

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

ОПОП «Оборудование и технология сварочного производства»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологии врезки задвижки в систему технологического трубопровода диаметром 500 мм

УДК 621.646.986:621.9.014.4

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Артиков А.М.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ОПОП «Оборудование и технология сварочного производства»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2022 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

Студент гр. 3-10А70

Артиков А.М.

Руководитель ВКР

Крюков А.В.

Школа Юргинский технологический институт
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 ОПОП «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ОПОП
 «Оборудование и технология сварочного производства»
 _____ Д. П. Ильященко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А70	Артикову Антону Михайловичу

Тема работы:

Разработка технологии вварки задвижки в систему трубопровода с диаметром трубы 500 мм и толщиной стенки 5 мм	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24.01.2022, 24-21/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

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 и анализ литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Разработка технологического процесса. 4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений. 5. Проектирование участка сборки-сварки. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		Презентация	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>			
Раздел		Консультант	
Технологическая и конструкторская часть		Крюков А.В.	
Социальная ответственность		Солодский С.А.	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		Ильященко Д.П.	
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:			
Реферат			

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2022 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Артиков А.М.		

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

Школа Юргинский технологический институт
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
ОПОП «Оборудование и технология сварочного производства»
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 – 2022 учебного года)

Форма представления работы:

ВКР бакалавра (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)
--

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	Обзор литературы	20
25.02.2022	Объекты и методы исследования	20
25.03.2022	Расчеты и аналитика	20
25.04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25..05.2022	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:
Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОПОП

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Артиков А.М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А70	Артикову Антону Михайловичу

Школа	Юргинский технологический институт	Направление	15.03.01 Машиностроение
Уровень образования	бакалавр	ОПОП	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	163036,68 руб 1314,78 руб 161,49 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Электроды	505 кг 1,147 кг
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений
2. Расчет составляющих себестоимости
3. Расчет количества приведенных затрат

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2022
--	------------

Задание выдал:

Руководитель ОПОП «Оборудование и технология сварочного производства»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

Консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А70	Артиков А.М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A70	Артикову Антону Михайловичу

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 сварки задвижки 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 производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	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)	Презентация

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A70	Артиков А.М.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 98 с., 10 рис., 17 табл., 41 источников, 3 прил., 13 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ЭЛЕКТРОД, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СТЫК, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЦЕНТРАТОР, ВРЕЗКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является врезка задвижки.

Цель работы: разработка технологии врезки задвижки.

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

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 266781 руб;
- себестоимость продукции 619572,15 руб;
- количество приведённых затрат 659589,37 руб/изд. х год.

Abstract

Final qualifying work 98 p., 10 drawings, 17 tables, 41 sources, 3 applications, 13 p. graphic material.

Key words: FUSION WELDING, ELECTRODE, WELDING MODES, JOINT, WELDING EQUIPMENT, CENTRALIZER, WELDING, TECHNOLOGY, INDUSTRIAL SAFETY, COST PRICE.

The object of development is the valve welding.

Purpose of work: valve welding technology.

In the process of performing the work, the components of the product were studied, the steel grade was described, the welding method was selected, the welding modes and welding consumables were determined, operations were standardized, technological maps were drawn up, and the required amount of equipment and the number of workers were calculated.

As a result of the work, welding modes were determined, welding equipment was selected, assembly and welding operations were standardized. The cost factor has been calculated.

Economic indicators:

- capital investments 266781 rubles;*
- cost of production 619572,15 rubles;*
- the number of reduced costs 659589,37 rubles / ed. x year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	15
Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	18
1.1 Сварочное оборудование	18
1.2 Сварочные приспособления	24
1.3 Заключение	26
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Описание сварной конструкции	27
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	27
2.2.1 Требования к подготовке кромок	33
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	33
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	34
2.2.4 Требования к сварке	35
2.2.5 Требования к контролю	36
2.3 Методы и средства проектирования	37
2.4 Постановка задачи	38
3 Разработка технологического процесса	39
3.1 Анализ исходных данных	39
3.1.1 Основные материалы	39
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	41
3.1.3 Выбор сварочных материалов	42
3.2 Расчет технологических режимов	43
3.3 Выбор основного оборудования	46
3.4 Выбор оснастки	49
3.5 Составление схем узловой и общей сборки	50
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	51
3.7 Разработка технологической документации	56
	12

3.8 Техническое нормирование операций	59
3.9 Материальное нормирование	62
3.9.1 Расход металла	62
3.9.2 Расход электродов	62
3.9.3 Расход электроэнергии	63
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	64
4.1 Выбор сборочно-сварочной оснастки	64
5 Проектирование участка сборки сварки	66
5.1 Пространственное расположение производственного процесса	66
5.2 Расчёт основных элементов производства	67
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	67
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	67
6 Финансовый менеджмент	68
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	68
6.2 Экономический анализ техпроцесса	68
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	69
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	69
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	71
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	71
6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату	72
6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию	72
6.2.2.5 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	73
6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений	74
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	75
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	75
7 Социальная ответственность	77
7.1 Описание рабочего места	77
7.2. Законодательные и нормативные документы	77

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	79
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	82
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	82
7.5 Охрана окружающей среды	87
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	87
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
Заключение	91
Библиография	92
Приложение А (Вварка задвижки)	96
Приложение Б (Карта технологического процесса сборки и сварки сварного соединения)	97
Приложение В (План участка)	98
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графический материал	на отдельных листах
Вварка задвижки	демонстрационный лист
Сборка стыка труб	демонстрационный лист
Способ сварки и сварочные материалы	демонстрационный лист
Сварка	демонстрационный лист
Технологическая схема сборки	демонстрационный лист
Методы контроля и оборудование	демонстрационный лист
План участка	демонстрационный лист
Негативные факторы сварочного производства	демонстрационный лист
Основные технико-экономические показатели участка	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

РДС – ручная дуговая сварка

КЗ – короткое замыкание;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЦЗН – центратор звенный наружный;

НД – нормативная документация;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ИТР – инженерно-технические работники;

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

ГОСТ 32569-2013 – Трубопроводы технологические стальные;

ГОСТ 16037-80 – Соединения сварные стальных трубопроводов.

Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 33857-2016 – Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования;

ГОСТ 19282-73 – Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная. Технические условия;

ГОСТ 19282-73 – Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная. Технические условия;

ГОСТ 30564-98 – Трубы бесшовные горячедеформированные из углеродистых и легированных сталей со специальными свойствами. Технические условия;

ГОСТ 9467-75 – Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей;

ГОСТ 33857-2016 – Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования;

ГОСТ 16037-80 – Межгосударственный стандарт. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 3.1105-2011 – Межгосударственный стандарт. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения;

ГОСТ 3.1705-81 – Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка;

ГОСТ 3.1407-86 – Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки;

ГОСТ 3.1703-79 – Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы;

ГОСТ Р 2.610 – Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов;

ГОСТ Р 2-601-2019 – Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы;

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

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ – Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;

ГОСТ 12.1.012-90 – ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования;

ГОСТ 12.1.046-78 – ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация;

ГОСТ 12.1.003-83 – Шум. Общие требования безопасности;

ГОСТ 12.4.250-2013 – Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла;

ГОСТ 12.2.003-81 – Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

Введение

Темой данной выпускной квалификационной работы является «Разработка технологии врезки задвижки в систему трубопровода с диаметром трубы 500 мм и толщиной стенки 5 мм».

Задвижка является разновидностью запорной трубопроводной арматуры, применяемой на различных объектах: от небольших, используемых в коммунальных и технических, до наиболее больших, используемых в магистральных трубопроводах. Они предназначены для обеспечения полного перекрытия движения рабочей жидкости различного состава и назначения [1].

Врезка задвижки в трубопровод представляет собой комплекс операций по монтажу данного оборудования в уже готовую магистраль. Работы проводятся в условиях, при которых происходит эксплуатация данного трубопровода, а не в пределах производства. Это усложняет процесс, поскольку ограничивает применение приспособлений, доступных в условиях цеха. Так же может быть ограничен доступ к месту врезки [2].

Своевременный и быстрый ремонт технологических трубопроводов является актуальной задачей сварочного производства, так как это позволяет уменьшить простои в работе трубопровода и как следствие снизить издержки.

Целью работы является разработка технологии вварки задвижки в трубопровод диаметром 500мм и толщиной стенки 5 мм.

Задачами выполнения работы являются: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сварочного производства по разделам.

Объектом разработки является технологический трубопровод.

Предметом разработки является проектирование участка вварки задвижки.

1 Обзор и анализ литературы

В ходе изучения различной литературы в данной предметной области были проведены исследования источников питания для осуществления сварочного процесса и приспособления, применяемого при сборочно-сварочных работах в данном технологическом процессе.

Исходим из того, что технологический процесс осуществляется непосредственно на месте проложенной магистрали трубопровода.

1.1 Сварочное оборудование

Для обеспечения сварочного процесса в трассовых условиях установки, как правило, комплектуются следующим оборудованием [3]:

- источник питания сварочной дуги (сварочный агрегат с двигателем внутреннего сгорания, сварочный выпрямитель, сварочный электромашинный преобразователь);
- аппаратура для непосредственного осуществления процесса сварки.

Проектируемый технологический процесс предполагает проведение работ ручной дуговой сваркой (РДС).]

Сварку РДС выполняют с подключением источника питания при помощи кабеля к свариваемому изделию и электрододержателю с закрепленным на нем электродом.

Источником питания сварочной дуги называют электротехническую машину, используемую для получения электрического тока, по величине и напряжению необходимого для сварки [4].

Рассмотрим возможные варианты источников питания дуги. Они классифицируются по различным признакам: роду тока, напряжению питающей дуги, по виду внешней статической нагрузки. Каждый из

перечисленных видов классифицируется по следующему ряду признаков, соответствующих определенному виду оборудования.

Подробная классификация источников питания сварочной дуги представлена на рисунке 1.1 [5].



Рисунок 1.1 – Классификация источников питания сварочной дуги

К источникам питания, применяемых для сварки трубопроводов, предъявляются следующие требования:

- высокие динамические характеристики (время переходного процесса источника питания $t_{пп}$ должно быть не более 0,05 с);
- наличие приборов для контроля режима сварки;
- напряжение холостого хода для трансформаторов не более 80 В, а для источников постоянного тока не более 90 В;
- при аргонодуговой сварке W-электродом целесообразно применять специализированные источники питания (например, ТИР-315 или ВСВУ-630), так как они обеспечивают плавное нарастание тока в момент зажигания дуги, импульсно-дуговой процесс в рабочем диапазоне режимов и плавное снижение тока при заварке кратера;

- желателен инверторный источник питания, не только дающий качественные сварные соединения ответственных стыков трубопроводов, но и позволяющий улучшить организацию работ;
- наличие плавной регулировки режима сварки во всем диапазоне;
- предпочтительно использовать источники питания со стабилизацией режима сварки при колебаниях напряжения питающей сети;
- для электродов марок АНО-6М, МР-3, ОЗС-4, ЛИО-4, ЛНО-18, АНО-24 можно применять источники питания переменного тока.

Соответствие вида внешних статических характеристик источника технологическому процессу дуговой сварки показаны на рисунке 2.



Рисунок 1.2 – Соответствие вида внешних статических характеристик источника технологическому процессу дуговой сварки

Источниками питания для сварки являются различные преобразователи тока промышленной частоты или генераторы, которые самостоятельно вырабатывают электроэнергию требуемых параметров.

Необходимо заметить, что для электродуговой сварки необходимы особые параметры питающего тока и напряжения (напряжение - низкое, а ток - очень большой). В связи с этим возникает необходимость как минимум, понизить стандартное напряжение бытовой или промышленной сети.

