аппаратов следует руководствоваться «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ – 99), «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-99), «Санитарными правилами и нормативами» (СанПиН 2.6.1.1015 –01), а также инструкциями по эксплуатации аппаратов.

В соответствии с НРБ-99 установлены следующие категории облучаемых лиц:

- персонал, то есть работающие с источниками радиоактивного облучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);
- население.

Для этих категорий установлены следующие дозовые пределы, превышение которых рассматривается как повышенное или аварийное облучение (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Пределы облучения

Категория	Дозовый предел эффективной дозы, м ³ в/год	Проектная мощность дозы, мР/смену
Группа А	20, но не более 50	8
Группа Б	5, но не более 12,5	2
население	1, но не более 5	0,03 мР/ч

Снижение уровня дозовой нагрузки до указанных предельных значений осуществляют следующим образом:

- применение барьерной защиты из поглощающих материалов⁴
- защита расстоянием, т.е. удалением от аппарата на безопасное расстояние;
- защита временем, т.е. ограничением времени работы аппарата.

Практически возможна комбинированная защита всеми тремя способами или их попарными сочетаниями. Применяемые методы защиты определяются условиями, в которых проводится рентгенографический контроль.

При просвечивании в полевых условиях защита осуществляется расстоянием, а при необходимости и ограничением времени наработки в смену. При этом персонал должен находиться в наиболее безопасной зоне вне прямого пучка. Для импульсных рентгеновских аппаратов такой зоной является конус с углом при вершине 150^0 , ось которого совпадает с продольной осью аппарата, направление противоположно пучку излучения, а вершина находится в фокусе рентгеновской трубки. Безопасное расстояние в этой зоне составляет 20 м для персонала группы А и 100 м для персонала группы Б. Мощность экспозиционной дозы при этом для первых не превышает 1,5 мкР/с, а для вторых – 0,15 мкР/с. В этом случае время работы ограничено только тепловыми режимами аппарата и составляет 50% общего рабочего времени. Если необходимое для контроля время еще меньше, то и безопасная зона может быть уменьшена. При необходимости нахождения оператора на меньшем расстоянии, чем указано выше и 50% сменной наработке, следует использовать дополнительные ширмы и экраны. Граница радиационно-опасной зоны должна обозначаться знаками радиационной безопасности и предупреждающими плакатами с расстоянием видимости не менее 3 м.

Рабочий пучок излучения следует ограничивать тубусами, коллиматорами и т.д. За изделием рекомендуется ставить свинцовый экран.

Во время работы аппаратуры оператор не должен оставлять без присмотра пульт управления.

До начала работ должны быть разработаны, согласованы и утверждены инструкции по радиационной безопасности, определены перечни лиц, которые будут работать в сфере действия рентгеновского излучения, обеспечены их обучение и инструктаж, назначены приказами лица, отвечающие за радиационную безопасность, контроль, учет и хранение аппаратов. Должна

проводиться периодическая проверка знаний по технике безопасности, а также контроль за соблюдением правил и норм радиационной безопасности и за дозами облучения персонала.

3. Электрический ток.

Для защиты от поражения электрическим током в полевых условиях применяют защитное заземление. Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрического и технологического оборудования, которое может оказаться под напряжением. Защитное заземление обеспечивает снижение напряжения между оборудованием и землей до безопасной величины.

В полевых условиях для заземления применяют естественные заземлители: металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие соединение с землей, обсадные трубы, металлические шпунты гидротехнических сооружений и т.д. Естественные заземлители необходимо связывать с заземляющей сетью не менее, чем двумя проводниками, присоединенных к заземлителям в разных местах.

Сопротивление заземляющего устройства для установок мощностью до 100 кВт должна быть R_z менее 10 Ом.

Применяем для заземления вертикально забитые трубы длиной 2 м и диаметром 50 мм.

Сопротивление одиночного заземления вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [28]:

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

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

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

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

$$R_{TP} = \frac{1 \cdot 10^5}{2 \cdot 3,14 \cdot 200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 200}{5} = 13 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

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

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

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

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

Принимаем $n = 4$ шт.

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

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

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_{Π} - длина полосы, см;

b - ширина полосы, см;

h - глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [28]:

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

где a - расстояние между заземлениями, см;

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

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

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

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

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

n - число труб заземлений, шт;

η_{Θ} - коэффициент использования труб контура, $\eta_{\Theta} = 0,8$;

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

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

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

5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м².;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

5.5 Охрана окружающей среды

В процессе сварки выделяются вредные и токсичные вещества, а также их оксиды их соединения. Так как сварка магистральных трубопроводов производится в полевых условиях, то о целесообразности охраны окружающей

среды вопрос не стоит. Но при применении кабины в механизированной сварке есть возможность установки фильтра очистки во избежание вредных выбросов в атмосферу.

При сварке вблизи леса необходимо наличие рядом со сварщиком не менее 2 огнетушителей и ящика с песком чтобы не допустить возгорание лесного массива.

