

Министерство науки и высшего образования 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»

Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ В МАГИСТРАЛЬНЫЙ НЕФТЕПРОВОД Ø720

УДК 621.791:658.562:621.646.651:621.692.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Шадрин А.Н.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

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. 3-10А41

Руководитель ВКР

А.Н. Шадрин

Д.П. Ильященко

Министерство науки и высшего образования 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»

Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя ОПТ

 (Подпись) (Дата) М.А. Кузнецов
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А41	Шадрину Алексею Николаевичу

Тема работы:

Разработка технологии сварки и контроль качества запорной арматуры для установки в магистральный нефтепровод Ø720

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2019г. № 9/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 <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Тема. 2. Актуальность и новизна работы. 3. Цели и задачи. 4. Выводы.	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>			
Раздел		Консультант	
Технологическая и конструкторская часть		Ильященко Д.П.	
Социальная ответственность		Солодский С.А.	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		Лизунков Д.Г.	
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 ОПТ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Шадрин А.Н.		

Министерство науки и высшего образования 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»

Отделение промышленных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 – 2019 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

И. о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A41	Шадрину Алексею Николаевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ</i>	
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта</i>	
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды</i>	
4. <i>Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)</i>	
5. <i>Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию</i>	
6. <i>Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта</i>	
7. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ</i>	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. <i>Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A41	Шадрин А.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Шадрину Алексею Николаевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки запорной арматуры 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)	- 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	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i>	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой 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)	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). 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.	Вредные выбросы в атмосферу.
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 её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И. о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Шадрин А.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 100 с., 5 рисунков, 16 таблиц, 31 источник, 7 приложений, 13 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится разработка технологии сварки и контроля качества запорной арматуры для установки в магистральный нефтепровод диаметром 720 мм.

Объектом исследования является процесс изготовления запорной арматуры.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочные и сварочные операции; В результате проведенной работы разработан директивный технологический процесс.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 3.0 и КОМПАС–3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 100 pp., 5 figures, 16 tables, 31 sources, 7 annexes, 13 pages graphic material.

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

Relevance of the work: in this final qualifying work, the development of the technology of sarqa and quality control of stop valves for installation in the main oil pipeline with a diameter of 720 mm is carried out. The object of research is the process of manufacturing of valves.

The aims and objectives of the study (work). As a result of this work should be obtained from producing the greatest degree of mechanization and automation increases productivity.

In operation modes designed welding, welding equipment matched, normalized assembly and welding operations; As a result of the work developed by the guidance process.

WRC performed in a text editor Microsoft Word 3.0 and KOMPAS-3D V10 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	16
1 Обзор литературы	18
1.1 Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ	18
1.2 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов	18
1.3 Магистральные трубопроводы	19
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 Режимы сварки	30
3.2 Технологический раздел	36
3.2.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства	36
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	37
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	39
3.2.4 Нормирование операций	39
3.2.5 Выбор технологического оборудования	42
3.2.6 Правила контроля труб	46
3.2.7 Контроль качества кольцевых сварных соединений	48
3.2.7.1 Визуальный и измерительный контроль	48
3.2.7.2 Радиографический контроль	52
3.2.8 Разработка технической документации	56
3.3 Конструкторская часть	58
3.3.1 Общая характеристика механического оборудования	58
3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	59
	12

3.4 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом	60
3.5 Положение о системе аттестации сварочного производства	63
3.6 Пространственное расположение производственного процесса	67
3.6.1 Сварочно-монтажные работы	69
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	71
4.1 Финансирование проекта и маркетинг	71
4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов	71
4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	73
4.2.2 Определение затрат на основные материалы	74
4.2.3 Определение затрат на заработную плату	76
4.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию	76
4.2.5 Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования	77
4.3 Расчет технико-экономической эффективности	78
4.4 Основные технико-экономические показатели участка	79
5 Социальная ответственность	81
5.1 Описание рабочего места	81
5.2. Законодательные и нормативные документы	81
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	84
5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	86
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	86
5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	91
5.5 Охрана окружающей среды	92
5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	92
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
Заключение	97
Список использованных источников	98
	13

Приложение А (Спецификация Запорная арматура)	101
Приложение Б (Операционно-технологическая карта сборки и сварки порошковой проволокой неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб)	102
Приложение В (Операционно-технологическая карта визуального и измерительного контроля сварных соединений)	104
Приложение Г (Операционно-технологическая карта радиографического контроля сварных соединений)	106
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графический материал	на отдельных листах
Запорная арматура	демонстрационный лист
Режимы сварки неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб	демонстрационный лист
Операционно-технологическая карта сборки и сварки порошковой проволокой неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб	демонстрационный лист
Операционно-технологическая карта сборки и сварки порошковой проволокой неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб	демонстрационный лист
Последовательность выполнения слоев	демонстрационный лист
План участка	демонстрационный лист
Контроль качества сварных соединений	демонстрационный лист
Негативные факторы сварочного производства	демонстрационный лист
Основные технико-экономические показатели участка	демонстрационный лист

Введение

На сегодняшний день нефть и газ являются важнейшим товаром России на мировом рынке. Доходы от их продажи составляют весьма значительную часть (до 30% – по заявлениям премьер-министра России, хотя на самом деле эта цифра очевидно больше) бюджета государства. Кроме того, они являются важнейшим сырьем для многих отраслей экономики самой России, в том числе, топливно-энергетического комплекса. Поэтому главнейшими для нефтегазовой отрасли и всей страны в целом являются вопросы эффективной добычи и транспортировки полезных ископаемых к потребителю (или покупателю).

Географически районы добычи и потребления нефти и газа разделены значительными расстояниями, поскольку основные запасы полезных ископаемых сосредоточены на Севере и на Востоке, а главными их потребителями являются центральные и западные регионы. В связи с этим, одной из наиболее существенных является проблема транспортировки нефти и газа. Безусловным лидером среди различных способов доставки является трубопроводный транспорт – магистральные трубопроводы. В этих условиях целесообразно рассмотрение проблемы качества сооружения магистральных трубопроводов как фактора, во многом определяющего последующую надежность их функционирования, от которой в значительной степени зависит благосостояние страны в целом.

Проблема качества сооружения магистральных трубопроводов автоматически распадается на более мелкие, поскольку качество сооружения всего трубопровода в целом зависит от качества отдельных видов работ, выполняемых при строительстве: подготовительных, земляных, сварочно-монтажных, изоляционно-укладочных, испытаний. Важнейшим процессом, весьма сильно влияющим на эксплуатационные характеристики будущего сооружения, являются сварочно-монтажные работы. Сварка на сегодняшний день является единственным способом соединения отдельных труб в секции

(укрупнительная сварка поворотных стыков) и в непрерывную нитку (сварка неповоротных стыков). Самым распространенным в трубопроводном строительстве России по сравнению с другими методами сварки неповоротных стыков является сварка в среде защитных газов.

Механизация и автоматизация сварочного производства – важнейшее средство повышения производительности труда, повышения качества сварного изделия, улучшения условий труда.

Перед сварочным производством стоят задачи, направленные на повышение эффективности производства в результате научно-технического прогресса и перевода экономики на интенсивный путь развития. Это, прежде всего переход к массовому применению высокоэффективных систем, машин, аппаратов, оборудования и технологических процессов, которые могут обеспечить высокую механизацию и автоматизацию производства, рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочих.

В современных условиях сварочного производства первостепенное значение приобретает повышение производительности труда в результате качественно лучшего использования рабочей силы в процессе производства [1].

1 Обзор литературы

1.1 Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ

Изготовление магистральных трубопроводов регламентируют ведомственные строительные нормы, которые распространяются на сварку кольцевых стыков бесшовных, электросварных и спирально-шовных труб, а также труб, фитингов и запорной арматуры из горячекатаных, в том числе с контролируемой прокаткой, нормализованных и термически упрочненных низкоуглеродистых сталей с нормативным значением временного сопротивления на разрыв до 588 МПа (60 кгс/мм²) и термоупрочненных до 637 МПа (65 кгс/мм²), диаметром 14 - 1420 мм [2].

Главной характеристикой всякого сварного изделия является его технологичность, которая оказывает значительное влияние на технико-экономическую эффективность и рентабельность проектируемого производства.