А в лучшем случае – привести рабочие характеристики питания в соответствие с заданной потребностью. Таким образом, к источникам питания сварочной дуги выдвигаются особые требования:

- обеспечить легкость зажигания дуги;
- поддерживать стабильное горение;
- контролировать верхний порог тока КЗ;
- обладать хорошей динамикой;
- обеспечивать требования по электробезопасности.

Виды источников питания [6]:

- трансформаторы;
- выпрямители;
- преобразователи;
- генераторы.

Работа агрегатов основана на базе двигателя внутреннего сгорания – бензинового или дизельного. Бензиновые – дешевле, дизельные – имеют большую мощность и моторесурс.

В таблице 1.1 сведены характеристики источников питания.

К выбору сварочного оборудования, которое будет обеспечивать процесс сварки и установленные режимы необходимо подходить с учетом выполнения требований сборочно-сварочных операций, установленных режимов сварки, соблюдением технических условий под сборку и сварку. Немаловажным фактором является выбор современного высокотехнологичного оборудования.

Таблица 1.1 – Характеристики источников питания

Источник питания	Принцип работы	Характеристики
1	2	3
трансформатор	Использование дросселя – реактивная катушка индуктивности	Достоинства: варит только переменным током; простота конструкции; высокий КПД; экономный расход энергии; надежен; ремонтпригоден; бесшумность; низкая стоимость. Недостатки: большие габариты и масса; нестабильное горение дуги; дуга зависит от скачков питающего напряжения; применение специальных покрытых электродов; ограниченный перечень свариваемых металлов (в основном низкоуглеродистые стали)
выпрямитель (однофазный и трехфазный, стационарный или мобильный, имеет любую вольт-амперную характеристику)	Преобразует ток из переменного в постоянный, используя полупроводниковые элементы на основе селена либо кремния	Достоинства: бесшумная работа, высокий КПД (выше, чем у трансформаторов); широкий диапазон использования металлов и сплавов (практически любые); малые потери на ХХ; сравнительно небольшие габариты и вес; низкое потребление энергии

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3
		Недостатки: сильный нагрев во время работы; использование системы охлаждения; чувствительны к скачкам напряжения и пыли; высокая стоимость
преобразователь	механическим способом превращает переменный ток в постоянный	Достоинства: нечувствительны к перепадам напряжения; могут выдавать очень большой ток (300, 500, некоторые модели 1000 А) Недостатки: большая масса (до 500кг); регулярное проведение ТО; не высокий КПД
генератор	механическим способом вырабатывают постоянный ток	Достоинства: устойчивая дуга; высокое качество шва; не чувствительность к колебаниям напряжения Недостатки: наличие вращающихся деталей; ремонты; низкий КПД; высокая стоимость; не экономичны
инвертор	инверсия — зеркальное превращении одного состояния энергии в другое	Достоинства: малые масса и энергопотребление; высокий уровень безопасности; плавная регулировка выходного тока и малое разбрызгивание расплава при сварке Недостатки: необходимость тщательного ухода и защиты от пыли; не любит морозов; и не очень дешев в ремонте

Основными критериями для выбора рациональных типов оборудования служат:

- техническая характеристика, наиболее отвечающая принятым в разрабатываемом техпроцессе режимам сварки;
- наибольшая эксплуатационная надежность и простота обслуживания;
- наибольший коэффициент полезного действия и наименьшее потребление энергии при работе;
- наименьшие габариты, обеспечивающие минимальную площадь для размещения;
- наименьшая масса и минимальная стоимость.

1.2 Сварочные приспособления

Рассмотрим приспособления, обеспечивающие надежное крепление труб в наружном положении.

Процесс крепления труб перед сваркой – достаточно трудоемкий процесс и порой занимает времени больше, чем непосредственно сама сварка. Для уменьшения потерь времени применяют различные приспособления, которые позволяют существенно упростить фиксацию свариваемых элементов. Качество сварки труб напрямую зависит от их точного центрирования и стыковки между собой. Центраторы обеспечивают не только надежность крепления труб в процессе сварки, но и способствуют их центрированию по одной оси [7].

Достоинства применения центраторов:

- надежность фиксации;
- точность их совмещения;
- удобство применения;
- долговечность.

В настоящее время существует две модификации центраторов:

- центратор звенный наружный (ЦЗН);
- центратор наружный эксцентриковый (ЦНЭ).

Конструкция ЦЗН показан на рисунке 1.3 и представляет собой многоугольник, состоящий из шарнирно соединенных звеньев с нажимными роликами. Обжим труб происходит при помощи винтового зажима замыкающих звеньев, который уменьшает диаметр центратора до величины диаметра труб.

Центраторы применимы для диаметров труб различных диапазонов в пределах, указанных для данной конструкции.

Конструкция ЦНЭ показана на рисунке 1.4 и состоит из нескольких дуг и зажима-эксцентрика, при помощи которого производится фиксация труб.



Рисунок 1.3 – Центратор ЦЗН



Рисунок 1.4 – Центратор ЦНЭ

Таким образом, изучив литературу по данному направлению, делаем вывод о целесообразности использования в качестве источника питания – инвертор. Центрирование труб производим центратором ЦЗН, который обеспечит [8]:

- мобильность (относительно небольшой вес устройства и простота его установки и снятия позволяют без лишних проблем и дополнительного оборудования перемещать его с одного места работы на другое);
- возможность получения ровного и прочного сварного шва без перекосов;
- доступность по цене.

1.3 Заключение

Из приведенного выше анализа при проектировании технологического процесса врезки задвижки в трубопровод целесообразно применить сварочный аппарат инверторного типа *ESAB Renegade ES 300iEU* так как он характеризуется надежностью и гарантирует высокое качество сварного шва.

В качестве технологической оснастки целесообразно применить цепной центратор 40220 *RIDGID* 461 так как он дает возможность быстрого монтажа и подходит для центровки различных диаметров труб.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие представляет собой часть технологического трубопровода. Работы по врезке затвора осуществляются в действующий трубопровод. Изделие выполнено из стали 09Г2С (класс прочности К48) (ГОСТ 19282-73). Размеры трубы: Ø 500 мм, толщина стенки 5 мм.

Изделие предназначено для транспортировки жидких сред. В процессе эксплуатации подвергается воздействию динамических и статических нагрузок. В процессе работы трубопровод находится под воздействием воздушной среды снаружи и жидкой среды внутри. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции. Внешний вид изделия представлена в приложении А.

Габаритные размеры изделия: 650 x 580 x 1705 мм.

Масса изделия 505 кг.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Требования к технологическим трубопроводам регламентированы ГОСТ 32569-2013 Трубопроводы технологические стальные [9].

Он устанавливает основные технические требования к технологическим трубопроводам: условия выбора и применения труб, деталей трубопроводов, арматуры и основных материалов для их изготовления, а также требования к сварке и термообработке, размещению трубопроводов, условиям нормальной эксплуатации, соблюдение которых обязательно для предприятий, имеющих подконтрольные надзорным органам производства.

Согласно определениям данного ГОСТ техническое устройство, устанавливаемое на трубопроводах, оборудовании и емкостях и

предназначенное для управления потоком рабочей среды посредством изменения площади проходного сечения, называется трубопроводной арматурой (арматурой).

Основные положения и расчетные параметры для проектирования.

ГОСТ устанавливает требования по внесению изменений в проектную документацию:

- изменения, возникающие в процессе изготовления, монтажа и ремонта трубопровода, в том числе замена материалов, деталей и изменения категории трубопроводов, должны согласовываться с разработчиком проектной документации или выполняться организацией, имеющей право проведения указанной работы;

- эксплуатация трубопроводов, после окончания расчетного срока службы, допускается только при получении положительного технического заключения о возможности его дальнейшей работы и разрешения на применение в порядке, установленном НД;

- для труб и арматуры должны быть проведены расчеты на номинальное, пробное и рабочее давление;

- толщина стенки труб и деталей трубопроводов должна производиться с учетом расчетов на прочность по нормативно-техническим документам применительно к действующему сортаменту труб.

Классификация трубопроводов.

ГОСТ 32569-2013 устанавливает различные категории трубопроводов в зависимости от класса опасности транспортируемого вещества и устанавливает правила их обозначения. Обозначение трубопровода в общем виде содержит обозначение группы транспортируемой среды и ее категории. Например, «трубопровод I группа А(б)» обозначает трубопровод, по которому транспортируется среда группы А (б) с параметрами категории I.

Требования к конструкции трубопроводов.

ГОСТ в обязательном порядке устанавливает требование к конструкциям в плане возможности выполнения всех видов контроля

(наружный и внутренний осмотры или гидравлическое испытание). Специалист, проектирующий данный трубопровод должен указать методику, периодичность и объем контроля, выполнение которых обеспечит своевременное выявление и устранение дефектов.

Сварные швы и их расположение, требования к сборочным единицам.

При проведении работ необходимо учитывать, что расстояние между соседними кольцевыми стыковыми сварными соединениями должно быть не менее трехкратного значения номинальной толщины свариваемых элементов, но не менее 100 мм для диаметров до 219 мм вкл., 250 мм для диаметров до 550 мм вкл. и 400 мм для диаметров более 550 мм.

Это расстояние должно обеспечивать возможность проведения местной термообработки и контроля шва неразрушающими методами.

При наличии на участке изгиба трубы, расстояние от начала изгиба до оси кольцевого сварного шва должно быть не менее наружного диаметра трубы, но не менее 100 мм.

Длина прямого участка между сварными швами двух соседних гибов должна составлять не менее 100 мм при $DN < 150$ и 200 мм при $DN \geq 150$.

В случае, когда поперечные стыковые сварные соединения, подлежат ультразвуковому контролю, длина свободного прямого участка трубы (элемента) в каждую сторону от оси шва (до ближайших приварных деталей, начала гiba, оси соседнего поперечного сварного шва) должна быть не менее величин, приведенных в таблице 2.1.

Трубы.

ГОСТ определяет пределы применения труб из сталей различных марок. Сведения указаны в приложении А настоящего ГОСТ (таблица А.1).

Бесшовные трубы должны быть изготовлены из катаной, кованой, непрерывной или центробежно-литой заготовки.

Поставка электросварных труб с продольным или спиральным швом должна быть с радиографическим или ультразвуковым контролем сварного шва по всей длине.

Таблица 2.1 – Минимальная длина свободного прямого участка

Номинальная толщина стенки свариваемых труб (элементов) S_H , мм	Минимальная длина свободного прямого участка трубы (элемента) в каждую сторону от оси шва, мм
До 15 вкл.	100
Св. 15 до 30 вкл.	$5 S_H + 25$
Св. 30 до 36 вкл.	175
Св. 36	$4 S_H + 30$

Все бесшовные или сварные трубы должны проходить гидравлическое испытание пробным давлением, указанным в НД на трубы (исключение - трубы подвергающиеся по всей поверхности контролю физическими методами).

Для трубопроводов следует применять трубы с нормированными химическим составом и механическими свойствами металла (группа В) по приложению А настоящего ГОСТ.

Спиральные швы разрешается применять только для прямых участков трубопроводов.

Детали трубопроводов

Детали трубопроводов в зависимости от параметров транспортируемой среды и условий эксплуатации следует выбирать по действующим НД, а также по технической документации разработчика проекта.

Детали трубопроводов должны изготавливаться из стальных бесшовных и прямошовных сварных труб, листового проката и поковок, материал которых отвечает требованиям НД, а также условиям свариваемости с материалом присоединяемых труб.

Требования к трубопроводной арматуре

Проектирование и изготовление трубопроводной арматуры выполняется на основании требований технических регламентов, стандартов и требований заказчиков в соответствии с требованиями безопасности.

ТУ конкретных видов и типов трубопроводной арматуры должны быть содержать:

- перечень НД, на основании которых выполняют проектирование, изготовление и эксплуатацию арматуры;
- основные технические данные и характеристики арматуры;
- показатели надежности и/или показатели безопасности (для арматуры, у которой возможны критические отказы);
- требования к изготовлению и безопасности;
- комплект поставки, правила приемки, методы испытаний;
- перечень возможных отказов и критерии предельных состояний;
- указания по эксплуатации;
- основные габаритные и присоединительные размеры, в том числе наружный и внутренний диаметры патрубков, разделки кромок патрубков под приварку и др.