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

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

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

ЧС военного времени. Особенности опасностей (чрезвычайных ситуаций) военного времени:

- они планируются, подготавливаются и реализуются человеком, его разумом и поэтому имеют более сложный и изощрённый характер, чем природные и техногенные опасности;
- в реализации опасностей военного времени меньше стихийного и случайного; оружие применяется, как правило, в самый неподходящий момент для жертвы агрессии и в самом уязвимом для неё месте;
- развитие средств поражения всегда опережает развитие адекватных

средств защиты;

- для создания средств поражения всегда используются последние научные достижения, привлекаются лучшие научные силы, лучшая научно-производственная база; всё это ведёт к тому, что от некоторых средств нападения практически невозможно найти средств и методов защиты (например, ракетно-ядерное оружие);

- современные и будущие войны всё чаще носят террористический, антинациональный характер; мирное население воюющих стран превращается в один из объектов вооружённого воздействия с целью подрыва воли и способности противника оказывать сопротивление.

Основные принципы защиты населения при ЧС мирного и военного времени:

- обучение всех групп населения правилам поведения и основным способам защиты от ЧС, приёмам оказания первой медицинской помощи пострадавшим, правилам пользования средствами коллективной и индивидуальной защиты;

- обучение руководителей всех уровней управления действиям по защите населения от ЧС;

- выработка у руководителей и специалистов в области защиты от ЧС навыков по подготовке и управлению силами и средствами, входящими в единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС;

- практическое усвоение работниками в составе сил РСЧС своих обязанностей при действиях в ЧС.

Защита населения в ЧС представляет собой комплекс мероприятий, проводимых с целью не допустить поражения людей или максимально снизить степень воздействия поражающих факторов.

Обязательным является комплексность проведения защитных мероприятий, использования одновременно различных способов защиты. Это связано со значительным разнообразием опасных и вредных факторов и повышает эффективность имеющихся в настоящее время способов защиты.

К основным способам защиты населения в ЧС относятся:

- укрытие населения в защитных сооружениях (средства коллективной защиты);
- использование средств индивидуальной защиты и медицинской защиты;
- рассредоточение и эвакуация населения из опасных зон.

Рабочие места обеспечиваются следующими средствами тушения пожара:

- огнетушитель химический пенный ручной ОХП–10, предназначенный для тушения пожара твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 для тушения небольших поверхностей горючих жидкостей, электрооборудования и установок, находящихся под напряжением.

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха.

Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

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

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

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

Заключение

В настоящее квалификационной работе рассмотрены особенности сварочного изготовления магистрального нефтепровода с компенсатором и контроль свойства. Диаметр трубы 273/14.

ВКР, представлен роциональный выбор метода сварки, проведен выбор режимов сварки. В работе предложено поменять ручную дуговую сварку обработанными электродами на сварку в защитном газе. Представлены способы контроля свойства кольцевых сварных соединений.

Разработаны события по технике защищенности и служба охраны труда при выполнении сборочно-сварочных и слесарных операций.

Приведен технико-экономический тест сопоставления базисного и предлагаемого технологических процессов приготовления компенсатора.

Для сборки и сварки компенсатора предложена сварка в защитном газе. В качестве оснащения применяется сварочный инверторный полуавтомат БАРС PROFI MIG-257DT. На базе подобный подмены был рассчитан финансовый эффект: $\mathcal{E}=3376,16$ руб/изд.

Список использованных источников

1. Учебное пособие для обучения по рабочей профессии: «Трубопроводчик линейный 2-5 разрядов» АК «ТРАНСНЕФТЬ» 2008 г.
2. И. Э. Оськин, инж., М. А. Шолохов, канд. техн. наук, А. С. Куркин, д-р техн. наук, М. Н. Пономарева, асп., С. И. Полосков, д-р техн. наук / Оценка влияния особенностей процесса сварки на сварочные напряжения в неповоротных стыках магистральных трубопроводов // Сварка и диагностика – 2012 - №5 – С. 37-41
3. Н. П. Алешин, академик РАН, Э. А. Гладков, д-р техн. наук, А. И. Гаврилов, канд. техн. наук, Р. А. Перковский, канд. техн. наук, Т. А. Рахматуллин, асп. МГТУ им. Н. Э. Баумана / Реализация адаптивных технологий сварки кольцевых стыков магистральных трубопроводов // Сварка и диагностика – 2011 - №5 – С. 49-53
4. Д. С. Бузорина, М. А. Шолохов, М. П. Шалимов / Совершенствование методики расчета параметров режима многопроходной сварки в защитных газах // Автоматическая сварка 2014 №10 С 28-31
5. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007–288 с.
6. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.
7. Костин А. М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.
8. Васильев В. И., Ильященко Д. П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
9. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.

10. Крампит Н. Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.
11. Крампит Н. Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002. - 26с.
12. Инверторный сварочный полуавтомат БАРС PROFI MIG-257DT [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://otzovik.com/review_3664679.html
13. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы.
14. ВСН 012-88. Строительство магистральных и промышленных трубопроводов, контроль качества и приемка работ, Часть II.
15. СН 452-73. Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов.
16. СН 452-73. Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов
17. СНиП 12-01-2004. Организация строительства.
18. О. Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.
19. Аппарат сварочный ВДУ-306 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://bpks.ru/pricelist/info.188186>
20. Инверторный сварочный полуавтомат БАРС PROFI MIG-257DT [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://barsweld.ru/catalog/profi_mig/1205/
21. ГОСТ 12.0.0030 - 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
22. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

23. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
24. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.
25. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
26. П. П. Кукин, В. Л. Лапин. Е. А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. - 298с.
27. Брауде М. З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. - 141с.
28. Гришагин В. М., Фарберов В. Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96с.