Технологичность по ГОСТ 18831-73 – совокупность свойств конструкции, определяющих ее способность к достижению оптимальных затрат при производстве, технологическом обслуживании и ремонта при заданных показателях качества, объема выпуска и условий выполнения работ [2].

1.2 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов

Широко используемые технологии и методы работы по изготовлению магистральных трубопроводов значительно облегчают проектную задачу. А наличие обширной материальной базы, в том числе производственных площадей, складских помещений, коммуникаций, средств производства

(оснастка, основное и вспомогательное оборудование, трудовые ресурсы, энергия и т.п.) и другие параметры разрабатывают технологи. Характеризуя конъюктуру в сферах сбыта и потребления, ее оценивают, как достаточно низкую. Это связано, в первую очередь, с тем негативным влиянием внешних экономических условий и факторов, которые обуславливают снижение объема выпуска продукции и реализации услуг, капитального строительства и спад в динамике внутри и внешнеторгового оборота, уменьшение статей использования производственных мощностей и других качественных и количественных показателей, характеризующих конъюктуру не только на отдельно взятом предприятии, но и в экономике в целом.

Для пополнения портфеля заказов и увеличения количества заключаемых сделок необходимо повысить конкурентоспособность процесса изготовления магистральных трубопроводов. Основным направлением ее повышения следует считать: снижение себестоимости изготовления продукции повышения качества, которые в свою очередь могут быть достигнуты за счет уменьшения затрат труда, материалов, энергии, сокращения длительности производственного цикла, повышения уровня механизации и автоматизации, производительности и коэффициентов загрузки оборудования, ускорения оборачиваемости оборотных средств и т.д. [3].

1.3 Магистральные трубопроводы

Механизация и автоматизация сварочного производства – важнейшее средство повышения производительности труда, повышения качества сварного изделия, улучшения условий труда.

Как вариант можно рассмотреть хорошо себя зарекомендовавший способ сварки порошковой проволокой в среде углекислого газа. Однако наиболее перспективным, в силу ряда объективных, экономических и технологических обстоятельств, следует считать применение для защиты зоны

сварки – смесь газов.

Одним из инновационных вариантов может считаться рациональная планировка участка сборки, сварки и монтажа магистральных трубопроводов. Это заключается в рациональном размещении рабочих мест, производственного оборудования, и т.д. Все это используется для сокращения длительности производственного цикла, за счет устранения некоторых транспортных операций или замены их другими.

Для улучшения технологического процесса сборки и сварки требуемого изделия автоматизируют процесс.

Применение автоматической сварки под флюсом для сооружения магистральных трубопроводов позволяет добиться уровня механизации сварочных работ до 50 %.

Автоматическую сварку под слоем флюса в трубопроводном строительстве применяют при изготовлении длинномерных секций диаметром 273–1420 мм на полустационарных трубосварочных базах. Строительство трубопровода в непрерывную нитку из 24- и 36-метровых секций вместо одиночных 12-метровых труб позволяет существенно увеличить темп сооружения трубопровода. При строительстве магистральных трубопроводов наиболее распространены две типовые схемы трубосварочных баз:

- для односторонней автоматической сварки под флюсом по ручной подварке типа ССТ-ПАУ и БНС (полумеханизированные базы);
- для двусторонней автоматической сварки под флюсом типа БТС (механизированные базы).

Электродуговая сварка в среде защитных газов отличается от сварки под слоем флюса тем, что горение дуги идет (в соответствии с названием) в газовой среде, создаваемой в зоне сварки. Эта среда может состоять из углекислого газа, гелия, аргона или их комбинаций [4].

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

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

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать технологию сварки и контроля качества сварки запорной арматуры магистрального трубопровода для транспортировки нефти диаметром 720 мм.

Техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства, расчет и конструирование оснастки и планировку плана участка сборки, сварки и монтажа магистральных 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 – запорная арматура для установки в магистральный нефтепровод диаметром 720 мм. В качестве материала арматуры используют сталь марки 17Г1С.

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

Химический состав и механические свойства стали 17Г1С приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 17Г1С, % (ГОСТ 19281-89) [5]

C	Si	Mn	Al	S	P	Cr	V	N	Ni	Cu	As
				Не более							
0,15-0,2	0,4-0,6	1,15-1,6	0,02-0,05	0,035	0,03	0,3	0,12	0,008	0,3	0,3	0,08

Таблица 3.2 - Механические свойства стали 17Г1С по ГОСТ 19281-89 [5]

ТУ	Состояние поставки	Диаметр/ Сечение, мм	σ_t , Мпа	σ_b , Мпа	δ_5 , %
14-3-1573-96	Трубы электросварные прямошовные нефтегазопроводные в состоянии поставки	530, 630, 720, 820, 1020	≥ 350	≥ 510	≥ 20
ТУ 1303-002- 08620133-01	Трубы электросварные прямошовные	10-20	≥ 345	510- 660	≥ 23

Для изготовления трубы для подземных магистральных трубопроводов используют сталь - 17Г1С ГОСТ 19281-89 – конструкционная низколегированная сталь.

Условное обозначение трубы: Труба ХЛ – 3 – 720х16 – К54 – ОТО.

Условное обозначение трубы: Труба ХЛ – 3 – 300х16 – К54 – ОТО.

ХЛ – хладостойкое исполнение обеспечивает требования по ударной вязкости при температуре от -20 °С до - 60 °С;

3 – прямошовные трубы, $\varnothing$ от 530 – 1420 мм;

720 – диаметр трубы, мм;

16 – толщина стенки трубы, мм;

К- 54 – класс прочности материала труб;

Предел прочности, МПа – 530;

Относительное удлинение, % - 2;

ОТО – объемная термическая обработка.

Физические характеристики стали 17Г1С допускают применение для эксплуатации при высоких давлениях в диапазоне температур от -40 °С до + 475 °С. Марка относится к низколегированным конструкционным сплавам без ограничений по свариваемости. К выпускаемым из этого материала видам проката относятся трубы ГОСТ 8732-78, лист ГОСТ 19903-74 и 19282-73, полоса ГОСТ 82-70, уголок, швеллер, круг и некоторые другие.

Сталь применяется для монтажа трубопроводов, транспортирующих среду с предельным давлением до 75 кг/см², нагреваемых элементов металлоконструкций, несущих и опорных узлов. Низколегированную сталь этой марки применяют для нанесения плакирующего слоя при изготовлении многослойных стальных листов устойчивых к коррозионному воздействию. Из нее изготавливают:

- электросварные и бесшовные трубы;
- водогрейные и паровые котлы;
- нефте и газопроводы;
- теплообменные аппараты;

- отводы, переходы, фланцы и другие фасонные детали трубопроводов;

- различные виды стального гнутого проката;

- детали вагонов, автомобилей и специальной техники.

Свариваемость [6]:

Стали: 17Г1С относится к 1 группе свариваемости (Хорошая). Сварка производится без особых приемов.

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

Способы сварки: РДС, сварка под слоем флюса, сварка плавящимся электродом в защитном газе, электрошлаковая сварка и контактная [6].

Принимаем сварку порошковой проволокой, т. к. существует ряд преимуществ этих способов:

- не нужно использовать громоздкие баллоны с газом;

- беспрепятственное перемещение, работать можно на любой высоте и в труднодоступных местах;

- высокая производительность труда по сравнению со сваркой электродами;

- дуга практически не чувствительна к ветру.

При сварке порошковой проволокой 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 Innershield NR-203Ni1 (1%) Ø2 мм и для выполнения корневого шва Innershield NR-204H Ø1,7.

Innershield (Иннершилд) – это ручной покрытый электрод “вывернутый наизнанку” и изготовленный в виде непрерывной проволоки. Внешний диаметр такой проволоки колеблется в пределах от 3/32” (0,9 мм) до 5/64” (4,0 мм) в

зависимости от размеров электрода. С помощью такой порошковой проволоки практически любую работу можно выполнить гораздо более эффективно. Цеховое производство, монтаж металлоконструкций, сервисные и ремонтные строительные работы - во всех перечисленных областях применим полный набор электродов типа Innershield.

Сердцевина трубчатой проволоки заполнена флюсом следующего состава:

- металлический порошок.
- материалы, образующие защиту.
- раскислители.
- элементы, очищающие сварочную ванну.