Основные показатели назначения арматуры (всех видов и типов), устанавливаемые в конструкторской и эксплуатационной документации:

- номинальное давление PN (рабочее или расчетное давление P);
- номинальный диаметр DN ;
- рабочая среда;
- расчетная температура (максимальная температура рабочей среды);
- допустимый перепад давлений;
- герметичность затвора (класс герметичности или величина утечки);
- строительная длина;
- климатическое исполнение (с параметрами окружающей среды);
- стойкость к внешним воздействиям (сейсмические, вибрационные и др.);
- масса.

Дополнительные показатели:

- коэффициент сопротивления - для запорной и обратной арматуры;
- зависимость коэффициента сопротивления от скоростного давления
- для обратной арматуры;
- коэффициент расхода (по жидкости и по газу), площадь седла, давление настройки, давление полного открытия, давление закрытия, противодействие, диапазон давлений настройки - для предохранительной арматуры;
- условная пропускная способность, вид пропускной характеристики, кавитационные характеристики - для регулирующей арматуры;
- условная пропускная способность, величина регулируемого давления, диапазон регулируемых давлений, точность поддержания давления (зона нечувствительности и зона неравномерности), минимальный перепад давления, при котором обеспечивается работоспособность - для регуляторов давления;
- соблюдение параметров приводов и исполнительных механизмов;
- время открытия (закрытия) - по требованию заказчика арматуры.

Испытания арматуры в соответствии с ТУ, при обязательном объеме испытаний на прочность и плотность основных деталей и сварных соединений, работающих под давлением, на герметичность затвора, на функционирование (работоспособность).

Результаты испытаний должны быть отражены в паспорте арматуры.

Выбор материала арматуры для трубопроводов производить в зависимости от условий эксплуатации, параметров и физико-химических свойств транспортируемой среды и требований НД.

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Подготовка кромок под сварку во многом обеспечивает качество формируемого шва. Поскольку технологический процесс осуществляется в действующем трубопроводе на месте его эксплуатации, то подготовку кромок производится непосредственно на монтажной площадке при помощи кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой поверхности реза.

Требования к поверхности кромок: не должны иметь надрывов и трещин. Обработка абразивным инструментом предполагает следы зачистки направленные вдоль кромок [10].

Кромки свариваемых деталей должны соответствовать ГОСТ 16037-80 [11].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

Сборочные операции при врезке затвора в трубопровод должны обеспечить возможность осуществления качественного процесса сварочных работ. При этом должны быть выдержаны геометрические размеры и соосность труб и затвора [12].

Сборка подразумевает разметку места врезки, резку труб (в месте монтажа затвора), разделку и механическую зачистку кромок, совмещение свариваемых деталей, выставления зазора, надежную фиксацию в центраторах, обеспечивающих не только крепление, но и соосность деталей.

Обязательное условие – выдерживание предельных отклонений геометрии сборочной единицы. Отклонения не должны превышать допустимые значения, приведенные в проектной документации.

Величины зазора и смещения кромок собираемых деталей регламентированы ГОСТ 16037-80.

После сборки следует произвести контроль качества проведенных операций. При необходимости требуется исправить имеющиеся дефекты.

Так же необходимо провести контроль соответствия геометрических размеров сборочных единиц проектной документации и требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц.

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Сборку конструкции осуществляем прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- прихватки выполняют рабочие, обладающие доступом к сварочным работам;
- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

Сварочные операции должны осуществляться в соответствии с технологическим процессом, который разработан на предприятии и оформлен соответствующим образом.

Перед началом сварки необходимо проверить качество сборки.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до

чистого металла. Эти операции следует выполнять как перед сборкой, так и перед сваркой, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

2.2.4 Требования к сварке

Одним из основных требований к сварке является выбор пространственного положения. Его сварщик выбирает самостоятельно, исходя из того, что это будет удобно самому сварщику и обеспечит качественное формирование шва. Необходимо не допускать наплавления чрезмерно большого объема металла шва за один проход во избежание несплавления шва со свариваемыми кромками.

После наложения каждого валика необходимо производить зачистку шва и околошовной зоны от шлака и брызг металла. При обнаружении участков слоев шва с дефектами, последние должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Так же необходимо следить за значениями отклонений размеров швов от проектных. Их величины не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 16037-80.

По окончании сварочных операций швы и околошовная зона подлежат очистке от шлака, брызг и натеков металла.

Рядом с местом наложенного шва сварщик, выполнявший работы, должен поставить клеймо с личным номером или знаком. Клеймо ставят на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. Если сварка изделия или сборочной единицы выполнена одним сварщиком, то допускается клеймение в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки.

После того, как сварщик поставит клеймо, изделие или сборочная единица поступает на контроль. Контрольные операции проводятся в рамках системы управления качеством продукции, которая разработана на предприятии. Система устанавливает области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Различают два вида контроля – операционный и приемосдаточный.

Особенностью операционного контроля является то, что он проводится по окончании каждой операции, которая определена технологическим процессом по изготовлению изделия (сборочной единицы).

Приемосдаточный контроль проводится по окончании всех работ.

Если предусмотрено окрашивание сварной конструкции, то контроль должен производиться до малярной операции.

2.2.5 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится различными способами.

Визуально – измерительному контролю (ВИК) подлежат все сварные швы в объеме 100 %.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций должны соответствовать требованиям ГОСТ 33857-2016.

Измерительный контроль сварного шва и определение величины выявленных дефектов проводят измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами сварщика. Внешний осмотр проводится с применением лупы с 5-10-кратным увеличением.

При обнаружении трещин всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций, последние должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Помимо ВИК швы сварных соединений конструкций подвергают неразрушающими методами контроля. Данный вид контроля проводят после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Так же проводят выборочный контроль швов сварных соединений. Его проводят в отношении сварных соединений качество которых, согласно проекту, подлежит проверке неразрушающими методами контроля. Этому виду контроля подлежат участки, на которых были выявлены дефекты при ВИК и участки пересечения швов. Контроль проводится на длине участка не менее 100 мм.

При двусторонней сварке и сварке на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

При односторонней сварке суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

Контрольные операции, проводимые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды.

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование технологического процесса сварки представляет собой сложную оптимизационную задачу, основанную на использовании расчетных аналитических методов проектирования.

Методы проектирования технологического процесса врезки задвижки в трубопровод диаметром 500 мм и толщиной стенки 5 мм предполагают использование расчетных (аналитических) методов. Соответствующие расчеты будут приведены в последующих разделах. Проектирование будет

производиться в границах от стадии анализа материала до оформления технологической документации, включая выбор схем сварки, расчет параметров сварки и выбор оборудования.

При проектировании техпроцесса не будут применяться средства автоматизированного проектирования.

В связи с вышеизложенным, ставим целью – проектирование технологического процесса врезки задвижки в трубопровод диаметром 500мм и толщиной стенки 5мм. Для достижения цели необходимо сформулировать круг задач:

- выбор и обоснование способа сварки;
- определение технологических режимов;
- выбор основного оборудования и оснастки;
- выбор видов и методов контроля качества;
- разработка рабочей площадки.

2.4 Постановка задачи

Целью работы: разработка технологии вварки задвижки в трубопровод диаметром 500 мм и толщиной стенки 5 мм.

Задачи: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сварочного производства по разделам.

Выпускная квалификационная работа должна быть выполнена с условием обеспечения качества, технологичности и экономической эффективности проектируемого технологического процесса.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Исходными данными для проектирования технологического процесса является марка основного материала. В данном случае – материал, из которого изготовлены труба и корпус затвора – это сталь марки 09Г2С (ГОСТ 19282-73). Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 09Г2С, % (ГОСТ 30564-98) [13]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>
		Не более							
0,5-0,8	1,3-1,7	0,12	0,008-	0,3	0,3	0,3	0,035	0,040	0,08

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 09Г2С [13]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/см ²
345	490	21	29

Механические свойства стали:

- удельный вес: 7,85 г/см³;
- температура критических точек: $Ac_1 = 725$, $Ac_3(Ac_m) = 860$,
 $Ar_3(Arc_m) = 780$, $Ar_1 = 625$;
- свариваемость материала: без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС;
- флокеночувствительность: не чувствительна;

- склонность к отпускной хрупкости: не склонна.
- температураковки, °С: начала 1250, конца 850.

Наибольшее применение материал нашел в производстве строительных конструкций. Это обусловлено высокой механической прочностью материала. Стабильность свойств сохраняется в широком диапазоне температур (от -70 до +450 °С). Данная сталь широко применяется при изготовлении сварных конструкций. Сварочный процесс проводят как без подогрева, так и с предварительным подогревом до 100-120° С. Малое количество углерода обеспечивает хорошую свариваемость материала. При этом сталь при сварке не подвергается закалке и перегреву, потому ее пластические свойства не снижаются и зернистость не увеличивается.

Для правильного проектирования технологического процесса необходимо дать оценку свариваемости данной марки стали. Оценка свариваемости углеродистых сталей производят по содержанию в них углерода.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [9]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 \times S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \times 0,04 + (0,035/3) + ((0,05 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,3 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,3 - 0,8/10) = 0,204\%.$$

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,46 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 10Г2ФБЮ:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 1,75/6 + (0 + 0 + 0,12 + 0 + 0,01)/5 + (0 + 0)/15 + 15 \times 0 = 0,34 \%$$

$C_{\text{экв}} < 0,45$. Это означает, что данная сталь не склонна к образованию холодных трещин. Так как сталь обладает высокой сопротивляемостью к образованию трещин, то предварительный прогрев не нужен. Свариваемость стали без ограничений – сварка производится без подогрева и без последующей термообработки.

Вывод: сталь основного материала марки 09Г2 по своим химическим и механическим свойствам подходит для производства сварных трубных конструкций.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

При выборе способа сварки необходимо придерживаться типовых способов для обеспечения соответствия современным требованиям. При таком подходе проектируемая технология будет эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен обеспечивать выполнение требований, предъявляемых к готовому изделию. В случае когда возможно осуществление технологического процесса несколькими видами сварки, то проводят анализ их экономической эффективности, на основании которого делают выбор.

Для стали 09Г2С рекомендованы следующие способы сварки:

- ручная дуговая плавящимся электродом;
- полуавтоматическая дуговая сварка в среде защитного газа.

Поскольку технологический процесс врезки задвижки производится на участке действующего трубопровода, то целесообразнее всего применение ручной дуговой сварки плавящимся электродом.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Выбор сварочных материалов всегда должен быть обусловлен максимально приближенным химическим составом с составу свариваемого металла.

Низколегированная сталь марки 09Г2С за счет своих свойств (малый процент легирующих компонентов) при сварке не перегревается и не закаливается. Это дает возможность варить сталь и конструкции из нее широким рядом электродов для сварки.

Электроды для сварки низколегированных сталей марки 09Г2С с временным сопротивлением разрыву до 60 кг/см² – обозначаются «У» (ГОСТ 9467-75).

При ручной сварке применяют:

Электроды УОНИИ 13/45 (Э 42А).

Этими электродами сваривают конструкции из стали 09Г2С, к которым предъявлены особые требования. Электроды отличаются минимальным распылением металла при сваривании. Сваренные швы выдерживают значительные нагрузки, что выгодно отличает эти электроды от других.

Тип обмазки УОНИ 13/45 – основной. При этом он универсален и подходит для всех видов углеродистых и низколегированных сталей.

Таким образом, выбранная марка электродов позволит получить качественное сварное изделие и обеспечит при этом эффективность производства.