Элементы, образующие газовую защиту дуги и шлак, защищают переносимый в сварочную ванну металл. Сама проволока Innershield, включая наполнитель сердцевины, негигроскопичны, поэтому позволяют наплавлять металл с низким содержанием водорода. Значительные преимущества металлургической структуры наплавленного электродами Innershield металла в главном образом обусловлены точно и тщательно контролируемым химическим балансом между тремя элементами – алюминием, кремнием и марганцем. Эта комбинация, также, формирует необходимый уровень раскисления, который снижает либо ограничивает уровень пористости металла шва, коррозионные и пластические свойства, обеспечивает стойкость к образованию трещин. Кроме того, флюс содержит различные легирующие добавки, позволяющие достичь желаемых механических свойств, таких как ударная вязкость металла шва, свойства сопротивления распространению трещин (CTOD), пластичность и прочность.

Инженеры компании Линкольн Электрик разработали способ сварки, позволяющий наплавлять металл, обладающий уникальной структурой. Она удовлетворяет растущим требованиям к качеству, предъявляемым различными отраслями промышленности сегодняшнего дня. Строгий контроль качества проволоки при ее изготовлении и возможность постоянного отслеживания всех

этапов технологического процесса сварки обеспечивают постоянство ее параметров и высокого качества выполняемой работы. Один из факторов, улучшающих рабочие свойства Innershield, - высокая прочность собственно оболочки порошковой проволоки, что определяет отсутствие проблем при ее подаче в зону сварки [7].

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволок в % [8] [9]

Проволока	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Al
NR-203Ni1	0,08	1,1	0,27	0,008	0,003	0,9	0,04	0,85
NR-204H	0,2-0,2	0,5-1,0	0,1-0,4	0,015	0,015	0,1	-	0,5-1

Таблица 3.4 – Механические свойства наплавленного металла шва [8] [9]

Проволока	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	KCU, кДж/см ²
				-29°C
NR-203Ni1	400	480-620	20	27
NR-204H	-	>480	28-31	-

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 [10].

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 [11]:

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

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 17Г1С:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + (1,15/6) + (0,4/24) + (0,3/10) + (0,12/14) = 0,396 \text{ \%}.$$

Сталь 17Г1С – конструкционная низколегированная сталь по ГОСТ 19281-89 [5]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [5]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже - 10 °С). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Режимы сварки

Способ механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой при применении труб как с заводской разделкой кромок, так и со специализированной разделкой кромок и предназначен для сварки корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва стыков труб диаметром от 300 до 1220 мм с толщинами стенок от 6 до 22 мм. Сварка труб с толщиной стенки свыше 19 выполняется только в специальную (узкую) разделку кромок.

Сварка самозащитной порошковой проволокой может быть использована для выполнения специальных сварочных работ – сварке разнотолщинных соединений труб и захлестов (раздел 10) [12].

Сварка самозащитной порошковой проволокой осуществляется

способом сверху - вниз на постоянном токе прямой полярности. Перед началом сварки на механизме подачи проволоки следует установить два параметра: скорость подачи проволоки и напряжение на дуге.

Перед выполнением первого слоя шва порошковой проволокой необходимо осуществить тщательную шлифовку корневого слоя (горячего прохода) абразивным кругом до состояния «чистый металл».

В связи с неравномерностью заполнения разделки по периметру стыка и ослаблением сечения шва в вертикальном положении перед выполнением облицовочного слоя в положении 1.00-4.30 час выполняется дополнительный (корректирующий) слой.

Заполняющие и облицовочный слои шва стыков труб с толщинами стенок до 13 мм включительно следует выполнять по методу «слой за один проход».

В случае использования труб с заводской разделкой кромок при сварке стыков с толщинами стенок более 13 мм заполняющие слои начиная со второго (третьего при использовании проволоки диаметром 2 мм) выполняются по методу «слой за два прохода», а облицовочный слой по методу «слой за два (три) прохода». Ширина каждого прохода облицовочного слоя не должна превышать 4 диаметров применяемой проволоки.

Состав оборудования: источник питания, механизм подачи порошковой проволоки, сварочная горелка со шлангом и кабелями.

Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой типа Innershield в стандартную разделку.

Вылет проволоки, в зависимости от пространственного положения, должен составлять:

- 20 мм в положении 0.00-4.30 (5.00) час;
- 25-30 мм в положении 4.30 (5.00)-6.00 час.

Угол наклона горелки от перпендикуляра (углом назад), в зависимости от пространственного положения, должен составлять [12]:

- от 250 до 450 в положении 0.00-4.30 (5.00) час;

- от 250 до 00 в положении 4.30 (5.00)-5.30 час;
- от 5 до 10 углом вперед в положении 5.30-6.00 час.

Режимы, при сварке в стандартную заводскую разделку различной проволокой, приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Параметры режимов при сварке самозащитной порошковой проволокой [12]

Наименование слоя	Марка проволоки					
	Innershield NR-204H и Innershield NR-208 Special диаметром 1,7 мм		Innershield NR-203Ni диаметром 2,0 мм		Innershield NR-208 XP диаметром 2,0 мм	
	Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	Напряжение, В	Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	Напряжение, В	Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	Напряжение, В
«Горячий проход»	90 100	18 19	90 100	19 20	90 100	19 20
Заполняющие	90 100 110 120	18 19 20 21	90 100 110 120	19 20 21 22	90 100 110	19 20 21
Корректирующий, Облицовочный	80 90	17 18	80 90	18 19	80 90	18 19

Перед сваркой концы стыкуемых трубопроводов зачищают (внутри и снаружи), обезжиривают и промывают.

Сварку всех наружных слоев шва следует выполнять только в условиях, при которых исключено попадание осадков на стык и обеспечена защита от ветра.

Толщина стенки составляет 16 мм, следовательно, будет один корневой и семь заполняющих и один облицовочный шов.

Последовательность выполнения слоев шва должна соответствовать схеме, представленной на рисунке 3.1.