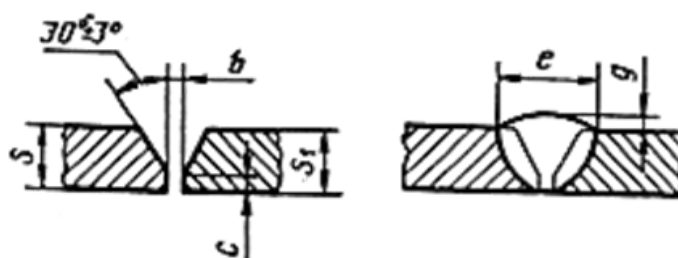
3.2 Расчет технологических режимов

К основным режимам сварки относятся: сварочный ток; напряжение дуги; скорость сварки; род и полярность тока; положение шва в пространстве; тип электрода и его диаметр; количество проходов.

Для определения основных режимов основными показателями являются толщина металла (в данном случае – 5 мм), вид шва и способ сварки.

Монтаж запорной аппаратуры производится по принципу соединения стыков труб. Согласно ГОСТ 33857-2016 «Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования» рекомендует сварку труб ручной дуговой сваркой.

Согласно ГОСТ 16037-80 определяем тип шва (С17) и его геометрию. На рисунке 3.1 показаны размеры скоса кромок и геометрия шва [15].



$$S = 5 \text{ мм}; b = 1,5 \text{ мм}; c = 1 \text{ мм}; e = 9 \text{ мм}; g = 1,5 \text{ мм}$$

Рисунок 3.1 – Размеры скоса кромок и геометрия шва

Приблизительно площадь шва можно определить как площадь треугольника:

$$F_{\text{сеч}} = e (s + g) / 2, \quad (3.2)$$

$$F_{\text{сеч}} = 9 \times (5 + 1,5) / 2 = 29,25 \text{ мм}^2 = 0,2925 \text{ см}^2.$$

По толщине металла определяем диаметр электрода $d_э$. При толщине металла 5 мм рекомендуемая величина $d_э = 3-4$ мм. Поскольку корневой шов труб проварить крайне сложно, то в целях качественного провара этого слоя рекомендуют применение электрода меньшего диаметра.

Таким образом, для корневого шва принимаем $d_э = 2,5$ мм, а для остальных $d_э = 3$ мм.

Сила тока определяется по формуле:

$$I_{св} = (40 \dots 60) \times d_э, \quad (3.3)$$

где $d_э$ – диаметр электрода, мм.;

- для корневого шва:

$$I_{св} = (40 \dots 60) \times 2,5 = 90 \dots 120 \text{ А.}$$

- для последующих швов:

$$I_{св} = (40 \dots 60) \times 3 = 110 \dots 140 \text{ А.}$$

Для расчетов выбираем усредненное значение $I_{св} = 100$ А.

Напряжение дуги определяют по формуле:

$$U_d = 12 + 0,36 \times \frac{I_c}{d_э} \quad (3.4)$$

где a – постоянный коэффициент, выражающий сумму падений напряжения на катоде и аноде дуги, не зависящий от длины дуги, В;

b – среднее падение напряжения на единицу длины дуги, В/мм;

L – длина дуги, мм.

$$L_d = 0,5 \times (d_э + 2), \quad (3.5)$$

- для корневого шва:

$$L_d = 0,5 \times (3 + 2) = 2,5 \text{ мм,}$$

- для последующих швов:

$$L_d = 0,5 \times (4 + 2) = 3 \text{ мм.}$$

Для стальных электродов можно в среднем принять $a = 12$ В и $b = 2$ В/мм.

- для корневого шва:

$$U_d = 12 + 0,36 \times \frac{110}{2,5} = 24 \text{ В}$$

- для последующих швов:

$$U_d = 12 + 0,36 \times \frac{110}{3} = 26 \text{ В}$$

Скорость плавления электрода:

$$V_C = \frac{\alpha_H \times I_C}{\gamma \times F}, \quad (3.6)$$

где α_H – коэффициент наплавки, для электродов и для низколегированной стали УОНИ – 13/45 согласно $\alpha_H = 9,5 \text{ г/А} \times \text{с}$;

γ – плотность ($7,8 \text{ г/мм}^3$);

F – площадь шва.

$$V_C = \frac{9,5 \times 110}{7,8 \times 29,25} = 6,7 \text{ м/ч.}$$

Количество проходов, без учета корневого шва:

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_n}, \quad (3.7)$$

где F_1 – площадь поперечного сечения металла, наплавляемая за один проход;

F_n – площадь поперечного сечения металла, наплавляемая за последующий проход.

Площадь поперечного сечения металла, наплавляемая за один проход, определим по формуле:

$$F_1 = (6 \div 8) \times d_3, \quad (3.8)$$

$$F_1 = (6 \div 8) \times 3 = 18 \div 24 \text{ мм.}$$

Площадь поперечного сечения металла, наплавляемую за последующий проход, определим по формуле:

$$F_n = (8 \div 12) \times d_3, \quad (3.9)$$

$$F_n = (8 \div 12) \times 4 = 32 \div 48 \text{ мм,}$$

$$n = \frac{48 - 24}{48} = 0,5.$$

Принимаем количество проходов $n = 1$.

Таким образом, количество проходов – 2: корневой шов и облицовочный.

Масса наплавленного металла определяется по справочнику или рассчитывается по формуле:

$$G_H = F_H \times L \times \gamma, \quad (3.10)$$

где F_H – площадь наплавки, см^2 ;

L – длина шва, см;

γ – плотность металла электрода, г/см³, для стали $\gamma = 8,1$ г/см³.

Длина шва:

$$L = 2 \times \pi \times R \times n, \quad (3.11)$$

где R – радиус трубы, см;

n – число швов;

$$L = 2 \times 3,14 \times 25 \times 2 = 314,$$

$$G_H = 0,2925 \times 314 \times 7.8 = 717 \text{ г.}$$

Основное время при сварке плавящимся электродом:

$$t_o = (G_H \times 60) / (\alpha_H - I_{CB}), \quad (3.12)$$

где G_H – масса наплавленного металла шва;

α_H – коэффициент наплавки, г/А х ч;

I_{CB} – сила сварочного тока, А.

$$t_o = (717 \times 60) / (9,5 \times 140) = 28,3 \text{ мин.}$$

Полученные результаты сводим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Сводные данные по расчетам

Ø электрода	I , А	L_D , мм	U_D , В	V_C , м/ч	t_o , ч	№ прохода
2,5	90..120	2,5	24	6,7	0,028	1
3	110..140	3	26			2

3.3 Выбор основного оборудования

Исходя из вышеперечисленного, приступаем к выбору оборудования в качестве оборудования для сборочно-сварочных операций по врезке заглушки в трубопровод Ø500 мм и толщиной стенки 5мм необходимо оборудование для РДС плавящимся электродом.

Выбор обоснован тем, что, несмотря на большую протяженность шва, доступ к участкам сварки не всегда легко доступен.

Выбор оборудования должен быть основан на основе принципа обеспечения высокотехнологичного процесса, простоты обслуживания и качества наложения шва [16].

Для осуществления данного технологического процесса используем сварочный аппарат *ESAB Renegade ES 300iEU*.

Данная модель характеризуется высоким качеством сварного шва, поэтому её можно использовать для соединения ответственных конструкций, например, тепло- и газомагистралей, коммуникаций водоснабжения и водоотведения и т.п.

Основные технические характеристики представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Основные технические характеристики *ESAB Renegade ES 300iEU*

Наименование	Значение
Мах ток: А;	300
Напряжение, В	220/380
Мах мощность, кВт	10,3
ПВ на максимальном токе, %	35
TIG сварка	есть
Антизалипание	да
Горячий старт	да
Форсаж дуги	да
Диаметр электрода, мм	до 6
Диапазон рабочих температур. °С	от -10 до +40
Габариты, мм	320x460x200
Вес, кг	15

Источник питания обладает компактным корпусом и мало весит, что удобно при его хранении и транспортировке. Работает от однофазной электрической сети, частотой 50/60 Гц.

Преимущества оборудования [17]:

- превосходные характеристики дуги;
- высокопрочная конструкция;
- возможность использования сетевого кабеля увеличенной длины;
- высокоэффективный вентилятор;
- КПД при максимальном токе - более 80%;
- диапазон рабочих температур - от -10 до +40 0с;
- допустимая температура при транспортировке - от -20 до +55 0с;
- высокое качество сборки;
- долгий срок службы.

Внешний вид сварочного аппарата *ESAB Renegade ES 300iEU* представлен на рисунке 32.



Рисунок 3.2 – Внешний вид сварочного аппарата *ESAB Renegade ES 300iEU*

Вывод: выбранное оборудование подходит по всем показателям. Обеспечивает необходимую силу тока, позволяет варить электродом нужного диаметра, предназначено для работы в специфических условиях (в том числе на открытом воздухе). Обеспечивает требуемое качество шва.

3.4 Выбор оснастки

Проектируемый технологический процесс предполагает сварку труб большого диаметра с затвором. Все части конструкции имеют значительный вес и габаритные размеры. При их сборке необходимо не только обеспечить надежную фиксацию, но и соосность.

Для обеспечения вышеперечисленных требований применяют цепные центраторы. Для данного технологического процесса выбираем центратор – тиски для сварки прямых труб диаметром от 21 до 219 мм 40220 *RIDGID* 461.

Технические характеристики центратора:

- ударопрочный корпус (ковкий чугун);
- быстрозажимной винт из прочной стали;
- зажимная гайка из нержавеющей стали;
- прочная звеньевая цепь;
- возможность удлинения цепи.

Описание.

Центратор изготовлен из проверенного на долговечность материала и предназначен для проведения таких работ, как сварка прямых участков трубопровода. Материал, применяемый для изготовления центратора, может выдерживать механическое напряжение, высокую температуру и деформацию в ходе работы – сварка труб. Механически обработанные шарнирные гайки, пальцы, специальные винты и цепи мягко и надежно крепят тиски к трубе.

Устройство цепного центратора.

Основными конструктивными элементами приспособления являются цепь и стягивающий механизм. Последний имеет только ручной привод. Некоторые модели оснащены выравнивающими винтами, служащими для коррекции геометрии труб. Это наиболее мобильный и оперативный вариант центраторов. Поэтому такие инструменты применяют как при создании трубопроводов, так и при ремонте. Предельный диаметр для данных вариантов – 1400 мм.

Вывод: в качестве оснастки при врезке затвора в трубопровод применяем цепной центратор с выравнивающими винтами.

Поскольку в состав свариваемой конструкции входят две трубы и затвор, то количество применяемых центраторов – 2.

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Сборочные операции являются неотъемлемой частью технологического процесса производства сварной конструкции или изделия. От правильности сборки во многом зависит эффективность и качество сварки.

Сущность технологического процесса заключается в определении целесообразной последовательности проведения операций, направленных на получения узла или готового изделия.

Схему сборки определяем исходя из конкретно поставленной задачи. В данном случае производится узловая сборка, цель которой – собрать не готовое изделие, а его часть, а именно: осуществить врезку заглушки в трубопровод [18].

Технологическая схема сборки представляет собой схематическое изображение последовательности назначаемых операций и содержит информацию о сборочных единицах или узлах, входящих в состав изделия (узла). Схема сборки для технологического процесса врезки затвора в трубопровод представлена на рисунке 3.3.

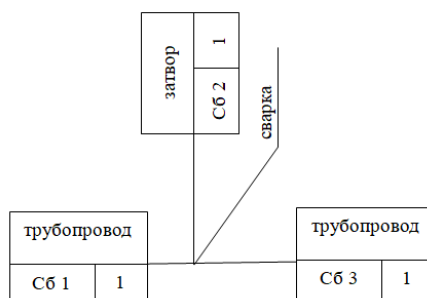


Рисунок 3.3 – Схема сборки для технологического процесса врезки затвора в

трубопровод

В состав схемы входят 3 сборочные единицы:

- Сб 1 – трубопровод;
- Сб 2 – затвор;
- Сб 3 – трубопровод.