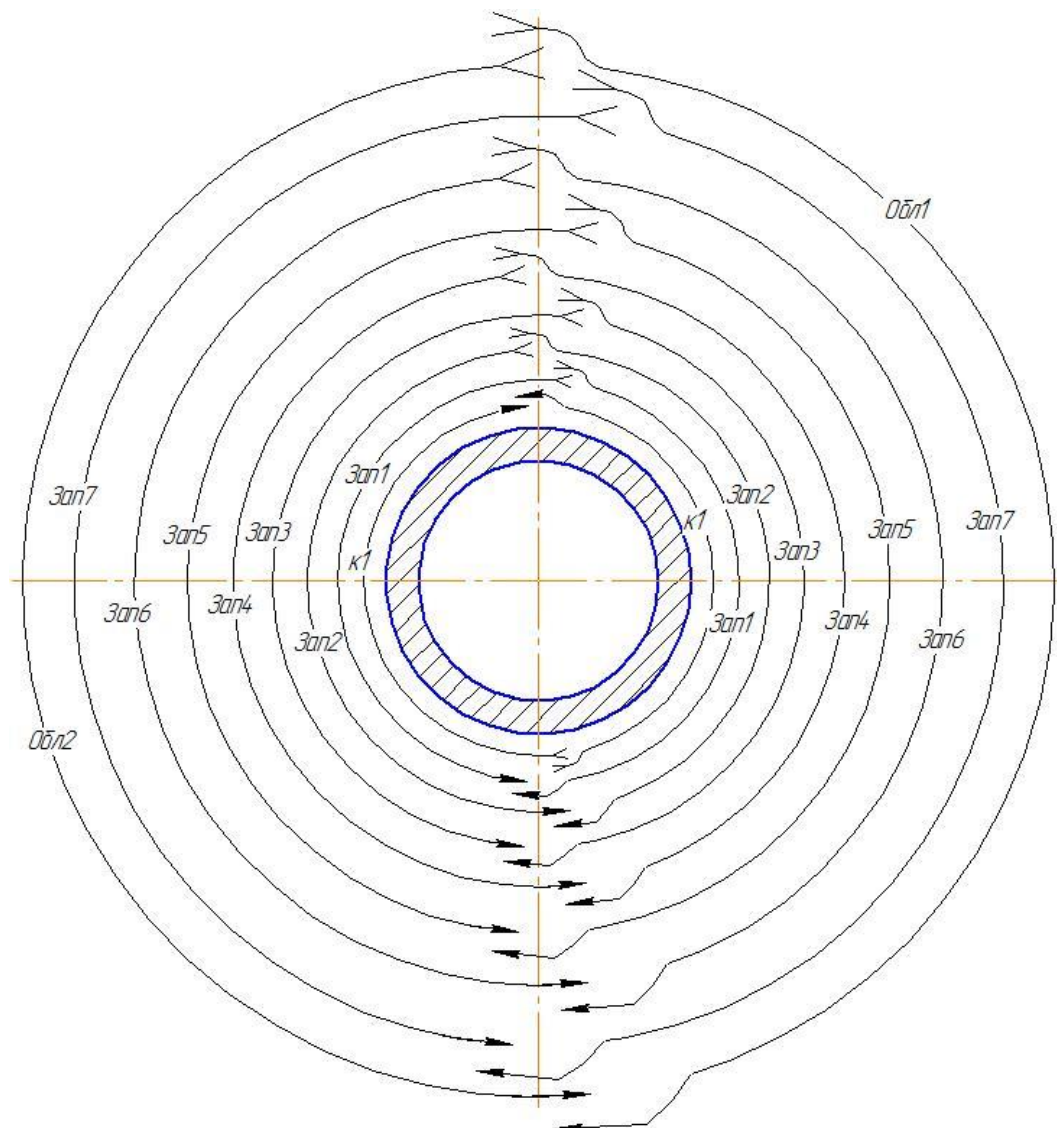


Рисунок 3.1 Схема полуавтоматической сварки порошковой проволокой
кольцевого стыка труб при сварке корневого заполняющего и
облицовочного слоя

После сварки каждого слоя обязательна зачистка его поверхности металлическими щетками от шлака и брызг. В необходимых случаях потолочный участок наружных слоев шва обрабатывают абразивными кругами, чтобы получить ровную подложку для сварки последующих слоев.

Порошковая проволока расплавляется таким образом, как было заложено в процессе ее производства. Все дело в том, что конструкция проволоки является определяющей для процесса расплавления ее дугой.

Внутренняя полость металлической оболочки заполнена неметаллическими материалами примерно на 70 процентов, точнее – от 50 до 70 процентов. Это означает, что сопротивление электрическому току такого сердечника будет в сотни раз больше, чем сопротивление металлической оболочки.

По этой причине металлическая оболочка плавится значительно быстрее. Расплавление же сердечника осуществляется частично за счет теплоизлучения сварочной дуги и частично за счет теплопередачи сильно нагретого металла. По сему, в процессе сварки внутренний материал проволоки может касаться ванны расплавленного металла и даже попадать в него в нерасплавленном виде.

Как правило, порошковая проволока используется для сварки с применением шлангового полуавтомата. По той причине, что сварной шов постоянно на виду у человека, производящего сварочные работы, техника сварки стыков и углов практически ничем не отличается от такой же техники при использовании технологии сварки в защитных газах плавящимися электродами.

Сварка механизированная, выполняется проволокой Innershield NR-204H для корневого шва, для заполняющих и облицовочного швов применяется Innershield NR-203Ni1. Соединение стыковое С17 ГОСТ 16037-80 показано на рисунке 3.2, сварка многопроходная.

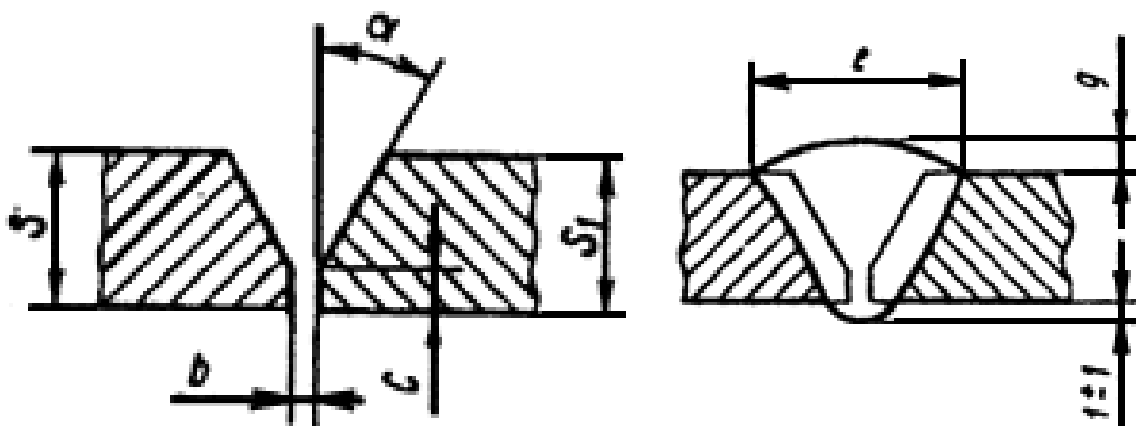


Рисунок 3.2 Стыковое соединение типа С17, $S_1=16$ мм; $S_2=16$ мм.

Примем режимы сварки согласно технологической карте приложения Б.

Таблица 3.6 – Режимы сварки запорной арматуры

Наименование параметра, единица измерения	Наименование слоя шва			
	Корневой	Заполняющие	Последний заполняющий	Облицовочный
Направление сварки	На подъем	На спуск	На спуск	На спуск
Скорость подачи проволоки, см/мин	995±25%	1095±25%	995±25%	*765±25% **995±25%
Род тока, полярность	Постоянный ток, обратная полярность	Постоянный ток, обратная полярность	Постоянный ток, обратная полярность	Постоянный ток, обратная полярность
Напряжение на дуге, В	18-21	18-21	18-20	17-18
Вылет электрода, мм	13,0	13,0	13,0	13,0
Скорость сварки, мм/мин	*380±25% **460±25%	*440±25% **520±25%	*380±25% **460±25%	*340±25% **430±25%
Угол наклона электрода, мин ⁻¹	0-7	0-7	0-7	0-7
Диаметр проволоки, мм	1,7	2	2	2

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 [13].

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

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

Изготовление запорной арматуры начинается со сборки и сварки тройника, заглушки и катушки диаметром 720 мм. Затем они привариваются к задвижке стальной. Отдельно свариваются трубы, отвод и катушка диаметром 300 мм, далее между ними вваривается задвижка стальная. На окончательной стадии сборки свариваются полученные сборочные единицы. В завершении производятся слесарная обработка и контроль.

Подробно последовательность изготовления запорной арматуры 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 [11].

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 запорной арматуры сварка ведется ручной дуговой сваркой покрытыми электродами сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO.

Заменим сварочное оборудование на соответствующее новому технологическому процессу (механизм подачи проволоки K316L-1 LN-23P, сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO, K350-1 комплект адаптера LN-23P для 14-пин соединения).

Предлагаемый технологический процесс сборки и сварки запорной арматуры выполняется механизированной сваркой порошковой проволокой.

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 [15]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) K_{п}, \quad (3.2)$$

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:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{вш}) \cdot [1 + (a_{обс.} + a_{от.л} + a_{п-з})/100], \quad (3.3)$$

где T_o – основное время сварки, мин;

$t_{вш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [15] 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 порошковой проволокой сумма коэффициентов составляет 27%, [15].

Основное время для механизированной сварки порошковой проволокой определяется по формуле:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha_n} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n, \quad (3.4)$$

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 порошковой проволокой на выполнение шва С17 по ГОСТ 14771-76 (рисунок 3.3) приварки катушки и заглушки к тройнику.