Сб 1 и Сб 2 – это части магистрального трубопровода, состоящего из труб одинакового типоразмера. Сб 3 – затвор, врезаемый в трубопровод.

Вывод: сборка осуществляется подетально, поскольку состоит из последовательного соединения трёх сборочных единиц в один узел. Сборку производим на прихватках. Предварительно трубы и затвор крепятся при помощи цепного центризатора, обеспечивающего так же и центрирование элементов.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Основанием для выбора методов контроля служит нормативная документация. В данном случае мы руководствуемся ГОСТ 33857-2016 «Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования».

На основании требований данного ГОСТ назначаем перечень контрольных операций по определению качества сварных швов.

Качество шва в большой степени зависит от качества подготовленных кромок. В той связи, до начала сварочных операций производим контроль поверхностей, подлежащих сварке.

Поверхности, подлежащие сварке, должны быть тщательно подготовлены. Не иметь дефектов, зачищены от грязи и ржавчины. Помимо этого должны быть подготовлены кромки в соответствии с параметрами, установленными ГОСТ 33857-2016.

В данном технологическом процессе – это разделка кромок Х-образная. Угол между кромками $75^{\circ} \pm 5^{\circ}$. В качестве инструмента применяют универсальный шаблон сварщика УШС-3.

Кромки должны быть обработаны механическим путем и иметь шероховатость $Rz\ 80$. Зачистка не должна превышать глубину предельного допуска толщины кромки.

При необходимости кромки подлежат обезжириванию.

Качество подготовки кромок оценивает контролер ОТК, а в его отсутствие непосредственно сам сварщик.

Качество сварки предопределяет точность сборки.

Контрольные операции при сборке предполагают проверку:

- размера зазоров (по КД);
- перелома осей или плоскостей деталей в соединении (по чертежу);
- величину смещения кромок (по КД);
- качества зачистки и обезжиривания;
- правильности сборки деталей и их крепления в сборочных приспособлениях.

Согласно ГОСТ, контролируется количество и величина прихваток: для кольцевых соединений диаметром от 32 до 100 мм – в количестве двух-четырех шт. размером от 10 до 15 мм равномерно по диаметру. Для данного технологического процесса принимаем количество прихваток – 2, размер – 10 мм. Качество прихваток, их расположение, размер и количество должно быть указано в ТД, согласно которой осуществляется контроль.

Контроль сборки производим с применением штангенциркуля ШЦ-I-125 0,05 и универсального шаблона сварщика УШС-3.

Сварочные операции.

При многопроходной сварке, выполняемой РДС, ГОСТ рекомендует после каждого наложения валика проводить зачистку поверхности шва и кромок от шлака и брызг. Сварщик должен визуально проконтролировать шов на отсутствие трещин, недопустимых шлаковых включений, пор и неровностей

(подрезов, наплывов и углублений между валиками) и других дефектов. В случае выявления дефектов их удаляют механическим способом и осуществляют сварку заново.

По окончании сварки зачищают поверхность шва и околошовную зону от брызг и шлака. После чего сварщик наносит клеймо, позволяющее установить его фамилию.

Приемо-сдаточный (итоговый) контроль.

Методика проведения данного вида контроля так же регламентирована ГОСТ 33857-2016, согласно которого все сварные конструкции подвергаются визуально-измерительному контролю (ВИК). Контролируют полностью сварной шов и прилегающую к нему зону.

ВИК предполагает контроль следующих параметров:

- соответствие формы и размеров шва и наплавки кромок требованиям чертежа и техпроцессов;
- наличие поверхностных дефектов, превышающих нормы допустимых;
- качество подготовки поверхности швов, наплавки под сварку и околошовной зоны для проведения последующих контрольных операций;
- наличие и правильность маркировки или клеймения швов;
- основные размеры сварной сборки по техпроцессу.

Визуальный осмотр проводят невооруженным глазом. При возникновении сомнительных или спорных моментов применяют лупу 4-7 кратного увеличения.

Дефекты, выявленные визуальным контролем должны быть устранены до начала проведения следующего вида контроля.

Измерительный контроль предполагает проведение операций при помощи измерительных приборов и инструментов.

В качестве СИ при контроле качества в данном технологическом процессе применяют инструменты, позволяющие произвести измерения той степени точности, которая заложена ТД и чертежом. В данном

технологическом процессе применяются следующие СИ: штангенциркуль ШЦ – I – 125 0,05 и шаблон сварщика. УШС-3. Внешний вид данных инструментов показан на рисунке 3.4.



а) ШЦ– I – 125 0,05; б) УШС – 3

Рисунок 3.4 – Средства измерения

Завершающим этапом контроля качества сварки служит метод, позволяющий выявить наличие внутренних дефектов. ГОСТ 33857-2016 содержит описание методик проведения различных методов:

- капиллярный и магнитопорошковый контроль;
- радиографический контроль;
- ультразвуковой контроль.

Изучив особенности вышеперечисленных методов, становится очевидным, что все методы подходят для проведения контроля вновь прокладываемого трубопровода. А поскольку врезка задвижки в данном технологическом процессе происходит в уже действующей конструкции, то возможно проведение лишь одного метода – ультразвукового. Поскольку проведение УЗК проходит не в стационарных условиях сварочного цеха, то в качестве СИ применяем портативный прибор УД2-70, представленном на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Прибор для УЗК УД2-70

Данный вид контроля проводят с целью определения наличия внутренних дефектов сварных соединений из углеродистых и низколегированных сталей перлитного класса: трещин, непроваров, шлаковых включений, пор, и других без расшифровки их характера, но с указанием количества дефектов, условной протяженности, координат расположения и оценкой их эквивалентной площади.

Методика основана на способности высокочастотных колебаний (около 20 000 Гц) проникать в металл и отражаться от поверхности царапин, пустот и других неровностей. Искусственно созданная, направленная диагностическая волна проникает в проверяемое соединение и в случае обнаружения дефекта отклоняется от своего нормального распространения. Это отклонение отображается на экране прибора в виде определенных показаний полученных данных. Это позволяет дать характеристику выявленным дефектам.

Выводы: для осуществления контроля качества технологического процесса врезки затвора в трубопровод Ø500мм и толщиной стенки 5мм принимаем следующие виды контроля, приведенные в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Виды применяемого контроля

Вид контроля	Описание	Оборудование
Визуально-измерительный контроль (ВИК)	Проверка качества сварного шва внешним осмотром и при помощи контрольно-измерительных приборов (проверка размеров изделия и геометрических параметров шва).	Штангенциркуль Шаблон сварщика Лупа
Контроль герметичности	Проверка отсутствия утечки жидкости с использованием дефектоскопии	Дефектоскоп

3.7 Разработка технологической документации

При разработке технологической документации необходимо руководствоваться следующими ГОСТ:

- ГОСТ 3.1105-211 «Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения» [19];
- ГОСТ 3.1705-81 «Правила записи операций и переходов. Сварка» [20];
- ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки»;
- ГОСТ 3.1703-79 «Правила записи операций и переходов. Слесарные и слесарно-сборочные работы» [21];
- ГОСТ Р 2.610 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов [22];

- ГОСТ Р 2-601-2019 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы [23];

- ГОСТ 3.1705-81 Межгосударственный стандарт. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка [19].

Проведем обзор и анализ вышеперечисленных нормативных актов.

ГОСТ 3.1105-211 устанавливает формы и правила оформления технологических документов общего назначения, в состав которых входят: титульный лист (ТЛ); технологическая инструкция (ТИ) и карта эскизов (КЭ), разрабатываемых с применением различных методов проектирования.

Требования ГОСТ ТЛ, ТИ и КЭ допускают выполнение в бумажной форме и/или в виде электронного технологического документа. Документ так же содержит требования к оформлению ТЛ, ТИ и КЭ. При этом электронные технологические документы должны иметь возможность вывода их на просмотр (в любом формате) и на печать с указанием настоящего стандарта.

ТЛ является первым листом. Необходимость его оформления каждая организация определяет самостоятельно. В случае использования ТЛ настоящий ГОСТ регламентирует его оформление и порядок заполнения.

ТИ применяют для описания:

- технологических процессов, имеющих непрерывный характер действия;

- технологических процессов, специализированных по отдельным методам, применяемым для изготовления или ремонта изделий и (или) их составных частей, формы документов которых не установлены стандартами ЕСТД;

- правил эксплуатации средств технологического оснащения;

- настроечных и регулировочных работ и т.п.

Настоящий ГОСТ содержит форму, правила заполнения и допускаемые сокращения ТИ.

При отсутствии ТЛ вся необходимая информация должна быть отражена в ТИ.

Оформление КЭ обязательно и не зависит от применяемых методов проектирования. Требования по оформлению КЭ и форма бланка так же установлена ГОСТ.

ГОСТ 3.1705-81 устанавливает правила записи технологических операций и переходов сварки в документах, применяемых для описания технологических процессов и операций изготовления деталей и сборочных единиц: полная; краткая; кодовое обозначение по классификатору технологических операций.

ГОСТ 3.1407-86 устанавливает формы и требования к заполнению и оформлению технологических документов, проектируемых различными методами, на основные и сопутствующие процессы и операции, специализированные по методам сборки (включая сварку и выполнение слесарных и прочих операций) отдельно или комплексно применяемых при изготовлении изделий (составных частей изделий) машиностроения и приборостроения [20].

ГОСТ 3.1703-79 устанавливает правила записи технологических операций и переходов в документах, применяемых при проектировании технологических процессов и операций, связанных с выполнением слесарных, слесарно-сборочных работ. Форма записи может быть как полной, так и сокращенной.

При оформлении технологической документации проектируемого технологического процесса должно быть подробно прописано содержание каждой операции и технологического перехода с соблюдением всех правил и норм выше перечисленных нормативных актов.

В таблице 3.6 представлено описание технологии врезки задвижки в трубопровод диаметром 500 мм и толщиной стенки 5 мм.

Таблица 3.6 – Описание проектируемого технологического процесса

Наименование и содержание операции	Оборудование	Примечание
Подготовка кромок с односторонним скосом (С17)	УШМ	СИЗ: защитные очки; перчатки
Сборка под сварку	Центратор	СИЗ: перчатки
Постановка прихваток (кол-во – 2; размер – 10 мм)	сварочный аппарат <i>ESAB Renegade ES 300iEU</i>	Защитная маска, краги
Сварка в два слоя	сварочный аппарат <i>ESAB Renegade ES 300iEU</i>	Защитная маска, краги
ВИК	ИЩ – I – 125 0,05; УЩС - 3	
УЗК	УД2-70	

На основании этой информации оформляются бланки технологического процесса. Оформленный бланк карты технологического процесса сборки и сварки при проведении резки задвижки представлен в приложении Б.

3.8 Техническое нормирование операций

Нормирование сборочно-сварочных операций является неотъемлемой частью научной организации труда. Его задача обосновать нормы затраченного времени на осуществление конкретного вида работ [24].

При нормировании операций технологического процесса резки задвижки в систему трубопровода Ø500 мм и толщиной стенки 5мм используем «Общемашиностроительные нормативы времени на слесарно-сборочные работы при сборке металлоконструкций под сварку» и

общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на ручную дуговую сварку.

Исходные данные для расчетов:

- тип шва – С17;
- толщина металла – 5мм;
- марка электрода - УОНИ -13/45;
- диаметр электрода: корневой шов – 3 мм; облицовочный шов – 4 мм;
- длина шва – 3142 мм;
- работа средней степени сложности;
- тип производства – единичный.