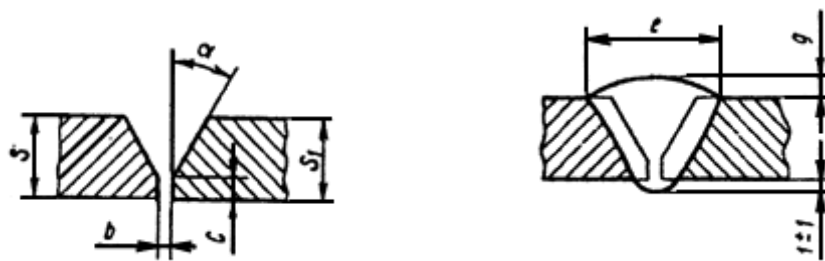


Рисунок 3.3 Соединение нестандартное

Исходные данные:

- марки сталей: 17Г1С;
- марка электродной проволоки Innershield NR-203Ni1 и Innershield NR-204H (для предлагаемого варианта);
- сварной шов с разделкой;
- длина шва 4524 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F = 126,8 \text{ мм}^2$;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Innershield NR-203Ni1 и Innershield NR-204H при механизированной сварке составляет $\alpha_H = 15 \text{ г/(А·ч)}$.

Время сварки для шва.

$$T_o = \frac{14 \cdot 7,85 \cdot 60}{180 \cdot 15} + \frac{14,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{220 \cdot 15} \cdot 8 = 18,54 \text{ мин.}$$

Определим время на сварку обвязки кранового узла.

Масса тройник поз. 9 $m_1 = 482,24 \text{ кг}$; установка краном на площадку $t_1 = 2 \text{ мин.}$; масса заглушки поз. 3 $m_2 = 97,76 \text{ кг}$; установка краном на площадку $t_2 = 1,6 \text{ мин.}$; масса катушки поз. 4 $m_3 = 110,7 \text{ кг}$; установка краном на площадку $t_3 = 1,8 \text{ мин.}$; масса сб. ед. 1 $m_4 = 690,7 \text{ кг}$; кантовка $t_4 = 4,2 \text{ мин.}$; предварительный подогрев $t_5 = 8 \text{ мин.}$

Найдем время на прихватку:

- 1) $t = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ мин.}$;
- 2) $t_{в.и} = 2 + 1,6 + 1,8 + 4,2 + 8 + 0,8 = 18,4 \text{ мин.}$;

$$3) \quad T_{\text{н.ш-к}} = (18,54 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 24,5 \text{ мин.};$$

$$4) \quad T_{\text{ш}} = 24,5 \cdot 2,262 \cdot 2 + 18,4 = 129,24 \text{ мин.}$$

Остальное время рассчитаем аналогичным образом. Общее время на сварку обвязки кранового узла составит $T_0 = 834,72$ 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 порошковой проволокой. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 180...230 А; диаметр

проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 240 м/ч...255 м/ч. Исходя из этих данных выбираем: механизм подачи проволоки K316L-1 LN-23P [16], сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO [17], K350-1 комплект адаптера LN-23P для 14-пин соединения [18].

Механизм подачи LN-23P создан специально для работы в тяжелых условиях. Это оптимальный выбор для строительства и полевой сварки труб. Мобильность и простота настройки делают эти модели оптимальным выбором для сварки в ограниченном пространстве.

Преимущества [16]:

- малый вес механизма, менее 23 кг, включая горелку Magnum® Innershield и катушку с проволокой, весом 6,3 кг.
- постоянный контроль скорости подачи проволоки и напряжения, аналоговая панель управления в стандартной комплектации.
- плотно закрытый корпус предохраняет проволоку от загрязнений.
- установленный на горелке двухпозиционный переключатель позволяет быстро и легко изменять параметры сварочных режимов в зависимости от пространственного положения сварки.
- простая и удобная панель управления, эргономичный дизайн, отработанный годами.
- соответствует требованиям стандартов IEC974-1, RoHS, CE и ГОСТ-Р.

Технические характеристики механизма подачи проволоки K316L-1 LN-23P представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики механизма подачи проволоки K316L-1 LN-23P [16].

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В	3х380 ± 10%
Диаметр сварочной проволоки, мм	1,7- 2,0
Ток сварки, А	до 350
Скорость подачи проволоки, м/ч	46 - 258
Габаритные размеры, (ДхШхВ) мм:	520х230х280
Масса, кг:	12,3

Invertec V350-PRO – это мобильный, универсальный и легкий источник питания для сварки штучными электродами и порошковой проволокой, аргонодуговой сварки на постоянном токе, сварки в защитном газе и дуговой резки, что делает его самым универсальным источником питания в своем классе.

Ключевые особенности [17]:

- высокие характеристики ручной дуговой сварки и сварки в защитном газе на жесткой ВАХ;
- бесступенчатая регулировка параметров тока;
- прочный и долговечный корпус с трубчатым каркасом и модульными рамами;
- вольтметр и амперметр с большими яркими экранами;
- удобная, интуитивно понятная панель управления;
- возможность динамической настройки позволяет регулировать параметры сварки прямо во время работы;
- цифровой дисплей для отображения напряжения и скорости подачи проволоки.

Технические характеристики сварочного аппарата инвертора Lincoln Electric Invertec V350-PRO представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики сварочного аппарата инвертора Lincoln Electric Invertec V350-PRO [17].

Параметр	Значение
1	2
Основные характеристики:	
Количество фаз питания	1 или 3
Макс. сварочный ток при непрерывной работе	300 А
Напряжение холостого хода	80 В
Тип устройства	сварочный инвертор
Сварочный ток (ММА)	5-425 А
Типы сварки	ручная дуговая сварка (ММА), полуавтоматическая сварка (MIG/MAG), аргонодуговая сварка (TIG)
Напряжение на входе	200-575 В
Тип выходного тока	постоянный
Диаметр электрода	8 мм
Сварочный ток (MIG/MAG)	5-425 А
Расположение катушки	внешнее
Рабочее напряжение	34 В
Сварочный ток (TIG)	5-425 А
Дополнительные характеристики:	
Горячий старт	есть
Габариты, ДхШхВ	706х338х376 мм
Антиприлипание	есть
Класс изоляции	F
Форсаж дуги	есть

Продолжение таблицы 3.8

1	2
Дополнительная информация	выпускается в модификациях: строительная, заводская, импульсная и стендовая
Масса	37 кг
Степень защиты	IP23

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 [19].

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 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

3.2.7.1 Визуальный и измерительный контроль

Требования настоящего раздела разработаны на основании положений РД 03-606-03 и распространяются на визуальный и измерительный контроль сварных соединений (и их участков после ремонта) нефтепроводов и трубопроводов по п.п. 1.1.1 [20].

Визуальный и измерительный контроль предназначен для:

- проверки соответствия геометрических параметров сварных соединений требованиям нормативно-технической и проектной документации (НТД/ПТД);
- обнаружения поверхностных (выходящих на поверхность) и сквозных дефектов сварных соединений типа трещин, подрезов, несплавлений, незаваренных кратеров, прожогов, неметаллических включений, расслоений и т.п. и определения их расположения, размеров и ориентации по поверхности.

Визуальный и измерительный контроль должен выполняться до проведения неразрушающего контроля сварного соединения физическими методами.

Визуальный и измерительный контроль сварного соединения следует выполнять без нарушения целостности контролируемого соединения.

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений и зон ремонта, выполненного с применением сварки и подлежащих термической обработке, следует производить как до, так и после указанной обработки.

Недопустимые дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле и не требующие применения сварки для их устранения, должны быть устранены до выполнения последующей операции, предусмотренной технологической картой.

Контролируемая зона сварного соединения, должна включать сварной шов, а также примыкающие к нему участки основного металла, которые в обе стороны от шва должны быть не менее:

- 20 мм, но не менее толщины стенки свариваемых деталей, при НК при сооружении, реконструкции и капитальном ремонте трубопроводов;
- не менее 4-х толщин стенок свариваемых деталей при НК в процессе выборочного ремонта и ДДК трубопроводов, находящихся в эксплуатации, режиме консервации или состоянии безопасного содержания.

Требования к приборам и инструментам для визуального и измерительного контроля.

Перечень приборов, инструментов, оборудования и материалов, применяемых для выполнения визуального и измерительного контроля, должен отвечать требованиям РД-05.00-45.21.30-КТН-010-1-04.

Визуальный контроль сварных соединений проводят невооруженным глазом и с применением оптических приборов (луп, эндоскопов, зеркал, и др.). Увеличение лупы должно быть 4-7 кратным.

Для измерения параметров сварных соединений и поверхностных дефектов следует применять исправные, поверенные и/или откалиброванные инструменты и приборы:

- лупы измерительные;
- угольники поверочные 90° лекальные;
- штангенциркули и штангенрейсмасы;
- шаблоны, в том числе универсальные, типа УШС и др.

Для измерения больших линейных размеров элементов или отклонений от формы и расположения поверхностей элементов следует применять штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки).

Условия выполнения визуального и измерительного контроля.

Визуальный и измерительный контроль при монтаже и ремонте трубопроводов, выполняют непосредственно на месте монтажа (ремонта). При этом должно быть обеспечено удобство подхода лиц, выполняющих контроль, к месту производства работ по контролю и созданы условия для безопасного производства работ.

Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для выполнения работ и составлять не менее 500 Лк.

Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от изоляции, продуктов коррозии, окалины, грязи, краски, масла, шлака, брызг расплавленного металла, и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

Зона зачистки должна включать в себя поверхность свариваемых деталей и быть не менее величин, указанных в п. 0 [20].

Шероховатость поверхности зон, примыкающих к сварному шву, должна составлять не более Ra 12,5 (Rz 80), что обеспечивается зачисткой поверхностей свариваемых изделий и сварных швов перед контролем шаберами, напильниками, шлифмашинками с круглыми металлическими щетками. Допускается применять другие виды обработки поверхности, обеспечивающие шероховатость, не ниже требуемой настоящим разделом (например – пескоструйная обработка).

Примечание. Если следующие после ВИК операции требуют более высокой степени очистки, следует выполнять очистку поверхности в соответствии с этими требованиями.

Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.

Визуальный и измерительный контроль проводят в соответствии с операционной технологической картой контроля (Приложение А) [20].

Перед началом контроля специалист, осуществляющий контроль, должен:

- получить задание на контроль с указанием типа и номера сварного соединения и его расположения на контролируемом объекте, параметров соединения и его элементов;
- ознакомиться с технологической инструкцией и операционной технологической картой, конструкцией и особенностями технологии выполнения сварных соединений в части способа сварки, а также документацией, в которой указаны допущенные отклонения от установленной технологии (если таковые предусмотрены ПТД).

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать:

- наличие маркировки шва и правильность ее выполнения;
- наличие клейма сварщика (бригады сварщиков);
- отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;
- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений следующих дефектов: пор, включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, незаваренных кратеров; грубой чешуйчатости, прижогов металла в местах касания сварочной дугой поверхности основного металла;
- наличие зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами.

Измерительный контроль сварного соединения, осуществляется для:

- измерения чешуйчатости сварного шва;
- измерения глубины межваликовой канавки («западания»);
- определения размеров поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;
- измерения величины смещения кромок, свариваемых элементов;
- определения протяженности выходящих на поверхность

непроваров и несплавлений;

- измерения глубины и протяженности подрезов;
- проверки геометрических параметров формы сварного шва;
- размеров катетов сварных угловых сварных соединений.

Высота и ширина сварного шва должна определяться не реже, чем через один метр по длине соединения, но не менее, чем в 3-х сечениях, равномерно расположенных по длине шва. При этом измерения выполняют, в первую очередь, на участках шва, вызывающих сомнение по результатам визуального контроля.

Измерение глубины западений между валиками при условии, что высоты валиков отличаются друг от друга, должно выполняться относительно валика, имеющего меньшую высоту. Аналогично следует определять и глубину чешуйчатости (по меньшей высоте двух соседних чешуек).

Высота усиления и величина вогнутости стыкового шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности шва от уровня расположения наружной свариваемой поверхности. В том случае, когда уровни поверхности деталей отличаются друг от друга, измерения следует проводить относительно уровня свариваемой поверхности, расположенной выше уровня другой свариваемой поверхности [20].

3.2.7.2 Радиографический контроль

Требования настоящего раздела разработаны на основании положений ГОСТ 7512-82* и распространяются на радиографический контроль сварных соединений (и их участков после ремонта сваркой) нефтепроводов и трубопроводов по п.п. 1.1.1 и 1.1.2 [20].

Радиографическому контролю в соответствии с требованиями настоящего РД могут быть подвергнуты сварные соединения трубопроводов

наружным диаметром до 1220 мм включительно и с номинальной толщиной стенки до 50 мм включительно.

Радиографический контроль проводится для выявления внутренних и выходящих на поверхность дефектов, таких как: газовые поры, шлаковые включения, непровары, несплавления, трещины, подрезы и др.

Разрешение на проведение радиографического контроля выдается специалистом, выполняющим визуальный и измерительный контроль, который делает соответствующую отметку в Заключение.

Требования к средствам радиографического контроля.

При радиографическом контроле следует использовать оборудование, материалы и приспособления в соответствии с требованиями РД-05.00-45.21.30-КТН-010-1 -04.

Энергия источников гамма-излучения, анодное напряжение на рентгеновской трубке выбираются в зависимости от толщины металла просвечиваемых изделий и типа применяемой рентгенографической пленки таким образом, чтобы была обеспечена требуемая чувствительность контроля и радиационная безопасность обслуживающего персонала.

При радиографическом контроле сварных соединений допускается применять радиографические мелкозернистые технические плёнки чувствительностью не выше 25 л/рентген (обратных рентген) при условии, что чувствительность получаемых снимков отвечает требованиям п. 4.4.6 [20] и нормативно-технической документации на контролируемый объект.

Для сокращения времени экспозиции радиографические плёнки можно применять с металлическими усиливающими экранами.

Примечание. Вместо радиографической пленки допускается применение других детекторов (приемников) радиационного излучения, например

«фосфорных пластин», при условии соблюдения требований данного пункта к чувствительности контроля.

Для сокращения времени экспозиции радиографические плёнки можно применять с металлическими усиливающими экранами. Коэффициент усиления металлических усиливающих экранов принимают равным 2 при просвечивании изотопами и равным 2,7 – при использовании рентгеновского излучения.

При использовании металлических усиливающих экранов необходим хороший контакт между пленкой и экранами. Это может быть достигнуто применением рентгеновской пленки в вакуумной упаковке или посредством хорошего прижима в рулоне или в отдельной упаковке [20].

В качестве рентгеновского аппарата для контроля стыков запорной арматуры используется аппарат АРИНА – 7 (См. рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 Аппарата для рентгеновского контроля АРИНА – 7

Технические характеристики аппарата АРИНА – 7 представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики аппарата АРИНА – 7 [21]

Параметр	Значение
1	2
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

Продолжение таблицы 3.10

1	2
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.

Для выполнения рентгеновских снимков предлагается использовать кассеты радиографические РЕНЕКС КРП с экранами ЭУ-В1, ЭУ-В2.

Кассета рентгенографическая для общей радиологии РЕНЕКС КРП с усиливающими экранами ЭУ-В1 или ЭУ-В2 предназначена для предохранения пленки от губительного воздействия на нее видимого света в процессе ее переноса и экспонирования при рентгенографии. Кассета состоит из передней крышки, задней крышки и усиливающих радиографических экранов. Передняя крышка представляет собой короб, изготовленный из светонепроницаемой рентгенопрозрачной пластмассы. На переднюю крышку с внутренней стороны наклеена стальная фольга, на которую сверху наклеен усиливающий экран. На переднюю крышку с наружной стороны наклеена этикетка "К ИЗЛУЧАТЕЛЮ". Задняя крышка изготовлена из окрашенного ударопрочного пластика, имеющего сотовую структуру. На крышку с внутренней стороны наклеена светонепроницаемая пластина жесткости и магнитная резина. Сверху на резину наклеен усиливающий экран. Задняя крышка с наружной стороны имеет зажим для фиксирования карточки пациента. Передняя и задняя крышки кассеты соединены между собой пластиковой светонепроницаемой петлей. Кассета предназначена для работы с синечувствительной рентгеновской пленкой.

Размер кассеты подбирается в зависимости от размера используемой пленки [22].

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, 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 детальная разработка 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 [13].

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.

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 магистральных трубопроводов используются простые винтовые приспособления для жесткого закрепления и удобного поворота детали. Применяются шаблоны для определения симметрии и соосности (рисунок 3.5). 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.