Норма штучного времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = (T_{нш} \times K_1 \times K_3 \times K_{10} + T_{вш1} \times K_6) \times D \times K_{12} \times K_5 \times K_8 + T_{ви} \times K_5 + T_{пр} \text{ мин,} \quad (3.13)$$

где $T_{нш}$ – неполное штучное время, мин (карты 7);

K_1 – коэффициент, учитывающий диаметр, марку электродов и свариваемый металл (карта 33);

K_3 – коэффициент, учитывающий вид сварки, шва и его длину (карта 37);

$T_{вш1}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва, включает затраты на: зачистку кромок перед сваркой от налета ржавчины или окисной пленки; зачистку околошовной зоны от брызг наплавленного металла; обмазку околошовной зоны меловым раствором или аэрозолью (карта 23), мин;

K_6 - коэффициент, учитывающий положение зачищаемой кромки в пространстве и способ зачистки (карта 38);

D – длина шва, мм;

K_{12} – коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве (карта 35);

K_5 – коэффициент, учитывающий условие и место выполнения работ (карта 36);

K_8 – коэффициент, учитывающий угол между свариваемыми деталями (карта 40);

$T_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, которое включает затраты на: клеймение и маркирование шва; установку и снятие щитов для защиты от сварочной дуги; внутрисменные переходы при изменении места работы, при расстоянии свыше 3 м; крепление изделия на столе, стенде, в приспособлении и его открепление; установку, снятие и поворот изделия вручную; перемещение изделий грузоподъемными механизмами; поворот деталей или изделий в механизированных приспособлениях (карты 29), учитывается в каждом отдельном случае при выполнении этих операции электросварщиком;

$$T_{пр} = T_{нш} \times K_1 \times K_2 \times K_5 \times K_7 \times K_8 \times D \text{ мин}, \quad (3.14)$$

где K_7 – коэффициент, учитывающий вид разделки кромки при определении времени на электроприхватку (карта 39). Время на электроприхватку учитывается в каждом отдельном случае при выполнении этой работы электросварщиком.

$$T_{шт} = (0,019 \times 1,034 \times 1,00 + 0,0033 \times 0,95) \times 1570 \times 1,00 \times 1,05 \times 1,00 + 0,54 \times 1,05 + 0,019 \times 1,04 \times 1,18 \times 1,05 \times 0,08 \times 1,00 \times 1570 = 41,20 \text{ мин.}$$

Норма времени на сварку изделия рассчитывается по формуле:

$$H_{вр} = T_{шт} \times (1 + a_{пз}/100) \text{ мин.}, \quad (3.15)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени на сварку одного изделия (формулы 3.14);

$a_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, включает затраты времени на: получение задания, инструктажа от мастера, получение сварочного материала, ознакомление с работой, получение и сдачу инструмента и приспособлений, подготовку оборудования к работе, установление и опробование режимов сварки, и сдачу работы. Подготовительно-заключительное время выражается в процентах от штучного времени (для простой работы – 4 %, для сложной – 5 %).

$$H_{вр} = 41,20 \times (1 + 5/100) = 43,25 \text{ мин.}$$

Пользуясь справочными данными, заполним таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Нормы времени на проведение работ

Наименование работы и тип производства	№ карты в позиции	Время, мин	Значение коэффициента
Крепление в приспособлении и его открепление	29,7г	0,54	
Сварка	7,4д	28,3	
	33,3б		1,034
Зачистка швов и околошовной зоны	23,5а	0,0033	
Положение шва вертикальное, угол 90°	34,1д		1,18
Рабочее место на открытой площадке вне цеха	36,3а		1,05
Шов кольцевой	37,3д		1,00
Тип производства – единичное	-		1,00

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Так как при варке задвижки используется уже готовая задвижка, то расход на металл равен весу задвижки которая составляет 505 кг [25].

3.9.2 Расход электродов

Расчет расхода покрытых электродов определяется через массу наплавленного металла [26]:

$$M_{\text{Э}} = K_{\text{П. Ш.}} \times K_{\text{Р.Э.}} \times M_{\text{НО}}, \quad (3.16)$$

где $K_{\text{П. Ш.}}$ – коэффициент, учитывающий потери электродов в зависимости от положения шва, $K_{\text{П. Ш.}} = 1,0 \dots 1,2$, принимаем $K_{\text{П. Ш.}} = 1,0$;

$K_{\text{Р.Э.}}$ – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $K_{\text{Р.Э.}} = 1,4 \dots 1,7$, принимаем $\psi_p = 1,6$;

$M_{\text{н.о.}}$ – масса наплавленного металла, $M_{\text{н.о.}} = 0,717 \text{ мм}^2$.

Для электродов УОНИ 13/45:

$$M_{\text{ЭП}} = 1,0 \times 1,6 \times 0,717 = 1,476 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход электроэнергии

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

- расход дизельного топлива, потребляемого генератором [27]:

$$C_{\text{топ}} = t_{\text{дг}} \times M_{\text{топ}} \times \text{Ц}_{\text{топ}}, \text{ руб}, \quad (3.17)$$

где $t_{\text{дг}}$ – продолжительность работы дизельного генератора во время сварки одного стыка, при нагрузке 70%, $t_{\text{дг}} = 0,472 \text{ ч}$ (см. пункт 3.8);

$M_{\text{топ}} = 34 \text{ л/час}$ – расход топлива за час работы при нагрузке 70% [28];

$\text{Ц}_{\text{топ}} = 53,5 \text{ руб/л}$ – цена дизельного топлива [29];

$$C_{\text{топ}} = 0,472 \times 34 \times 53,5 = 1311 \text{ руб},$$

- расход масла [27]:

$$C_{\text{мас}} = t_{\text{дг}} \times M_{\text{мас}} \times \text{Ц}_{\text{мас}}, \text{ руб}, \quad (3.18)$$

где $M_{\text{мас}} = 0,07 \text{ л}$ – расход масла за час работы при нагрузке 70% [28];

$\text{Ц}_{\text{мас}} = 75 \text{ руб/л}$ – цена масла [30].

$$C_{\text{мас}} = 0,472 \times 0,07 \times 75 = 3,78 \text{ руб},$$

Затраты на электроэнергию составят:

$$З_{\text{тэ}} = 1311 + 3,78 = 1314,78 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Выбор сборочно-сварочной оснастки

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [31].

При вварке задвижки используется центратор 40220 *RIDGID* 461 [32]. Внешний вид приспособления представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Цепной центратор 40220 *RIDGID* 461

Центрирование труб производим центратором 40220 *RIDGID* 461, который обеспечит [8]:

- мобильность (относительно небольшой вес устройства и простота его установки и снятия позволяют без лишних проблем и дополнительного оборудования перемещать его с одного места работы на другое);
- возможность получения ровного и прочного сварного шва без перекосов;
- доступность по цене.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Пространственное расположение производственного процесса

Производственный процесс осуществляется непосредственно на месте монтажа арматуры на участке действующего трубопровода. Поскольку проведение работ организуется вне производственного цеха, то место сварщика не имеет стандартной организации рабочего места. Однако должны быть обеспечены максимально возможные условия для осуществления эффективного процесса при создании безопасных условий труда [33].

Поскольку рабочее место сварщика находится вне пределов цеха и является мобильным, то к его организации предъявляются особые требования.

Временные (мобильные) рабочие места сварщика организуются для работ, выполняемых непосредственно на крупногабаритных деталях и установках, переместить которые к сварочному посту физически невозможно.

Организация рабочего места сварщика в нестационарных местах необходима в условиях, когда необходимо сварить изделия больших размеров, которые располагаются неподвижно. В данном случае сварщик вынужден передвигаться по всему периметру, будь то сварка протяженного трубопровода или неподвижного каркаса [34].

Согласно технике безопасности, такие места должны быть обеспечены средствами для тушения пожара.

Не следует перегружать рабочее место вещами, которые не нужны для производства данной детали, и лишним оборудованием, так как это будет не только снижать эффективность производственного процесса, но и угрожать здоровью и жизни сварщика.

При работах на открытом воздухе: оно обязательно должно быть специальным образом подготовлено и защищено от атмосферных воздействий.

Потому как наличие воды в виде пара или осадков может привести к поражению электрическим током. При организации рабочего места сварщика «в поле» применяют навесы, палатки или переносные тенты.

Опять же по причине выполнения работ в «полевых» условиях возникают трудности по хранению сварочного оборудования.

5.2 Расчёт основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [27].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

На участке варки задвижки требуется один комплект оборудования для выполнения ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Численность/состав одной сварочно-монтажной бригады полуавтоматической сварки на объекте составляет:

- | | |
|------------------------------------|--------|
| - вспомогательный рабочий | 1 чел; |
| - электросварщик | 1 чел; |
| - стропальщик | 1 чел; |
| - машинист трубоукладчика | 1 чел; |
| - наладчик сварочного оборудования | 1 чел; |
| - электрик | 1 чел. |
| - ИТР | 1 чел. |
| - контролер качества продукции | 1 чел. |

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса варки задвижки 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.

В разработанном технологическом процессе варки задвижки в качестве способа сварки предложена ручной дуговой сварки плавящимся электродом УОНИИ 13/45 (Э 42А) ГОСТ 9467-75. Для ручной дуговой сварки плавящимся электродом принято следующее оборудование: сварочный аппарат *ESAB Renegade ES 300iEU*.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса варки задвижки.

Показатель приведенных затрат является обобщенным показателем. Расчет приведенных затрат Z_p , руб/изд. производят по формуле [27]:

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

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

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

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [27]:

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

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

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

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [27]:

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

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

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

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2022 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [17]

Наименование оборудования	Цо, руб
<i>ESAB Renegade ES 300iEU</i> 1 шт.	304779

$$K_{CO}=304779 \times 1 \times 0,654 = 644717 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ксо, руб.
<i>ESAB Renegade ES 300iEU</i> 1 шт.	199325
Итого	199325

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [27]:

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

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

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

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления.

$$K_{\text{пр}}=33728 \times 1 \times 1,0=3728 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [32]

Наименование оборудования	Цпр. руб	Сп, шт	Кпр, руб.
Цепной центратор 40220 <i>RIDGID</i> 461	33728	2	67456
ИТОГО			67456

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [27]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{ руб./год.} \quad (6.5)$$

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

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

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

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

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

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

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

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Так как при вварке задвижки используется уже готовая задвижка, то затраты на металл равны стоимости задвижки, которая составляет 377691 руб [35].

Затраты на покрытие электроды определяем по формуле [27]:

$$C_{\text{п.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \Pi_{\text{п.с.}}, \text{ руб/изд,} \quad (6.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла покрытых электродов, кг: $G_d = 0,717$ кг –

для покрытых электродов УОНИ 13/45;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов к весу наплавленного металла [26], $k_{p-п.с.} = 1,6$;

$\Pi_{п.с.} = 390,83$ – стоимость покрытых электродов УОНИ 13/45, руб/кг на 01.01.2022 [36];

$$C_{п.с.} = 0,717 \times 1,6 \times 390,83 = 448,36 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [27]:

$$C_z = (C_{чi} \times T_o \times K_{доп} \times K_{сс} \times K_{рай.})/60, \quad (6.7)$$

где $C_{чi}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2022, руб/ч., $C_{чi} = 110,47$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия, мин.;

$K_{доп}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{доп} = 1,2$ [27];

$K_{сс}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3 [27].