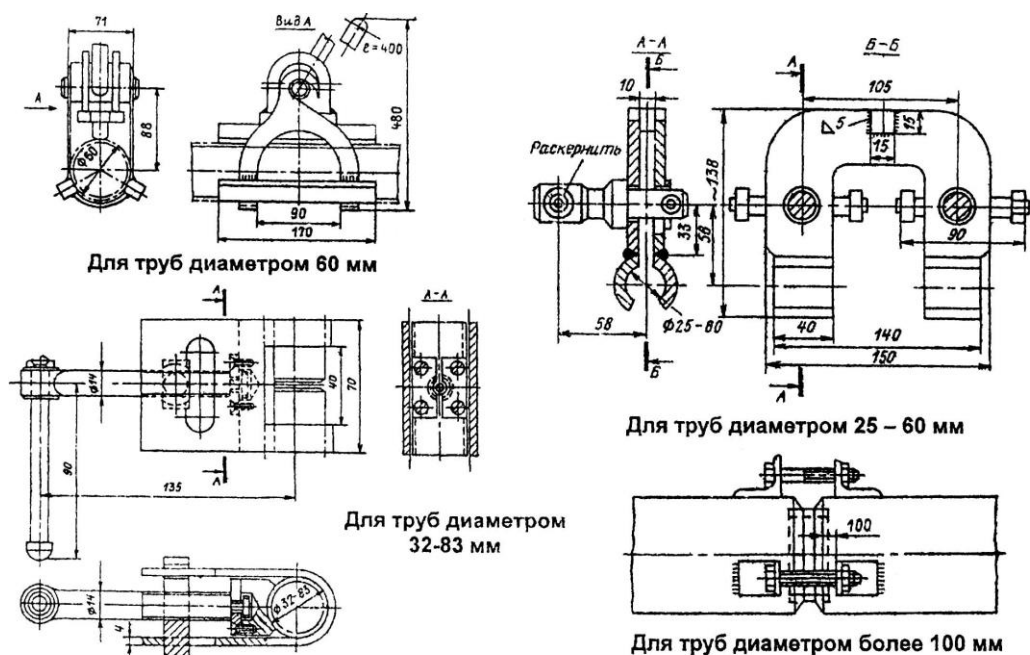


Рисунок 3.5 Приспособления для сборки труб

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

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 магистрального 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 [23]:

- 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 вне трассовые и внутри трассовые, 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 [23]:

- 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 отдельным способом при трассовой изоляции и отдельным - 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.

3.6.1 Сварочно-монтажные работы

Выполнению работ по сварочно-монтажным работам на трассе предшествует комплекс организационно-технических мероприятий и подготовительных работ [24]:

- 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 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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 запорной арматуры 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 [25]:

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

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

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

K – капиталовложения, руб/изд.

По базовому технологическому процессу изготовления запорной арматуры производится сварка ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. В качестве сварочного оборудования применяется сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO.

В предлагаемом технологическом процессе изготовления запорной арматуры в качестве способа сварки предложена механизированная сварка порошковой проволокой Innershield NR-203Ni1. Для механизированной сварки приняты: механизм подачи проволоки K316L-1 LN-23P, сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO, K350-1 комплект адаптера LN-23P для 14-пин соединения.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого технологических процессов изготовления запорной арматуры. Из-за наличия большого сортамента труб, расчеты будем проводить для трубы диаметром 720 мм, толщиной стенки 16 мм. Длина сварного шва одного стыка 2,262 м. Расчетный производственный цикл сварки и контроля включает 1 этап (единица изделия): изготовление одной запорной арматуры.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капиталовложение в оборудование K_{co} определяем по формуле [25]:

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

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,
 $F_d=3752$ ч.;

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2019 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [15] [16] [17]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
Lincoln Electric Invertec V350-PRO 2 шт.	485670
Предлагаемый технологический процесс	
K316L-1 LN-23P 2 шт.	109875,59
Lincoln Electric Invertec V350-PRO 2 шт.	485670
K350-1 комплект адаптера LN-23P 2 шт.	64632,4

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _о , руб/ед.
1	2
Базовый технологический процесс	
Lincoln Electric Invertec V350-PRO 2 шт.	14215

Продолжение таблицы 4.2

1	2
Предлагаемый технологический процесс	
K316L-1 LN-23P 2 шт.	6739
Lincoln Electric Invertec V350-PRO 2 шт.	
K350-1 комплект адаптера LN-23P 2 шт.	

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [19]:

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

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

P_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	Ц _{пр} , руб	С _п , шт.	К _{пр} , руб/ед
Базовый технологический процесс			
Звеньевой центратор	5100	1	79,4
Предлагаемый технологический процесс			
Звеньевой центратор	5200	1	36,35

4.2.2 Определение затрат на основные материалы

Затраты на основной материал $C_{\text{м}}$ руб/изд определяем по формуле [25]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot C_{\text{м,н}} \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (4.4)$$

где $m_{\text{м}}$ – расход материала на одно изделие, $m_{\text{м}} = 2741,74 \cdot 1,3 = 3564,26$ кг;

$C_{\text{м}}$ – средняя оптовая цена материала 17Г1С, руб/кг, $C_{\text{м}} = 74,72$ руб/кг;

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

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0 = m_m \cdot 0,3 = 2741,74 \cdot 0,3 = 822,52$ кг/шт;

Π_0 – цена возвратных отходов, $\Pi_0 = 20$ руб/кг.

Подставляя значения в формулу получим:

$$C_M = 1,04 \cdot (3564,26 \cdot 74,72) - 822,52 \cdot 20 = 255588,95 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку СП для предлагаемого техпроцесса определяем по формуле [25]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродов Э50А Ø3,2 мм по базовому техпроцессу, $G_d = 22,886$ кг;

G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки Innershield NR-203Ni1 Ø2 мм по предлагаемому техпроцессу, $G_d = 20,326$ кг;

G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки Innershield NR-203Н Ø1,7мм по предлагаемому техпроцессу, $G_d = 2,54$ кг;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [25], $k_{п.с.} = 1,03$ (1,6);

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п.с.}$ – стоимость сварочной проволоки на 01.01.2019, руб/кг;

$\Pi_{п.с1}$ электродов Э50А ЛБ-52У, руб/кг; $\Pi_{п.с1} = 380$;

$\Pi_{п.с2}$ – сварочной проволоки Innershield NR-203Ni1, руб/кг; $\Pi_{п.с2} = 1563$;

$\Pi_{п.с3}$ – сварочной проволоки Innershield NR-204Н, руб/кг; $\Pi_{п.с2} = 550$.

Для базового процесса:

$$C_{п.с} = 22,886 \cdot 1,6 \cdot 380 = 13914,69 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого процесса:

$$C_{п.с} = 20,326 \cdot 1,03 \cdot 1,1 \cdot 1563 + 2,54 \cdot 1,03 \cdot 1,1 \cdot 550 = 37577,69 \text{ руб/изд.}$$

4.2.3 Определение затрат на заработную плату

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

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (4.6)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2019, руб., TC – 87 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:

$$C_{з.п.сд} = 87 \cdot \frac{1947,08}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100} \right) = 8407,8 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = 87 \cdot \frac{874,32}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100} \right) = 3775,45 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

4.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

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

- расход дизельного топлива потребляемого генератором:

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

где $t_{дг}=1,4$ ч – продолжительность работы дизельного генератора во время

выполнения стыка, при нагрузке 70%;

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

$\Pi_{\text{топ}}=20$ 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:

$C_{\text{э.с.}} = 53119,59$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому

процессу: $C_{\text{э.с.}} = 23852,91$ руб.

4.2.5 Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования C_a , руб/изд. определяем

по формуле [25]:

$$C_a = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_0 \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{F_d}, \quad (4.9)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [25];

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 0,15 \dots 0,20$.