$K_{рай.}$ – районный коэффициент, $K_{рай.} = 1,3$ [27];

$$C_z = (110,47 \times 43,25 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3)/60 = 161,49 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

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

- расход дизельного топлива, потребляемого генератором [27]:

$$C_{топ} = t_{дг} \times M_{топ} \times \Pi_{топ}, \text{ руб.} \quad (3.17)$$

где $t_{дг}$ – продолжительность работы дизельного генератора во время сварки

одного стыка, при нагрузке 70%, $t_{дг}=0,472$ ч (см. пункт 3.8);

$M_{топ}=34$ л/час – расход топлива за час работы при нагрузке 70% [28];

$\Pi_{топ}=53,5$ руб/л – цена дизельного топлива [29];

$$C_{топ}=0,472 \times 34 \times 53,5 = 1311 \text{ руб,}$$

- расход масла [27]:

$$C_{мас}=t_{дг} \times M_{мас} \times \Pi_{мас}, \text{ руб,} \quad (3.18)$$

где $M_{мас}=0,07$ л – расход масла за час работы при нагрузке 70% [28];

$\Pi_{мас}=75$ руб/л – цена масла [30].

$$C_{мас}=0,472 \times 0,07 \times 75 = 3,78 \text{ руб,}$$

Затраты на электроэнергию составят:

$$З_{тэ}=65,517 \times 5,63 = 1314,78 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [27]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.8)$$

где ai – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $ai = 0,15\%$ [27],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [27],

$$C_3 = \frac{304779 \times 1 \times 0,654 \times 0,15\% \times 1,15}{1} = 229658,12 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	С _з , руб/изд.
<i>ESAB Renegade ES 300iEU</i> 1 шт.	229658,12
ИТОГО	229658,12

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [27]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.9)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [27];

$$C_u = \frac{33728 \times 1 \times 1,0 \times 0,15}{1} = 5059,2 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Π _ж , шт.	С _и , руб/изд.
Цепной центратор 40220 <i>RIDGID</i> 461	33728	2	10118,4
ИТОГО			10118,4

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	377691
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	448,36
3	Заработная плата	161,49
4	Затраты на электроэнергию	1314,78
5	Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	229658,12
6	Затраты на амортизацию приспособлений	10118,4
ИТОГО технологическая себестоимость:		619572,15

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 1 \times (377691 + 448,36 + 161,49 + 1314,78 + 229658,12 + 10118,4) = 619572,15 \text{ руб/изд. х год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 199325 + 67456 = 266781 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 619572,15 + 0,15 \times 233053 = 659589,37 \text{ руб/изд. х год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	1
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	20,55
3	Количество оборудования, шт.	3
4	Количество производственных рабочих, чел	6
5	Норма расхода материала, кг	5867,8
6	Количество приведенных затрат, руб/изд. х год.	659589,37
7	Себестоимость одного изделия, руб.	619572,15

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

- капитальные вложения 233053 руб;
- себестоимость продукции 619572,15 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 659589,37 руб/изд. х год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе производится вварка задвижки. По предлагаемому технологическому процессу производится ручная дуговая сварка покрытыми электродами. В качестве сварочного оборудования используется сварочный аппарат *ESAB Renegade ES 300iEU*. В качестве контролирующих методов используются: визуально-измерительный; метод неразрушающего ультразвукового контроля с помощью прибора УД2-70.

7.2. 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.

7.3 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 [37]:

- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;
- психофизиологические нагрузки на рабочего;

- пожароопасность;
- опасность поражения электрическим током.

При вварке задвижки с применением дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м³) с содержанием марганца до 13,7%, а также CO₂ до 0,5-0,6%, CO – до 160 мг/м³, окислов азота до 8 мг/м³, озона – до 0,35 мг/м³. 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:

- сварочный аппарат *ESAB Renegade ES 300iEU*;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток (m = 2 кг) ГОСТ 2310-77, шабер, углошлифовальная машина УШМ-125/800 ГОСТ 12.2.013.3-2002, 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 [38].

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 противошумовые 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) [39].

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.

4. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают углошлифовальные машинки.

В качестве средств индивидуальной защиты, работающих используют для защиты рук рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов.

Важным для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, такие как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук), массаж рук, витаминизация и др.

7.3.1 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 варке задвижки 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.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются

воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения, в организме человека происходят биохимические сдвиги и нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги [40].

2. Защита от сварочных.

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

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

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.1.

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покрой, а брюки необходимо носить навыпуск [40].

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

3. Электрический ток.

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

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

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 напряжение 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 [41]:

$$R_{TP} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l_T} \times \ln \frac{2 \times l_T}{d}, \quad (7.1)$$

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

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

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

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

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{TP}}{R_3 \times \eta_3}, \quad (7.2)$$

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

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

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

Принимаем $n = 4$ шт.

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

$$R_n = \frac{\rho}{2 \times h \times l} \times \ln \frac{2 \times l_{II}^2}{b/n}, \quad (7.3)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_{Π} – длина полосы, см;

b – ширина полосы, см;

h – глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [51]:

$$l_n = 1,05 \times a \times (n-1), \quad (7.4)$$

где a – расстояние между заземлениями, см;

$$\begin{aligned} a &= 2 \times l_{\text{тр}} = 2 \times 2 = 4 \text{ см}, \\ l_{\Pi} &= 1,05 \times 4 \cdot (4-1) = 13 \text{ м}. \end{aligned} \quad (7.5)$$

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

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

$$R_C = \frac{R_{\text{тр}} \times R_{\Pi}}{R_{\text{тр}} \times h_{\Pi} + R_{\Pi} \times \eta_{\text{Э}} \times n}, \quad (7.6)$$

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

n – число труб заземлений, шт;

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

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

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

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.

7.5 Охрана окружающей среды

В процессе сварки выделяются вредные и токсичные вещества, а также их оксиды их соединения. Так как сварка магистральных трубопроводов производится в полевых условиях, то вредные факторы воздействия на окружающую среду по сравнению с производством работ в цехе незначительны. 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.

7.6 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.

Основные принципы защиты населения при ЧС 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 (1 шт.) (находящийся на рабочем месте)

углекислотный ОУ-5 для тушения небольших поверхностей горючих жидкостей, электрооборудования и установок, находящихся под напряжением.

7.7 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 настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработана технология сварки задвижки.

Для сварки задвижки применены звенные наружные центраторы, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 1 изделие.

Средний коэффициент загрузки оборудования – 65,42 %.

Количество приведенных затрат – 659589,37руб./изд.·год.

Библиография

1. Запорная арматура. Задвижки URL: <https://synstroy.ru/catalog/armatura/zapornaya/zadvizhki/> (дата обращения: 05.03.2022)
2. Технологические трубопроводы и трубопроводная арматура URL: http://filippov.samgtu.ru/sites/filippov.samgtu.ru/files/tekst_dlya_pdf.pdf (дата обращения: 05.03.2022)
3. Назначение сварочного трансформатора URL: <https://www.welding-russia.ru/faqanswer.html?a=3&b=324> (дата обращения: 05.03.2022)
4. Технология сварки трубопроводов URL: <http://svarak.ru/biblioteka/svarka-v-sssr-t-2/svarka-stroitelstve-truboprovodov/> (дата обращения: 05.03.2022)
5. Четыре вида источников питания сварочной дуги URL: <https://svaring.com/welding/prinadlezhnosti/istochniki-pitaniya-svarochnoj-dugi> (дата обращения: 05.03.2022)
6. Источники питания сварочной дуги URL: <https://weldering.com/istochniki-pitaniya-svarochnoy-dugi> (дата обращения: 05.03.2022)
7. Центраторы для сварки труб URL: <https://stankiexpert.ru/tehnologicheskaya-osnastka/prisposobleniya/centratory-dlya-svarki-trub.html> (дата обращения: 05.03.2022)
8. Устройство и преимущества центратора URL: <https://24weld.ru/katalog-svarochnoe-oborudovanie/mma-svarka-shtuchnym-elektrodom/svarochnyy-vypryamitel-esab-origo-arc-650c/#cb1> (дата обращения: 05.03.2022)
9. ГОСТ 32569-2013 Трубопроводы технологические стальные.
10. ГОСТ 16037-80 Межгосударственный стандарт. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
11. ГОСТ 16037-80 «Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»

12. ГОСТ 33857-2016 Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования
13. ГОСТ 19282-73 Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная. Технические условия
14. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.
15. ГОСТ 16037-80 Межгосударственный стандарт. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
16. Сварочные аппараты URL: https://www.tehnosvarka.ru/esab/welding_equipment/ (дата обращения: 05.03.2022)
17. Сварочный аппарат ESAB Renegade ES 300iEU URL: <https://krasnodar.220-volt.ru/catalog-549748/> (дата обращения: 05.03.2022)
18. Построение технологической схемы сборки: пособие по дисциплине «Технология машиностроения»/ М.М. Кане, П.В.Веремей. – Минск: БНТУ, 2018. – 51 с.
19. ГОСТ 3.1105-2011 Межгосударственный стандарт. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения
20. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки
21. ГОСТ 3.1703-79 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы
22. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка.
23. ГОСТ Р 2-601 – 2019 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

24. Техническое нормирование процессов дуговой электросварки / А.Д. Гитлевич, Д.Ф. Жмакин, И.Н. Кланин. – Москва: МАШГИЗ, 1962. – 211с.
25. 30с576нж Задвижка клиновая литая Ду150-500, Ру63 URL: https://www.promarm.ru/gate_valves/30s576nzh (дата обращения: 11.05.2022)
26. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
27. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
28. Дизельный генератор TEKSAN TJ9PE5L-1 URL: <https://1kwt.com/katalog/dizelnye-generatory/dizelnyj-generator-teksan-tj9pe5l-1-1330/> (дата обращения: 13.05.2022)
29. Цены на бензин, ДТ и газ в Юрге (на карте) URL: <https://azsprice.ru/yurga> (дата обращения: 13.05.2022)
30. Масло моторное M8B Sibi Motor 4л URL: <https://satom.ru/p/619101394-maslo-motornoe-m8b-sibi-motor-4l/> (дата обращения: 13.05.2022)
31. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
32. Тиски для сварки прямых труб RIDGID 461 40220 URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/stanki/tiski/trubnye/tsepnye/ridgid/tiski-dlya-svarki-pryamyh-trub-ridgid-461-40220/> (дата обращения: 13.05.2022)
33. Все о монтаже труб URL: <https://montagtrub.ru/zadvizhki-dlya-truboprovodov-vidyi-ustroystvo-printsip-raboty/> (дата обращения: 13.05.2022)
34. Особенности сварки в полевых условиях URL: <https://mdfkl.by/osobennosti-svarki-v-polevih-usloviyah.html> (дата обращения: 13.05.2022)
35. Задвижка стальная Ду500, 30с576нж URL: https://blizko.ru/products/188601839-zadvizhka_stalnaya_du500_30s576nzh (дата обращения: 13.05.2022)

36. Электроды для ручной дуговой сварки *ESAB* УОНИИ 13/45 4мм 6кг
URL: https://market.yandex.ru/product--elektrody-dlia-ruchnoi-dugovoi-svarki-esab-uonii-13-45-4mm-6kg/1964574580?text=%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D1%83%D0%BE%D0%BD%D0%B8%2013%2F45&cpc=imRNTX9JpWOZBxLrBfUtFSLEpbc0CtsGiqICmdWSgN8TVLtBaG9kV3gZcKL5wrxNYBT6i8ZMbr7e9IH4RPt9Q3sIKJq9UqPvdUO0ooQsfCkM4i7EJjTujlrs0uGu8co9aKp7n4tNKiBNlXhqAxP8YXIFiqrQXNa0ZExe2AdkFdh_uhvCAmWzPqu_shqjKfOk&rs=eJxNUklOBEEEMe0gcBnGawwh4ReJUNl7B63kPqU51T93ccjuxncLr78vP3xu-7-881MR8qOCDiYczc4owPotLG1pUEHa8GAFnMHb8ZMZQ7PjrfsyeMD9WAQzVvbiDxOkDtfTBMkoVtADnYslG9jxoeKwJGJqFSCpktTcyIqmHM0ZALbBK3LUQqVckQeVlnzZVwKMOtiJD1XOaVmjpgkF3cNT1zZVkJ6ohqY43ISIUF0dsJEkPr9cb8Fi7MIEhucGkkXKVetkSjDI6q5s0bVNW7WODLDrtAm4wxmEDev3SWzao147i6KctZtEX0YE836bvMCwwxDV_nFZGDHc5dpkkpt6zo8pbbXwPPdVDd9sgs_j6lM2HFXUW_PvatYsBUUNaLut-N-NNU-VTedluVcKj_AyyAhXk%2C&sku=1964574580&do-waremd5=G23FismbSJkzB-Lzsk7nA&cpa=1&nid=71195 (дата обращения: 13.05.2022)

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

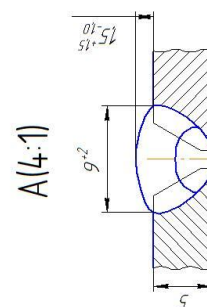
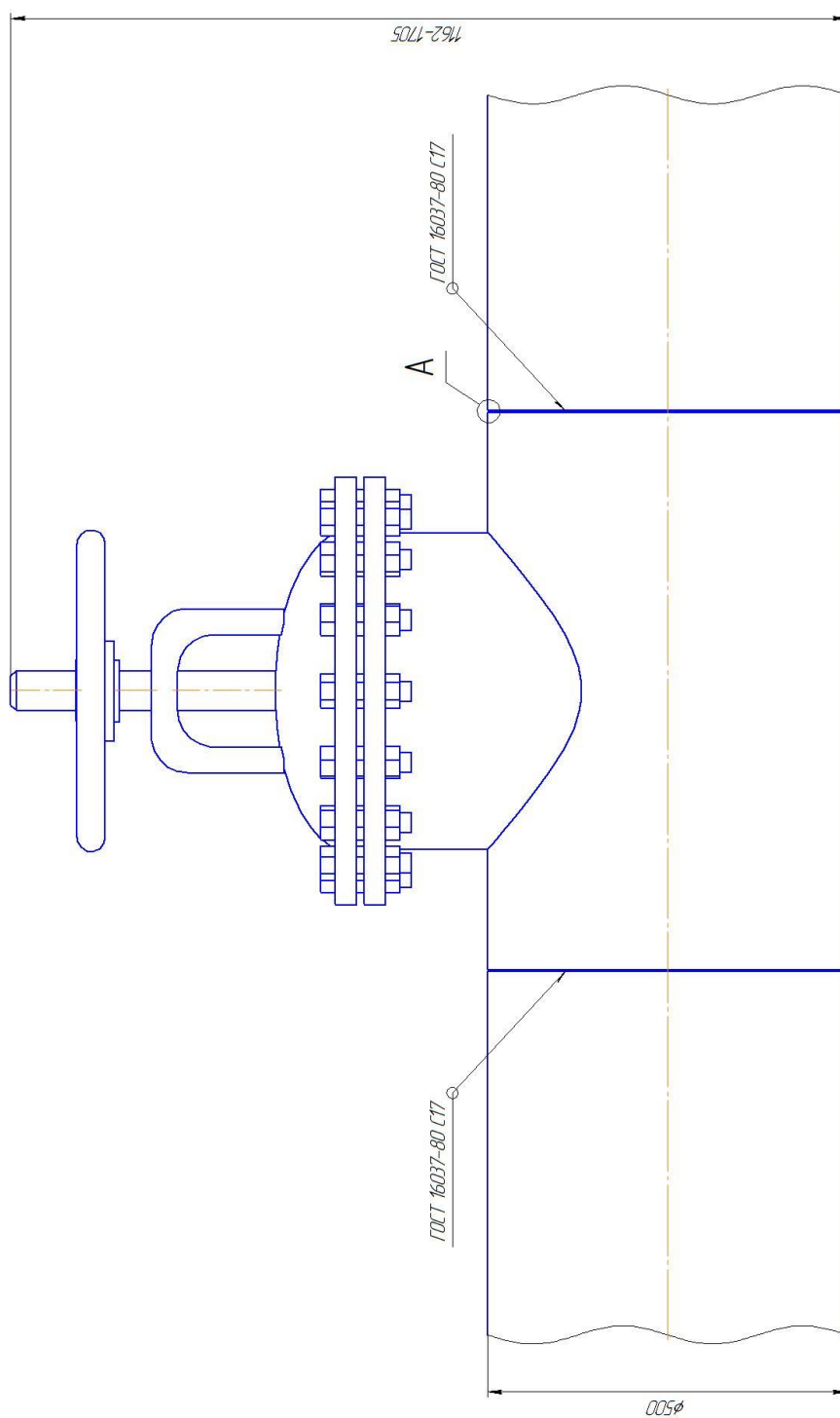
38. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.

39. 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.

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

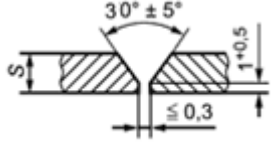
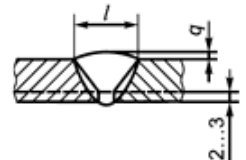
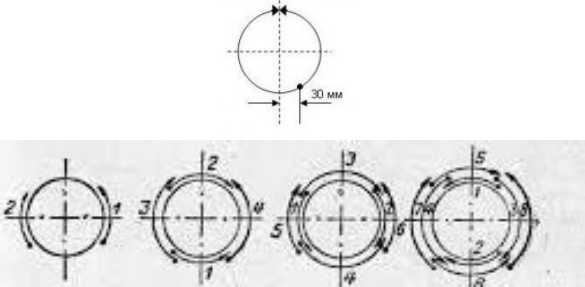
41. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (Обязательное) Вварка задвижки



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Обязательное)

Операционно - технологическая карта

КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ						«УТВЕРЖДАЮ»		
Организация	Объект изготовления	Способ сварки и требование к прихватке	Конструктивные элементы сварного соединения	Шифр карты				
		Центратор наружный, 4 прихватки длиной 10мм и высотой 2мм	труба+завдвижка					
Характеристика процесса								
НТД по сварке	Основной материал	Типоразмер	Сварочные материалы	Вид покрытия электродов	Сварочное оборудование			
РД 153-34.1-03-01 ГОСТ 16037-80 ТИ МП-КО-01	09Г2С ГОСТ 19282 – 73	500x5	УОНИ -13/45	Б	сварочный аппарат ESAB Renegade ES 300iEU			
Диаметр деталей в зоне сварки, мм	Толщина свариваемых деталей, мм	Форма подготовки кромок	Положение при сварке	Тип шва	Режим подогрева	Режим термообработки		
500	5,0	C17	Не поворотное	стыковой	-	без т/о		
Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва		Порядок сварки		Примечание			
 S = 5мм	 l = 10мм; q = 2мм		Сварка не поворотного стыка  Первый слой Второй слой		1. Сборку производить в наружных центраторах. Прихватки наносить равномерно. Прихватки должны быть выполнены без дефектов. 2. Сварку производить в два слоя. 3. Сварку производить участками длиной 10-15мм, обеспечивая полное проплавление прихваток. 4. Исправление дефектов шва не допускается.			
Нормативные параметры процесса сварки								
Слой шва	Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Режимы сварки				
				I, А	L _д , мм	U _о , В	V _{пл} , м/ч	t _о , ч
Прихватка и «корень» шва	УОНИ -13/45	2.5	Ток-постоянный Полярность- обратная	90..120	2,5	24	6,7	0,028
Заполняющий	УОНИ -13/45	3		110..140	3	26	6,7	

ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ			
№	Операция	Содержание операций	Оборудование
1	Очистка труб	Внутреннюю и наружную неизолированную поверхности труб очистить от земли, снега, наледи и других загрязнений. При очистке внутренней полости труб не должна быть нарушена целостность внутреннего гладкостного покрытия.	Скребок- SKYSCRAPER кол-во 2 шт; Металлическая щетка STAINLESSSTEL кол-во 2шт
2	Подготовка кромок	- Устранить шлифованием на наружной поверхности неизолированных торцов труб царапины, риски, задиры глубиной до 1,0 мм. - Концы труб с царапинами, рисками, задирами глубиной более 1,0 мм, а также забоинами и задирами фасок более 5 мм и/или вмятинами более 42,7 мм следует обрезать, а образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделки кромок. - Резку труб производить с применением разъемного трубореза "Констар". - Забоины и задиры глубиной до 5 мм на кромках труб ремонтировать электродами с основным видом покрытия типа Э60 (E8018-G) Ø 2,5 мм с обязательным предварительным подогревом дефектного участка до температуры +50⁺³⁰ °C. - Плавные вмятины на торце трубы глубиной до 2,7 мм выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом изнутри трубы до 150-200°C независимо от температуры окружающего воздуха. - После правки плавных вмятин, с целью выявления возможных расслоений, необходимо выполнить ультразвуковой контроль поверхности трубы в границах, превышающих размеры вмятин на величину не менее 40 мм. - С целью выявления возможных расслоений провести УК контроль всего периметра кромки на ширине не менее 40 мм от резаного торца. При наличии расслоений торец трубы должен быть отрезан на расстояние не менее 300 мм и проведен повторный ультразвуковой контроль в аналогичном порядке. - Зачистить до чистого металла прилегающие к кромкам, внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов на ширину не менее 15 мм.	Шаблон сварщика УШС-4, Электрический разъемный труборез "Констар" Модель P5972, линейка 300, штангенциркуль ШЦ-2, шлифмашинка BOCH GRB 14 CEPROFESSIONAL 06018A9000 - 2 шт с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток, станок подготовки кромок, контактный термометр или пирометр, ультразвуковой дефектоскоп
3	Сборка соединения	- Осуществить сборку стыкового соединения на наружных звенных центраторах с зазором не менее 1,5 мм. - Количество, размеры прихваток в зависимости от номинального диаметра свариваемых элементов, для тубы 500 мм не менее 2 прихваток длиной 10 мм. - Не допускается для установления необходимых параметров сборки зазора, смещения кромок применять ударный инструмент.	Сварочный аппарат ESAB Renegade ES 300iEU. кол-во 1 шт, Цепной центратор 40220 RIDGID 461 кол-во 2 шт, универсальный шаблон сварщика УШС-4, линейка 300

4	Сварка	• Выполнить сварку шва. • Провести визуальный контроль корневого слоя шва снаружи и изнутри трубы. Усиление корневого слоя шва изнутри трубы должно составлять 1-3 мм при ширине 8-10 мм. • Выполнить сварку заполняющего слоя шва. • По завершении прохода производить зачистку от шлака и брызг. • Провести визуальный контроль корневого слоя шва снаружи и изнутри трубы. • Выровнять шлифмашинкой видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя шва и зачистить набором дисковых проволочных щеток прилегающую к нему поверхность труб на расстоянии не менее 15 мм от шлака и брызг. • Маркировку (клеймение) кольцевых швов соединений труб следует выполнять маркерами или несмываемой краской на наружной поверхности трубы на расстоянии от 100 мм до 150 мм от края изоляции.	Сварочный аппарат <i>ESAB Renegade ES 300iEU</i> . кол-во 1 шт, Цепной центратор 40220 <i>RIDGID</i> 461, кол-во 2 шт, шлифмашинка <i>BOCH GRB14</i> <i>CEPROFESSIONAL</i> 06018A9000 - 2 шт с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток, установка индукционного подогрева, кольцевой, контактный термометр или пирометр, металлическая щетка <i>STAINLESSSTEL</i> 2 шт, шаблон сварщика УШС-4, термопенал сварщика, термопояс, маркер или несмываемая краска
5	Контроль качества	• В процессе выполнения сборочно-сварочных работ выполнять пооперационный контроль качества. • Провести неразрушающий контроль. Объёмы контроля: ВИК 100%; РК 100%; УЗК 25%. • Методы неразрушающего контроля осуществить согласно НТД.	Оборудование и приборы ЛНК
Карта разработана: Артиков А.М.		Согласовано:	Утверждаю: Крюков А.В.
«___» _____ 20__ г.		_____	_____
		«___» _____ 20__ г.	«___» _____ 20__ г.
		«___» _____ 20__ г.	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Рекомендованное)
План участка