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Амортизация и ремонт оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	а _и , %	С _з , руб/изд.	а _и , %	С _з , руб/изд.
Lincoln Electric Invertec V350-PRO	14,3	304,92		-
K316L-1 LN-23P		-	14,3	144,56
Lincoln Electric Invertec V350-PRO				
K350-1 комплект адаптера LN-23P				

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = C_m + C_{в.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_a + C_u + C_{зп.вс.р} \cdot 12 + C_{зп.АУП}, \quad (4.10)$$

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.;

$C_{зп.вс.р}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{зп.АУП}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_o + K_{пр}. \quad (4.11)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 14215 + 79,4 = 17295 \text{ руб/изд.},$$

$$C = 255588,95 + 13914,69 + 8407,8 + 53119,59 + 304,92 = 331335,94 \text{ руб/изд.},$$

$$З_п^1 = 331335,94 + 0,15 \cdot 17295 = 333480,14 \text{ руб/изд.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 6739 + 36,35 = 6776 \text{ руб/изд.},$$

$$C = 255588,95 + 37577,69 + 392,51 + 3775,45 + 23852,91 + 144,56 = 320939,55 \text{ руб/изд.},$$

$$Z_{\text{п}}^2 = 320939,55 + 0,15 \cdot 6776 = 321955,9 \text{ руб/изд.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\Xi = Z_{\text{п}}^1 - Z_{\text{п}}^2, \quad (4.12)$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Xi = 333480,14 - 321955,9 = 11524,24 \text{ руб/изд.}$$

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Количество единиц оборудования, шт	2
2	Средний коэффициент загрузки оборудования, %	65,7
3	Общее количество работающих, чел	11
	вспомогательный рабочий, чел.	2
	электросварщик, чел.	2
	стропальщик, чел.	1
	автокрановщик, чел.	1
	машинист трубоукладчика, чел.	1
	водитель тягача, чел.	2
	контролер качества продукции, чел.	1
	ИТР, чел	1

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3
4	Средний тарифный разряд производственных рабочих	5
5	Расход сварочных материалов на изделие, кг	25,93
6	Экономическая эффективность от внедрения нового технологического процесса, руб/изд.	11524,24

Вывод. На основе приведенных технико-экономических расчетов можно сделать вывод, что применение на проектируемом участке механизированной сварки порошковой проволокой выгоднее, чем применение ручной дуговой сварки.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе производится сварка и контроль качества сварных швов запорной арматуры. По базовому технологическому процессу изготовления запорной арматуры производится ручная дуговая сварка покрытыми электродами. В качестве сварочного оборудования используется сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO. В качестве контролирующего метода используется метод неразрушающего радиографического контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа с применением кассет.

По предлагаемому технологическому процессу производится механизированная сварка порошковой проволокой. В качестве сварочного оборудования используется механизм подачи проволоки K316L-1 LN-23P [15], сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO [16], K350-1 комплект адаптера LN-23P для 14-пин соединения [17]. В качестве контролирующего метода используется метод неразрушающего радиографического контроля с помощью рентгеновского аппарата АРИНА – 07 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. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

5 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

6 Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

7 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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

9 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

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 дуговой сварке вне помещения, т.е. в нестационарных условиях и последующем рентгенографическом контроле могут быть выявлены следующие опасные и вредные факторы [27]:

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

При изготовлении трубопроводов с применением дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м^3) с содержанием марганца до 13,7%, а также CO_2 до 0,5-0,6%, CO – до 160 мг/м^3 , окислов азота до 8 мг/м^3 , озона – до $0,35 \text{ мг/м}^3$. 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.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- Механизм подачи проволоки K316L-1 LN-23P;
- выпрямитель Lincoln Electric Invertec V350-PRO;
- 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 [28].

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. 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 противозумовые наушники.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [29].

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 запорной арматуры 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 произведённой 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 – 07 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 несгораемых материалов, обеспечивающих надежную теплоизоляцию. Спецобувь также изготавливается из несгораемых 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 [30].

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, мЗв/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 материалов;
- 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° , 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_3 менее 4 Ом.

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

Сопротивление одиночного заземления вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [31]:

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

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.

$$R_{TP} = \frac{1 \cdot 10^5}{2 \cdot 3,14 \cdot 200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 2000}{5} = 13 \text{ Ом.}$$

Определяем потребное 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:

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

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_{II} – длина полосы, см;

b – ширина полосы, см;

h – глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [31]:

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

где a – расстояние между заземлениями, см;

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

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

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

$$R_{\text{с}} = \frac{R_{\text{тр}} \cdot R_{\text{п}}}{R_{\text{тр}} \cdot h_{\text{п}} + R_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{э}} \cdot n}, \quad (5.6)$$

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

n – число труб заземлений, шт;

$\eta_{\text{э}}$ – коэффициент использования труб контура, $\eta_{\text{э}} = 0,8$;

$h_{\text{п}}$ – коэффициент использования соединительной полосы, $h_{\text{п}} = 0,7$.

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

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 (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 и 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 представляемой выпускной квалификационной работе разработана технология сборки - сварки и рассмотрен контроль качества изготовления запорной арматуры для установки в магистральный нефтепровод диаметром 720 мм.

В ВКР представлен рациональный выбор способа сварки, произведен выбор режимов сварки. В работе предложено заменить ручную дуговую сварку покрытыми электродами на сварку порошковой проволокой. Представлены методы контроля качества кольцевых сварных соединений, предложено заменить рентгеновскую пленку кассетами.

Разработаны мероприятия по технике безопасности и охрана труда при выполнении сборочно-сварочных и слесарных операций.

Приведен технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого технологических процессов изготовления запорной арматуры.

Для сборки и сварки запорной арматуры предложена сварка порошковой проволокой. В качестве оборудования используется механизм подачи проволоки K316L-1 LN-23P с инвертором Lincoln Electric Invertec V350-PRO.

На основе такой замены был рассчитан экономический эффект:
 $\mathcal{E}=11524,24$ руб/изд.

Список использованных источников

1. Учебное пособие для обучения по рабочей профессии: «Трубопроводчик линейный 2-5 разрядов» АК «ТРАНСНЕФТЬ» 2008 г.
2. СНиП III-42-80. Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ.
3. ВСН 006-89. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка.
4. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы.
5. Сталь 17Г1С (17Г1С-У) конструкционная низколегированная кремнемарганцовистая [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://mmetallurg.ru/marochnik-stali/konstrukcionnaya/uglerodistaya-obyiknovennaya/17g1s/?yclid=2425408227435117102>
6. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.
7. Порошковая проволока Innershield одна из крупнейших разработок компании Lincoln Electric в области высоко производительной полуавтоматической сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.lincolnweld.ru/products/Katalog/Svarochnye_materialy/Provoloki_poroshkovye_gazozaschitnye_i_samozaschit/Samozaschitnye_poroshkovye_provoloki/Samozaschitnaya_provoloka_innershield_kak_eto_rabo/
8. Innershield® NR®-203Ni1 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.lincolnweld.ru/files/uploads/files/innershield%20nr%20203%20ni1.pdf>
9. Костин А.М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.
10. Проволока сварочная Linkoln NR 204H ф1. 7 в Москве [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://abino.ru/moskva/oborudovanie/provoloka-svarochnaya-537252683>
11. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства.

Томск. «Томский политехнический университет» – 2011. – 247 с.

12. РД 25.160.00-КТН-011-10 «Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов»

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

14. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.

15. Крампит Н. Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. – 2002. – 26 с.

16. K316L-1 LN-23P Механизм подачи проволоки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://svarportal.ru/shop/product/k316l-1-mekhanizm-podachi-provoloki-ln-23p>

17. Сварочный аппарат инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://kemerovskayaobl.tiu.ru/p387241274-svarochnyj-apparat-invertor.html>

18. K350-1 комплект адаптера LN-23P для 14-пин соединения [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://svarportal.ru/shop/product/k350-1>

19. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы.

20. РД-08.00-60.30.00-КТН-046-1-05. Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов

21. Аппарат рентгеновский импульсный Арина – 7 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: https://svarka74.ru/catalog/impulsnye_rentgenovskie_apparaty/apparat_rentgenovskiy_impulsnyy_arina_7/

22. Кассета радиографическая РЕНЕКС КРП с экранами ЭУ-В1, ЭУ-В2 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://kemerovskayaobl.tiu.ru/p299462084-kasseta-radiograficheskaya-reneks.html>

23. СН 452-73. Нормы отвода земель для магистральных

трубопроводов.

24. СНиП 12-01-2004. Организация строительства.

25. 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. – 32 с.

26. Проволока Innershield NR-203Ni1 (1%) Ø2×6,35кг [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://anot.su/catalog/svarochnye_materialy/poroshkovye_provoloiki/5307/

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

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

29. 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. – 298 с.

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

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